



International Congress on
SUSTAINABLE AGRICULTURE

March 01-03, 2024 / Iğdır University, Türkiye



EDITORS

Prof. Dr. Mehmet Hakkı Alma

Prof. Dr. Sefa ALTIKAT

ISBN: 978-625-367-661-2

INTERNATIONAL CONGRESS ON SUSTAINABLE AGRICULTURE

March 01-03, 2024

Iğdır University, Türkiye

EDITORS

Prof. Dr. Mehmet Hakkı Alma

Prof. Dr. Sefa ALTIKAT

All rights of this book belong to

IKSAD Publishing House Authors are responsible both ethically and juridically

IKSAD Publications - 2024©

Issued: 25.03.2024

ISBN - 978-625-367-661-2

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

INTERNATIONAL CONGRESS ON SUSTAINABLE AGRICULTURE

DATE AND PLACE

March 01-03, 2024

Iğdır University, Türkiye

ORGANIZATION

IKSAD INSTITUTE

IĞDIR UNIVERSITY

NAKHCHIVAN STATE UNIVERSITY

ARTVIN ÇORUH UNIVERSITY

EDITORS

Prof. Dr. Mehmet Hakkı Alma

Prof. Dr. Sefa ALTIKAT

PARTICIPANTS COUNTRY (17 countries)

TÜRKİYE, AZERBAIJAN, IRAN, MOROCCO, TURKISH REPUBLIC OF NORTHEM
CYPRUS, BANGLADESH, INDIA, PAKISTAN, ETHIOPIA, NIGERIA, BULGARIA,
UKRAINE, JAPAN, PORTUGAL, SPAIN, MALAYSIA, GEORGIA

Total Accepted Article: 160

Total Rejected Papers: 43

Accepted Article (Türkiye): 78

Accepted Article (Other Countries): 82

ISBN - 978-625-367-660-5

INTERNATIONAL CONGRESS ON SUSTAINABLE AGRICULTURE

March 01-03, 2024 / Iğdır University, Türkiye



25.03.2024

REF: Akademik Teşvik

İlgili makama;

Uluslararası Sürdürülebilir Tarım Kongresi, 1-3 Mart 2024 tarihleri arasında Iğdır, Türkiye’de 17 farklı ülkenin (Türkiye 78 bildiri- Diğer ülkeler 82 bildiri) akademisyen/araştırmacılarının katılımıyla gerçekleşmiştir

Kongre 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen “Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurt dışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışında en az beş farklı ülkeden sözlü tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarından fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır.” değişikliğine uygun düzenlenmiştir.

Bilgilerinize arz edilir,

Saygılarımla

Prof. Dr. Sefa ALTİKAT
Iğdır University, Faculty of Agriculture Dean
CONGRESS PRESIDENT



Sayı : E-23072567-000-125742
Konu : Görevlendirme

08.01.2024

REKTÖRLÜK MAKAMINA

01-03 Mart 2024 tarihlerinde Üniversitemizde düzenlenecek olan Sürdürülebilir Tarım Kongresi'nde düzenleme ve bilim kuruluna aşağıda unvan ve isimleri yazılı olan akademisyenlerin görevlendirilmesi hususunu olurlarınıza;

Arz ederim.

DÜZENLEME KURULU

Prof. Dr. Bünyamin YILDIRIM (Düzenleme Kurulu Başkanı)
Prof. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK
Doç. Dr. Ali İhsan ATALAY
Doç. Dr. Serdar SARI
Doç. Dr. Ramazan BOZHÜYÜK
Dr. Öğr. Üyesi Adnan AYDIN
Doç. Dr. Emrah KUŞ
Dr. Öğr. Üyesi Emine AŞKAN
Dr. Öğr. Üyesi İbrahim HOSAFLIOĞLU

BİLİM KURULU

Prof. Dr. Bilal KESKİN
Doç. Dr. Ramazan GÜRBÜZ
Arş. Gör. Ramazan TOSUN
Arş. Gör. Dr. Faruk TOHUMCU
Dr. Öğr. Üyesi Tuncay KAYA
Dr. Öğr. Üyesi Barış EREN
Arş. Gör. Hasan Kaan KÜÇÜKERDEM

Prof. Dr. Sefa ALTIKAT
Dekan V.

OLUR

Prof. Dr. Mehmet Hakkı ALMA
Rektör

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.



ORGANIZING COMMITTEE



Prof. Dr. Mehmet Hakkı ALMA
Rector of the Iğdır University
CONGRESS HONORARY PRESIDENT



Assoc. Prof. Dr. Elbrus ISAYEV
Rector of the Nakhcivan State University
CONGRESS HONORARY PRESIDENT



Prof. Dr. Mustafa Sıtkı BİLGİN
Rector of the Artvin Coruh University
CONGRESS HONORARY PRESIDENT



Dr. Mustafa Latif EMEK
President of IKSAD Institute
CONGRESS HONORARY PRESIDENT



Prof. Dr. Sefa ALTIKAT
Iğdır University, Faculty of Agriculture Dean
CONGRESS PRESIDENT

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Bünyamin YILDIRIM
İğdır University, Türkiye

Prof. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK
İğdır University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Ali İhsan ATALAY
İğdır University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Serdar SARI
İğdır University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Ramazan BOZHÜYÜK
İğdır University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Emrah KUŞ
İğdır University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Ramazan GÜRBÜZ
İğdır University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Ersever Esedov
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Behruz Memmedov
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Mahir Meherremov
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Hilal Qasimov
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Eli Tahirov
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Mirmahmud Seyidli
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Assist. Prof. Dr. Adnan AYDIN
Iğdır University, Türkiye

Assist. Prof. Dr. Emine AŞKAN
Iğdır University, Türkiye

Assist. Prof. Dr. İbrahim HOSAFLIOĞLU
Iğdır University, Türkiye

SCIENTIFIC AND ADVISORY BOARD

Prof. Dr. Bilal KESKİN
İğdır University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Ramazan GÜRBÜZ
İğdır University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Elsever Esedov
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Mahir Meherremov
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Prof. Dr. Etibar Memmedov
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Prof. Dr. Daşqın Qenberov
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Prof. Dr. Talıbov Tariyel
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Yunis Rustemli
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Hilal Qasimov
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Eli Tahirov
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Hacıyev Sahib
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Namiq Abbasov
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Tofiq Eliyev
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. İsmayil Memmedov
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Enzale Novruzova
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Akif Merdanlı
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Feride Seferova - Nakhcivan State
University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Arzu Memmedov - Nakhcivan State
University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Loğman Bayramov - Nakhcivan State
University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. İbrahimov Enver - Nakhcivan State
University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Cabbar Necefov - Nakhcivan State
University, Azerbaijan

Assist. Prof. Dr. Tuncay KAYA
İğdır University, Türkiye

Assist. Prof. Dr. Barış EREN
İğdır University, Türkiye

Dr. Behruz Bayramov
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Dr. Mürsel Seyidov
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Dr. Mirvasif Seyidov
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Dr. Afaq Eliyeva
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Dr. Aynur İbrahimova
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Dr. Raife Salmanova
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Dr. Huseynova Ezize
Nakhcivan State University, Azerbaijan

Res. Assist. Dr. Faruk TOHUMCU
İğdır University, Türkiye

Res. Assist. Ramazan TOSUN
İğdır University, Türkiye

PHOTO GALLERY



PHOTO GALLERY



PHOTO GALLERY



PHOTO GALLERY



PHOTO GALLERY



PHOTO GALLERY



PHOTO GALLERY



PHOTO GALLERY



PHOTO GALLERY



Kayıtlı... Sinyal... Kalan: 09:43:00 Görüntü...

Çevresel Etkiler ve Sürdürülebilirlik



Pelet üretiminin çevresel avantajları: yenilenebilir kaynak kullanımı, karbon emisyonunun azaltılması.

Sürdürülebilir pelet üretimi: Kaynak etkin kullanımı, atık azaltma ve enerji verimliliği.

Peletlerin ekolojik etkisi: Biyoçeşitliliği üzerindeki potansiyel etkiler ve yaşam döngüsü değerlendirmesi.

Observer H-1

Observer H-1

Galaxy A10

H1 Sefa ALTİKAT

H1-Alperay ALTİKAT

Otdan Çık

PHOTO GALLERY

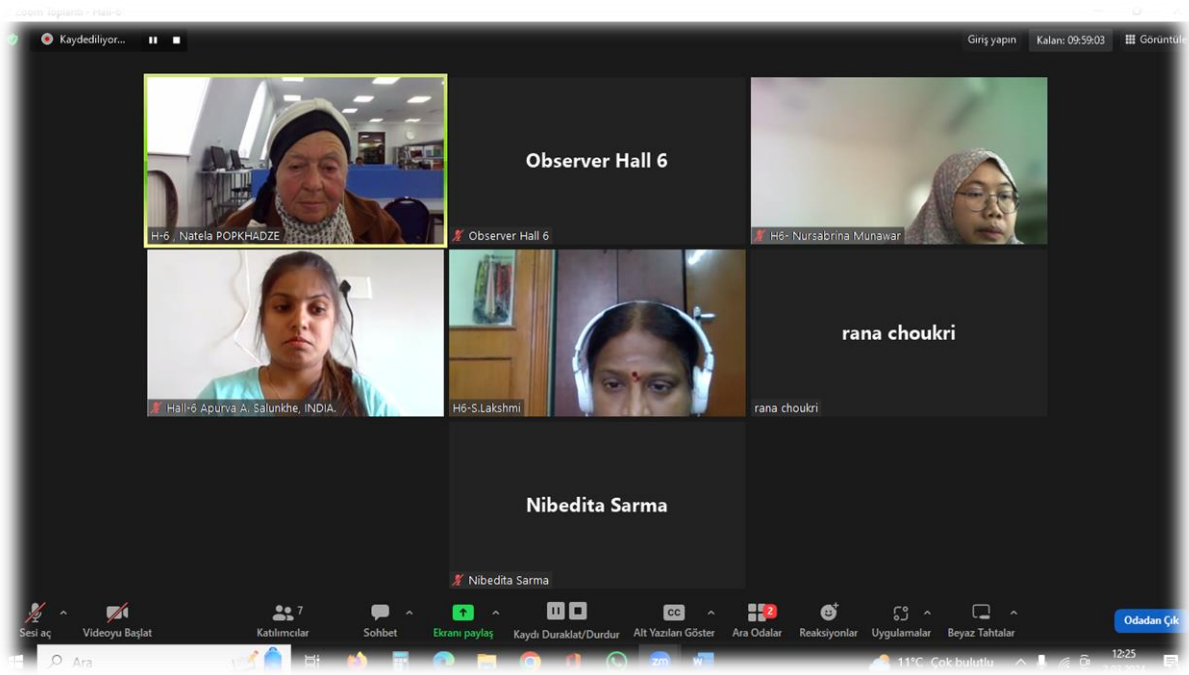


PHOTO GALLERY

Adaçayının Bağışıklık Sistemini Güçlendirmesi

- Adaçayının bağışıklık sistemini güçlendirici etkisi genel sağlığın korunmasında önemli bir yer tutar.
- Antimikrobiyal bileşenleriyle hastalıklara karşı koruyucu bir katkı sağlar.

Antimikrobiyal

- Patogenlere karşı doğal bir koruma sağlar.

Antioksidan

- Bağışıklık sistemini güçlendirerek hastalıklara karşı direnci artırır.

Antiinflamatuvar

- İltihapla mücadelede vücuda yardımcı olur.

Antigen presentation

T cells
CD28 TCR
HLA
CD28/28
B cells / Plasma Cells
IL-35/IL-30/IFN β
Th17
Myeloid cells
Anti-inflammatory cytokine production

Observer H-1
Observer H-1
H1 Sefa ALTİKAT
H1 Musa KARADAĞ
Ramazan ERENLER

Çizelge 3 Dünyada Hıyar İhracatında Önemli Ülkeler (2021)

Sıra	Ülkeler	İhracat Miktarı (ton)	Değer (\$)	Toplam İhracattaki Gelir Payı (%)	İhracat Değeri (\$/ kg)
1	İspanya	661745	854775000	27,5	1,29
2	Meksika	840143	627226000	20,2	0,75
3	Hollanda	472354	573809000	18,4	1,21
4	Kanada	185595	378498000	12,2	2,04
5	Abd	51584	69165000	2,2	1,34
6	Türkiye	92752	68081000	2,2	0,73
7	Yunanistan	50725	55643000	1,8	1,10
8	Çin	38945	52264000	1,7	1,34
9	Belçika	49202	48721000	1,6	0,99
10	Belarus	38788	36587000	1,2	0,94

Dünya Taze ve soğutulmuş turşuluk hıyar ihracatçı ülkeleri içerisinde ilk sırayı 854775000 \$ değerinde 661745 ton ve 27,5 %'lik İspanya alırken, Türkiye 92752 ton ve 2,2 %'lik gelir payı ile 6. sırada yer almaktadır. Çizelge 3.e göre Türkiye Hıyardan en fazla gelirli olarak Kanada'dan gelir elde ederken, Türkiye'nin turşuluk hıyar ihracat gelirini etkileyen Türkiye'nin turşuluk hıyar üretimi sadece ihracat değeri alındığında, tarım sektörünün %2'sini oluşturduğu Türkiye ihracat değeri açısından 6. sırada yer almaktadır. Türkiye ihracat miktarı olarak 2. sırada yer almaktadır.

Observer H-1
Observer H-1
H-1 Emine AŞKAM
H-1 ENGİN KARAFİKİOĞLU
H-1 Barış EREN
H-1 Barış EREN

FARKLI DOZLARDA VERMİKOMPOST UYGULAMALARININ ARPADA VERİM VE KALİTE PARAMETRELERİNE ETKİLERİ

ULUSLARARASI SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM KONGRESİ
1-3 Mart 2024 / Iğdır Üniversitesi

Ocak - Şubat - Mart 2022

- Deneme alanı Fotoğraflanmamıştır
- Aralık ayında başlayan aşırı soğuklar ve yoğun kar yağışı zirai dona neden olmuştur
- Ekili üründe %30 - %40 zarar meydana gelmiştir

Şekil 2.5 Deneme alanında zirai don

Observer H-1
Observer H-1
Hall 1, Hakkı Akdeniz
H1-Nihal Ceren Alici Sungur
Hall -1, Funda DOKMEN

PHOTO GALLERY

Observer Hall-03

H3-KADRIYE ÇELİK H3-İsmail ALASERHAT H3-Dr. Mustafa Akbaba H3 - Usman Muham... H3-Elvan Koç

NDVI DEĞERİ

Treatment	Control 3.3	Control 6.6	Control 9.9
F. pınarlık	0.84*	0.87*	0.89*
F. nuda	0.79*	0.74*	0.81*
F. ruhihacava	0.74*	0.74*	0.74*
L. pınarlık	0.76*	0.79*	0.81*

Şekil 1. Farklı çim türlerinde yovum uygulamasının NDVI değeri üzerine etkisi (Diğer çim türler, P < 0.01'de ortalamalar ± standart hata'yı gösterir)

Участники (6)

- OH Observer ... (Соорганизатор, а)
- HK H3-KADRIYE ÇELİK
- H3 - Usman Muhammad Umar
- HI H3- İsmail ALASERHAT
- HM H3-Dr. Mustafa Akbaba
- HK H3-Elvan koç

Observer Hall-03

H3-KADRIYE ÇELİK H3-İsmail ALASERHAT H3-Dr. Mustafa Akbaba H-3 Muharrem YILMAZ ARZU ATICI

GİRESUN İLİ BULANCAK İLÇESİNDE YETİŞTİRİLEN BAZI MAVİYEMİŞ (*Vaccinium corymbosum L.*) ÇEŞİTLERİNİN POMOLOJİK VE MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

YEŞİM NİLAY ASLAN
DR. ÖGR. ÜYESİ MUHARREM YILMAZ

Участники (10)

- OH Observer ... (Соорганизатор, а)
- H3-Muharrem YILMAZ
- HM H3-Dr. Mustafa Akbaba
- AA ARZU ATICI
- Eylül Nezhat Kızıyar
- H3 - Usman Muhammad Umar
- HI H3- İsmail ALASERHAT
- HK H3-KADRIYE ÇELİK
- HK H3-Elvan koç
- HG H3-Tuba GENÇ KESİMCİ

Observer Hall-03

H3-Dr. Mustafa Akbaba H3-İsmail ALASERHAT H3-Elvan Koç H3/Eylül Nezhat Kızıyar H3 - Usman Muham...

INTEGRATED MANAGEMENT OF SPOTTED WING DROSOPHILA, *Drosophila suzukii* (Matsumura) SITUATION IN TURKEY AND WORLDWIDE

KANADI NOKTALI SİRKE SİNEĞİ, *Drosophila suzukii* (Matsumura)'NİN ENTEGRE MÜCADELESİ: TÜRKİYE ve DÜNYA'DAKİ DURUMU

Assoc. Prof. Dr. İsmail ALASERHAT

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Iğdır University, Türkiye

INTERNATIONAL CONGRESS ON SUSTAINABLE AGRICULTURES
March 1-3, 2024
Iğdir, Türkiye

Участники (12)

- OH Observer ... (Соорганизатор, а)
- HI H3- İsmail ALASERHAT
- HM H3-Dr. Mustafa Akbaba
- HK H3-Elvan koç
- AA ARZU ATICI
- H3/Eylül Nezhat Kızıyar
- H3 - Usman Muhammad Umar
- HK H3-KADRIYE ÇELİK
- HM H-3 Muharrem YILMAZ
- HG H3-Tuba Genç Kesimci
- HG H3-Tuba GENÇ KESİMCİ
- T TurkanHasanova

PHOTO GALLERY

CONCLUSION

- Artificial intelligence technology is a field with unlimited potential that is deeply impacting the food industry as science and technology advance.
- The use of artificial intelligence makes it easier to detect and solve problems in food production.
- The goal for the future should be to identify suitable facilities and areas for research and development in this field.

Participants (9): Observer Hall-03, H3-PROF. DR. KÖKSAL KARADAŞ, Hall-3, Gizem TIRYAKI, H3/ Eylül Nezahat Kızılay, Aynur Ibrahimova, H3-Hakan SÖNMEZ, TurkanHasanova.

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING DATA MINING: THE EXAMPLE OF İÇDIR PROVINCE

PROF. DR. KÖKSAL KARADAŞ
İÇDIR ÜNİVERSİTESİ, ZİRAAT FAKÜLTESİ
KKARADAS2002@GMAIL.COM, 05056976660

DR. ÖGR. ÜYESİ EMİNE AŞKAN
İÇDIR ÜNİVERSİTESİ, ZİRAAT FAKÜLTESİ
ZSEMINESKAN@GMAIL.COM, 055333366844
FATİH GÜLER
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
FATHIGULER74@GMAIL.COM, 05325670824

Participants (9): Observer Hall-03, H3-PROF. DR. KÖKSAL KARADAŞ, H3-Hakan SÖNMEZ, Hall-3, Gizem TIRYAKI, Aynur Ibrahimova, TurkanHasanova.

Tablo 1. Kök sebzelerin 100 g taze ağırlıktaki besin içerikleri (USDA, 2024)

Besin İçeriği	Havuç	Turp	Salgım	Pancar	Kereviz
Su	88.3 g	95.3 g	91.9 g	87.6 g	95.4 g
Kalori	41 kcal	16 kcal	28 kcal	43 kcal	14 kcal
Protein	0.93 g	0.68 g	0.9 g	1.61 g	0.69 g
Yağ	0.24 g	0.1 g	0.1 g	0.17 g	0.17 g
Karbonhidrat	9.58 g	3.4 g	6.43 g	9.56 g	2.97 g
Lif	2.8 g	1.6 g	1.8 g	2.8 g	1.6 g
Ca	33 mg	25 mg	30 mg	16 mg	40 mg
Mg	12 mg	10 mg	11 mg	23 mg	11 mg
P	35 mg	20 mg	27 mg	40 mg	24 mg
K	320 mg	233 mg	191 mg	325 mg	260 mg
Na	69 mg	39 mg	67 mg	78 mg	80 mg
Folat	19 µg	25 µg	15 µg	109 µg	36 µg
Vitamin C	5.9 mg	14.8 mg	21 mg	4.9 mg	3.1 mg
Vitamin B-6	0.138 mg	0.071 mg	0.09 mg	0.067 mg	0.074 mg
Vitamin A	835 µg	-	-	2 µg	22 µg
Vitamin K	13.2 µg	1.3 µg	0.1 µg	0.2 µg	29.3 µg
Lutein + zeaxanthin	256 µg	10 µg	-	-	283 µg
Karoten	11.760 µg	4 µg	-	20 µg	270 µg

Participants (12): Observer Hall-03, H-celalettin gözöğaç, H-3 Burcu TUNCER, H3-Dr. Hakan Hekimhan, H3 Enes FIDAN, Hall-3 Fatma ÇALIK TÜRK, Bioreus İns.Bağ Direktör, H-3 Zehra ÖZŞAHİN, H3, Enes FIDAN, H3-Dr. Hakan Hekimhan EGE TAE, H3-Hilmi Kara, H3-Reyyan Yergin Özkan, H-6, Natela POPKHADZE, Hall-3 Fatma ÇALIK TÜRK, H-celalettin gözöğaç, Prof. Dr. İpek TEPE.

PHOTO GALLERY

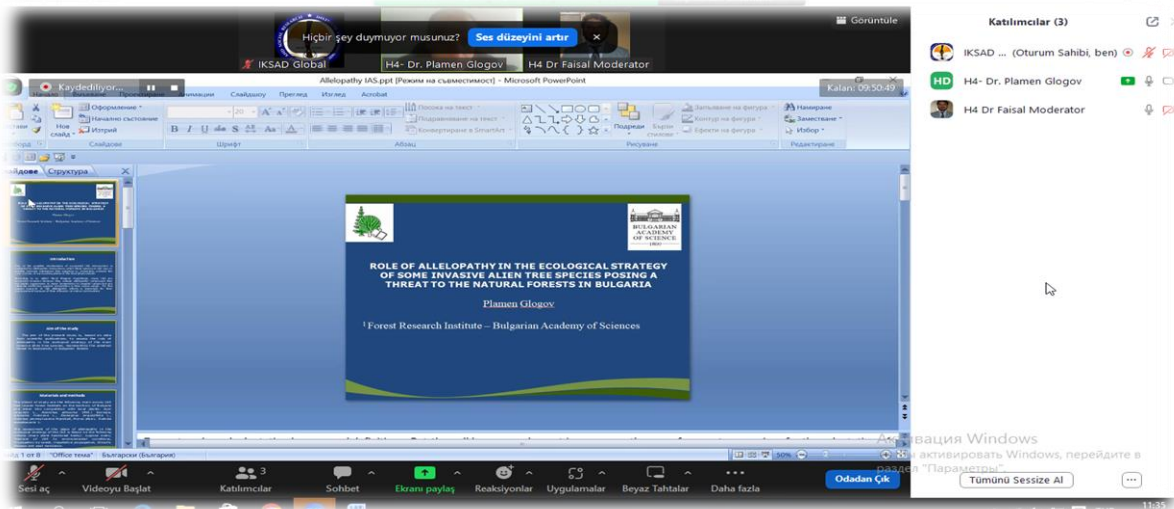
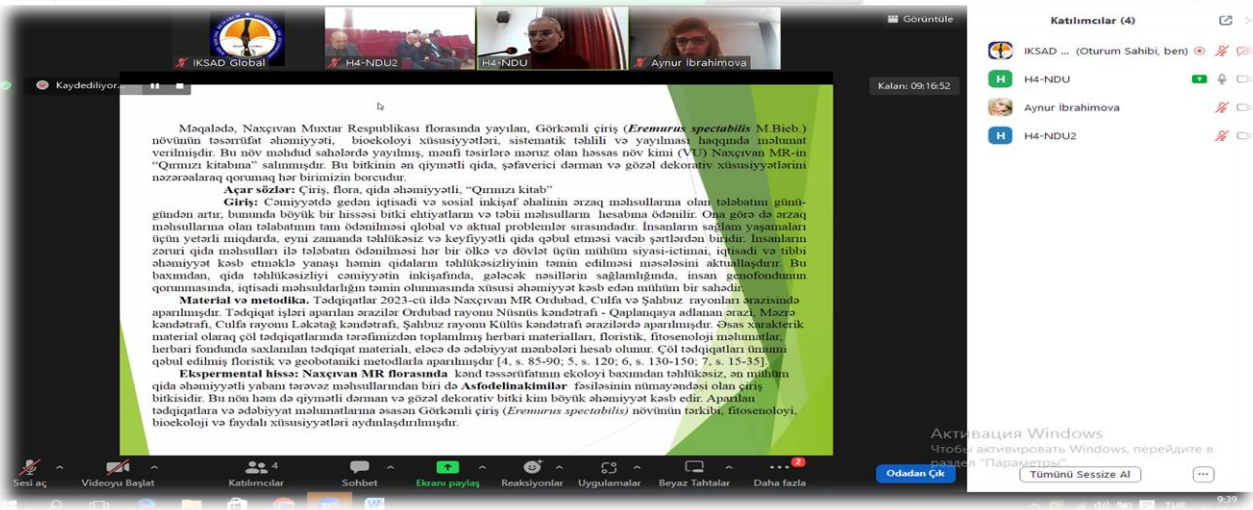


PHOTO GALLERY

St. JOSEPH'S COLLEGE OF ENGINEERING
(An Autonomous Institution)
St. Joseph's Group of Institutions
OMR, Chennai - 119

Optimizing *Crocus sativus* Cultivation in Indoor Vertical Farming: A Controlled and Sustainable Environment Approach




Baskar G, Divya Praba S L, Sivaranjani G, Aishwarya D, Aishwarya K

Department of Biotechnology, St. Joseph's College of Engineering,
Chennai-600119

Katılımcılar (8)

- IKSAD ... (Oturum Sahibi, ben)
- HD H4 Divya Praba S L
- Sanjeev Gupta; S-3, H-4
- HA Hall-4 Aishwarya D
- HA Hall-4 Aishwarya K
- HD Hall-4, Dheeraj Rathore
- J J.Poudel
- SH S-3, H-4

Isolation and characterization of microcrystalline cellulose from *Bambusa tulda* and evaluation of its potential as a pharmaceutical excipient



Presented by
H-4, Janu Poudel
Department of Botany, Ganhati
University
Assam, India

Katılımcılar (7)

- IKSAD ... (Oturum Sahibi, ben)
- J.Poudel
- HD H4 Divya Praba S L
- HA Hall-4 Aishwarya D
- HA Hall-4 Aishwarya K
- SH S-3, H-4
- Sanjeev Gupta; S-3, H-4

Draft paper Code: ID2024A001

NAVIGATING SUSTAINABILITY IN URBAN LANDSCAPES: ASSESSING ORGANIC FERTILIZER ADOPTION AND CHALLENGES AMONG FARMERS IN DHAKA REGION, BANGLADESH

Sajjadur Rahman, Md. Mashrur Hossain Rubab, Mahjabin Prema Payal, Fuad Hasan Maksud, Riyan Islam

Department of Soil, Water and Environment, University of Dhaka

Katılımcılar (8)

- O... (Ortak oturum sahibi, ben)
- H5 - Sajjadur Rahman
- DM Devamani M
- H5- Md. Mashrur Hossain Rubab
- H-5, Fuad Hasan Maksud
- H-5, Riyan Islam
- H5-Mahjabin Prema Payal
- HB Hassane BOUDAD(hall 5-session...

PHOTO GALLERY

Observer Hall-5 Hassane BOUDA... Hall-5, Malihe J... H-5, Malihe JAH... Nibedita Sarma

Observer Hall-5 Hassane BOUDAD(hal... Hall-5, Malihe JAHANI H-5, Malihe JAHANI Nibedita Sarma

Giriş yapın Kapan: 09:15:46

In The Name of GOD

SPIRULINA

Sessize al Videoyu Başlat Katılımcılar Sohbet Ekranı paylaş Reaksiyonlar Uygulamalar Beyaz Tahtalar Daha fazla Odadan Çık

Tümünü Sessize Al

Observer Hall-5 Hall 5, Session 2... Hall-5, Wafae S... Muhammad Ka...

Observer Hall-5 Hall 5, Session 2-Min... Hall-5, Wafae Sellami Misbah ur Rehman hall ... Muhammad Kamran ...

Kayıdediliyor... (suvajd) - PowerPoint

Home Insert Draw Design Transitions Animations Slide Show Record Review View Help EndNote 20 Merge shape

Objective

- To enhance the efficiency of grapes fruit leather production through microwave heating and comparing its physicochemical and textural attributes with conventional one (hot air oven method).

14 of 20 Accessibility: Investigate Recovered

Sessize al Videoyu Başlat Katılımcılar Sohbet Ekranı paylaş Reaksiyonlar Uygulamalar Beyaz Tahtalar Daha fazla Odadan Çık

Tümünü Sessize Al

IKSAD Global J.Poudel Sanjeev Gupta: S-3, H-4 H4 Divya Praba...

Kayıdediliyor... International Se... Saved to this PC

Home Insert Draw Design Transitions Animations Slide Show Record Review View Help

Isolation and characterization of microcrystalline cellulose from *Bambusa tulda* and evaluation of its potential as a pharmaceutical excipient

Presented by H-4, Juna Poudel Department of Botany, Gauhati University Assam, India

Click to add notes

1 of 19 English (India) Accessibility: Investigate

Sessize al Videoyu Başlat Katılımcılar Sohbet Ekranı paylaş Reaksiyonlar Uygulamalar Beyaz Tahtalar Daha fazla Odadan Çık

Tümünü Sessize Al

INTERNATIONAL CONGRESS ON SUSTAINABLE AGRICULTURE

March 01-03, 2024 / Iğdır University, Türkiye



CONGRESS PROGRAM

ONLINE



Meeting ID: 858 1117 0419
Passcode: 020202

Participant Countries (17)

TÜRKİYE, AZERBAIJAN, IRAN, MOROCCO, TURKISH REPUBLIC OF NORTHEM CYPRUS,
BANGLADESH, INDIA, PAKISTAN, ETHIOPIA, NIGERIA, BULGARIA, UKRAINE, JAPAN,
PORTUGAL, SPAIN, MALAYSIA, GEORGIA

Önemli, Dikkatle Okuyunuz Lütfen

- Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır.
- Online sunum yapabilmek için <https://zoom.us/join> sitesi üzerinden giriş yaparak "Meeting ID or Personal Link Name" yerine ID numarasını girerek oturuma katılabiliyorsunuz.
- Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur.
- Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir.
- Uygulama tablet, telefon ve PC'lerde çalışıyor.
- Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden 5 dk öncesinde oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir.
- Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir.
- Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

Dikkat Edilmesi Gerekenler - TEKNİK BİLGİLER

- Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun.
- Zoom'da ekran paylaşma özelliğini kullanabilmelisiniz.
- Kabul edilen bildiri sahiplerinin mail adreslerine Zoom uygulamasında oluşturduğumuz oturuma ait ID numarası gönderilecektir.
- Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir.
- Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır.

Important, Please Read Carefully

- To be able to attend a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID "Meeting ID or Personal Link Name" and solidify the session.
- The Zoom application is free and no need to create an account.
- The Zoom application can be used without registration.
- The application works on tablets, phones and PCs.
- The participant must be connected to the session 5 minutes before the presentation time.
- All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - TECHNICAL INFORMATION

- Make sure your computer has a microphone and is working.
- You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- Requests such as change of place and time will not be taken into consideration in the congress program.

Zoom'a giriş yapmadan önce lütfen örnekteki gibi salon numaranızı, adınızı ve soyadınızı belirtiniz
Before you login to Zoom please indicate your hall number, name and surname

exp. H-5, Radmila Janičić

FACE TO FACE PRESENTATIONS

01.03.2024 / SESSION-1

	ANKARA LOCAL TIME		IĞDIR UNIVERSITY, KARAAĞAÇ CAMPUS 15. Temmuz Şehitler Conference Hall
	13 00 : 14 50		

HEAD OF SESSION:

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Mirze GURBANOV Fikret SHAKİLİYEV Nizami AZİMOV Elza MUSAYEVA	<i>Amelioration Scientific Research Institute AZERBAIJAN</i>	LACK OF WATER IN MODERN CONDITIONS, WATER RESOURCES, THEIR EFFECTIVELY USE
Aziza HUSEYNOVA Elsevar ASADOV Sura RAHIMOVA	<i>Nakhchivan State University AZERBAIJAN</i>	ANALYSIS OF THE USE OF PROPOLIS AND BEE POLLEN IN COSMETOLOGY AND PERSPECTIVES OF STUDY IN NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC
Assoc. Prof. Dr. Hilal GASIMOV Assoc. Prof. Dr. Mursel SEYIDOV	<i>Nakhchivan State University AZERBAIJAN</i>	WILD FOOD PLANTS USED IN THE WINTER SEASON AND THEIR SUPPLY
Akim Axundov Sahib Hacıyev	<i>Nakhchivan State University AZERBAIJAN</i>	NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS AFFECTING SOIL FORMATION OF SADAREK ADMINISTRATIVE REGIONE
Shahriyar Guliyev Ali Guliyev	<i>Nakhchivan State University AZERBAIJAN Akdeniz University TÜRKİYE</i>	CV DETECTION OF 7 ELEMENTS' DEFICIENCY IN TOMATO BY LEAF
Mahir MAHARRAMOV Behruz MEMMEDOV	<i>Nakhchivan State University AZERBAIJAN</i>	FAUNA AND ECOLOGY OF WASPS OF THE TRIBE CRABRONINI (CRABRONIDAE: CRABRONINAE) OF NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC

FACE TO FACE PRESENTATIONS

01.03.2024 / SESSION-2

	ANKARA LOCAL TIME		İĞDIR UNIVERSITY, KARAAĞAÇ CAMPUS 15. Temmuz Şehitler Conference Hall
	15 00 : 16 50		

HEAD OF SESSION: **Prof. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Taner ERİK Assist. Prof. Dr. Ayça Nur ŞAHİN DEMİREL	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	THE CURRENT SITUATION OF BUSINESSES PRODUCING FORAGE CROPS IN İĞDIR PROVINCE AND THEIR IMPORTANCE IN TERMS OF LIVESTOCK HUSBANDRY
Prof. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK Agr. Eng. Ayda KONUKSAL Agr. Eng. Nazife ARAP Dr. Hakan HEKİMİHAN	<i>Iğdır University TÜRKİYE Agricultural Research Institute TURKISH REPUBLIC OF NORTHEM CYPRUS Agricultural Research Institute TURKISH REPUBLIC OF NORTHEM CYPRUS Ege Agricultural Research Institute TÜRKİYE</i>	HARMFUL FLY (DIPTERA) SPECIES ON BARLEY (HORDEUM VULGARE L.) IN NORTHERN CYPRUS
Prof. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK Agr. Eng. Ayda KONUKSAL Dr. Hakan HEKİMİHAN	<i>Iğdır University TÜRKİYE Agricultural Research Institute TURKISH REPUBLIC OF NORTHEM CYPRUS Ege Agricultural Research Institute TÜRKİYE</i>	BARLEY GENOTYPE PREFERENCES OF HESSIAN FLY, MAYETIOLA DESTRUCTOR (SAY) (DIPTERA: CECIDOMYIIDAE) IN DIFFERENT LOCATIONS
Prof. Dr. Etibar MAMMADOV Assoc. Prof. Dr. Mürsel KARABACAK	<i>Nakhchivan State University AZERBAIJAN Kayseri University TÜRKİYE</i>	THE EFFECT OF PREPARATIVE FORMS OF ACHILLEA MILLEFOLIUM L. ON MONIEZIOSIS OF SHEEP
Prof. Dr. Dashgin Ganbarov Safura Babayeva	<i>Nakhchivan State University AZERBAIJAN</i>	NUTRITIONALLY IMPORTANT SPECIES OF ROSACEAE JUSS FAMILY IN MOUNTAIN-XEROPHYTE AND STEPPE VEGETATION OF THE NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC FLORA
Jabbar Najafov Mirmahmud SEYIDLİ	<i>Nakhchivan State University AZERBAIJAN</i>	DAMAGES CAUSED BY DREPANOTHrips REUTERI IN VINEYARDS OF THE NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC AND CONTROL MEASURES

FACE TO FACE PRESENTATIONS

01.03.2024 / SESSION-3

	ANKARA LOCAL TIME		İĞDIR UNIVERSITY, KARAAĞAÇ CAMPUS Yunus Emre Lecture Hall
	13 00 : 14 50		

HEAD OF SESSION: **Assoc. Prof. Dr. Alihsan ŞEKERTEKİN**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assist. Prof. Dr. Mehmet Kâzım KARA Assist. Prof. Dr. Mücahit KARAOĞLU	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	ANALYSIS RESULTS OF 82 YEARS (1940-2021) METEOROLOGICAL DATA OF İĞDIR PROVINCE REGARDING GLOBAL CLIMATE CHANGE
Lect. Dr. Emirhan ÖZDEMİR Lect. Rüştü ÇALLI Lect. Mitat Can YILDIZ Assoc. Prof. Dr. Alihsan ŞEKERTEKİN	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	DEVELOPING A SOLUTION FOR DETECTING UNDECLARED AGRICULTURAL LANDS IN AGRICULTURAL AREAS UNDER THE CONTROL OF IRRIGATION UNIONS WITH UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAVS)
Assoc. Prof. Dr. Alihsan ŞEKERTEKİN Lect. Mitat Can YILDIZ Lect. Rüştü ÇALLI Lect. Dr. Emirhan ÖZDEMİR	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	DETERMINATION OF DROUGHT SEVERITY WITH LANDSAT 8 BASED VEGETATION HEALTH INDEX
Lect. Mitat Can YILDIZ Lect. Dr. Emirhan ÖZDEMİR Lect. Rüştü ÇALLI Assoc. Prof. Dr. Alihsan ŞEKERTEKİN	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	MONITORING THE WATER SURFACE AREA IN PATNOS DAM USED FOR AGRICULTURAL IRRIGATION WITH SENTINEL-2 SATELLITE IMAGES
Gencer GÜVERCİN Arzu TAŞPINAR ÜNAL Nevin ÇANKAYA Safiye Elif KORCAN	<i>Yeditepe University TÜRKİYE Iğdır University TÜRKİYE Uşak University TÜRKİYE Uşak University TÜRKİYE</i>	DETERMINATION OF THE INTERACTION BETWEEN PLANT-DERIVED CHLOROGENIC ACID AND HUMAN LYSOZYME ENZYME (1REX) BY MOLECULAR DOCKING METHOD
Assoc. Prof. Dr. Hakkı AKDENİZ Assist. Prof. Dr. İbrahim HOSAFLOĞLU	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	TURF PERFORMANCES OF SOME COOL CLIMATE TURFGRASS SPECIES IN SEMI-SHADE AREAS
Kurban NEDRET İsmail ALASERHAT	<i>Gaziantep Provincial Directorate of Agriculture and Forestry TÜRKİYE Iğdır University TÜRKİYE</i>	PISTACHIO BARK BEETLE, <i>Hylesinus vestitus</i> Mulsant & Rey (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE) CAUSES HIGH LOSSES IN PISTACHIO
Lect. Rüştü ÇALLI Lect. Dr. Emirhan ÖZDEMİR Lect. Mitat Can YILDIZ Assoc. Prof. Dr. Alihsan ŞEKERTEKİN	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	MAPPING AGRICULTURAL PRODUCT PATTERN WITH SENTINEL-2 SATELLITE IMAGES AND RANDOM FOREST ALGORITHM



ONLINE PRESENTATIONS

02.03.2024 / HALL-1 / SESSION-1



ANKARA LOCAL TIME: 10⁰⁰ - 12⁰⁰

HEAD OF SESSION: **Prof. Dr. Sefa ALTIKAT**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Prof. Dr. Mehmet Hakkı ALMA Res. Assist. Alperay ALTIKAT	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	EFFECTS OF FEEDSTOCK MANAGEMENT ON QUALITY AND PRODUCTIVITY IN PELLET PRODUCTION
Prof. Dr. Mehmet Hakkı ALMA Res. Assist. Alperay ALTIKAT	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	OPTIMIZATION OF PROCESS VARIABLES IN PELLET PRODUCTION
Lect. Musa KARADAĞ Dr. Yunus BAŞAR Prof. Dr. Mehmet Hakkı ALMA Prof. Dr. İbrahim DEMİRTAŞ Assist. Prof. Dr. Fatih GÜL	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	HIGH VALUE ADDED AGRICULTURAL PRODUCTS; PHYTOCHEMICAL CONTENT OF LAVANDULA ANGUSTIFOLIA
Lect. Musa KARADAĞ Dr. Yunus BAŞAR Assist. Prof. Dr. Fatih GÜL Prof. Dr. Mehmet Hakkı ALMA Prof. Dr. İbrahim DEMİRTAŞ	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	HIGH VALUE ADDED AGRICULTURAL PRODUCTS; PHYTOCHEMICAL CONTENT OF SALVIA HYDRANGEA
Prof. Dr. Sefa ALTIKAT	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	THE IMPORTANCE OF CROP ROTATION IN NO_TILLAGE AND SUSTAINABLE AGRICUTHE ROLE AND SIGNIFICANCE OF THE NO-TILLAGE IN SUSTAINABLE AGRICULTURAL PRODUCTIONLTURE
Prof. Dr. Sefa ALTIKAT	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	THE ROLE AND SIGNIFICANCE OF THE NO-TILLAGE IN SUSTAINABLE AGRICULTURAL PRODUCTION
Merve Çelik Assoc. Prof. Dr. Serdar SARI Assist. Prof. Dr. Faruk TOHUMCU	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	EFFECT OF SEWAGE SLUDGE APPLICATION ON THE AMOUNT OF SOIL LOST BY SURFACE RUNOFF
Prof. Dr. İbrahim DEMİRTAŞ	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	VALUE-ADDED PRODUCTS SUCH AS CANNABIDIOL AND RELATED COMPOUNDS FROM HEMP PULPS: FROM HEMP TO MEDICINE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.



ONLINE PRESENTATIONS

02.03.2024 / HALL-2 / SESSION-1



ANKARA LOCAL TIME: 10⁰⁰ - 12⁰⁰

HEAD OF SESSION: **Prof. Dr. Zeynep Birsu ÇİNÇİN**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Dr. Canel EKE Lect. Dr. Reyhan ÖZAYDIN ÖZKARA	<i>Akdeniz University TÜRKİYE</i>	DETERMINATION OF THE ELEMENT CONTENT OF SOME INORGANIC MATERIALS USED IN SOILLESS AGRICULTURE
Prof. Dr. Zeynep Birsu ÇİNÇİN Prof. Dr. Soner ŞAHİN	<i>Nişantaşı University TÜRKİYE</i>	ENHANCING THE HEALTH BENEFITS OF HAZELNUT CREAM THROUGH THE INTEGRATION OF GOLDEN NANOTECHNOLOGY: A SYSTEMATICAL NUTRITIONAL ANALYSIS
Ayşe USANMAZ BOZHÜYÜK Melike KARAÇÖL	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	BIOHERBICIDAL EFFECTS OF URTICA DIOICA L. (NETTLE) ETHANOL EXTRACT ON DIFFERENT WEED SEEDS
Dr. Mehmet Sait KİREMİT	<i>Ondokuz Mayıs University TÜRKİYE</i>	EFFECT OF MELATONIN ON INCREASING LEAF DEVELOPMENT OF SWEET CORN SEEDLINGS UNDER SALT STRESS CONDITIONS
MSc. Özlem YÜNCÜ-BOYACI Prof. Dr. Fatma Meltem SERDAROĞLU	<i>Ege University TÜRKİYE</i>	EXTRACTION OF PROTEIN FROM INDUSTRIAL FOOD WASTE AND ITS UTILIZATION IN FOOD PRODUCTS
Fatmanur TURGUT Prof. Dr. Fatma Meltem SERDAROĞLU	<i>Ege University TÜRKİYE</i>	NON-MEAT INGREDIENTS IN RESTRUCTURED MEAT PRODUCTS: SUSTAINABLE ALTERNATIVES AND INNOVATIVE APPROACHES
Prof. Dr. Mehmet YILMAZ Prof. Dr. Abdullah YEŞİLOVA Assoc. Prof. Dr. Ahmet AKKÖPRÜ Assoc. Prof. Dr. Evin POLAT AKKÖPRÜ	<i>Van Yüzüncü Yıl University TÜRKİYE</i>	THE EFFECT OF ENDOPHYTE BACTERIA ON THE POPULATION DENSITY OF THE BROAD BEAN APHID [Aphis fabae SCOPOLI (HEMIPTERA: APHIDIDAE)], FEEDING ON BEAN PLANT
Assist. Prof. Dr. Özlem ÇAKMAKCI Assoc. Prof. Dr. Talip ÇAKMAKCI Prof. Dr. Suat ŞENSOY	<i>Van Yüzüncü Yıl University TÜRKİYE</i>	EFFECT OF BIOCHAR TREATMENT ON TOTAL POLYPHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF ARUGULA (ERUCA VESICARIA) UNDER DEFICIT IRRIGATION WATER CONDITIONS

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.



ONLINE PRESENTATIONS

02.03.2024 / HALL-3 / SESSION-1



ANKARA LOCAL TIME: 10⁰⁰ - 12⁰⁰

HEAD OF SESSION: **Assoc. Prof. Dr. İsmail ALASERHAT**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Kadriye ÇELİK Prof. Dr. Süleyman AVCI	<i>Eskişehir Osmangazi University TÜRKİYE</i>	EFFECT OF SEAWEED (ASCOPHYLLUM NODOSUM) TREATMENTS ON GERMINATION AND TURF QUALITY IN SOME COOL SEASON GRASS
Kadriye ÇELİK Prof. Dr. Süleyman AVCI	<i>Eskişehir Osmangazi University TÜRKİYE</i>	EFFECT OF DIFFERENT SEED TREATMENTS ON GERMINATION AND EMERGENCE CHARACTERISTICS OF POA PRATENSIS L.
Yeşim Nilay ASLAN Muharrem YILMAZ	<i>Ordu University TÜRKİYE</i>	DETERMINATION OF POMOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SOME BLUEBERRY (Vaccinium corymbosum L.) VARIETIES GROWN IN BULANCAK OF GİRESUN PROVINCE
Usman Muhammad Umar Zeynep Ünal	<i>Niğde Ömer Halisdemir University TÜRKİYE</i>	LEVERAGING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ENHANCED WEED IDENTIFICATION AND MANAGEMENT
Prof. Dr. Mustafa KIZILŞİMŞEK Res. Assist. Eylül Nezahat KIZILYAR	<i>Kahramanmaraş Sütçü İmam University TÜRKİYE</i>	DIFFICULTIES AND SOLUTIONS IN SILAGE MAKING OF LEGUME FORAGE CROPS
Dr. Mustafa AKBABA Dr. Tuba GENÇ KESIMCI	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	SCREENING OF BIOCONTROL EFFECTS OF ENDOPHYTIC ROOT BACTERIA AGAINST RHIZOCTONIA SOLANI IN POTATO PLANTS
Assoc. Prof. Dr. İsmail ALASERHAT	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	INTEGRATED MANAGEMENT OF SPOTTED WING DROSOPHILA, Drosophila suzukii (Matsumura) SITUATION IN TURKEY AND WORLDWIDE
Lect. Elvan KOÇ	<i>Artvin Çoruh University TÜRKİYE</i>	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF SUSTAINABLE AGRICULTURE ARTICLES

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.



ONLINE PRESENTATIONS

02.03.2024 / HALL-4 / SESSION-1



ANKARA LOCAL TIME: 10⁰⁰ - 12⁰⁰

HEAD OF SESSION: **Assoc. Prof. Dr. Enzala NOVRUZOVA**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Mirvasif SEYIDOV	<i>Nakhchivan State University</i> AZERBAIJAN	EFFECT OF BABEZIOSIS ON SHEEP PRODUCTIVITY IN NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC
Assist. Prof. Dr. Namig Abbasov Mursal Seyidov Assist. Prof. Dr. Zulfiya Salayeva	<i>Nakhchivan State University</i> AZERBAIJAN	USAGE PERSPECTIVES OF THE SPECIES OF EREMURUS SPECTABILIS M.BIEB. (NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC)
Akif Mardanlı Tofiq Aliyev Ibrahimova Aynur Masim Jamalbeyli Sama Kemal	<i>Nakhchivan State University</i> AZERBAIJAN	LANDS OF THE PLAIN PART OF NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC
Fizze KAZIMOVA	<i>Naxcivan State University</i> AZERBAIJAN	ORGANIC FARMING
Assoc. Prof. Dr. Enzala NOVRUZOVA	<i>Nakhchivan State University</i> AZERBAIJAN	SYSTEMATIC ANALYSIS AND DISTRIBUTION ZONES OF SPECIES INCLUDED IN THE GENUS SCLERANTHUS L. IN THE FLORA OF NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC
Assoc. Prof. Dr. Feride SEFEROVA Leylabeyim SEYIDOVA	<i>Nakhchivan State University</i> AZERBAIJAN	MEASURES TO COMBAT POISONOUS PLANTS IN THE PASTURES OF THE NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.



ONLINE PRESENTATIONS

02.03.2024 / HALL-5 / SESSION-1



ANKARA LOCAL TIME: 10⁰⁰ - 12⁰⁰

HEAD OF SESSION: **Syeda Sabika Zahra Naqvi**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Malihe JAHANI Dr. Mohammad Reza ZARGARAN KHOUZANI Dr. Sedighe JAHANI	<i>Shandiz Institute of Higher Education IRAN Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources IRAN Tehran Islamic Azad University IRAN</i>	A REVIEW OF MEDICINAL AND NUTRITIONAL PROPERTIES OF DUNALIELLA SALINA MICROALGA
Dr. Malihe JAHANI Dr. Mohammad Reza ZARGARAN KHOUZANI Dr. Sedighe JAHANI	<i>Shandiz Institute of Higher Education IRAN Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources IRAN Tehran Islamic Azad University IRAN</i>	A REVIEW OF MEDICINAL AND THERAPEUTIC USES OF SPIRULINA MICROALGA
Hassane Boudad Othmane Lamoumni Ouardi Laila Mentag Rachid El Fazazi Kaoutar Abdelmajid Haddioui Jamal Charafi	<i>National Intitute of Agricultural Research MOROCCO University of Sultan Moulay Slimane MOROCCO University Cadi Ayyad MOROCCO National Intitute of Agricultural Research MOROCCO</i>	PHYSIOLOGICAL ADAPTATIONS OF PLANTS TO HAIL: AN ANALYSIS OF VARIETIES AND THEIR ENVIRONMENTAL RESPONSES
Sajjadur Rahman Md. Mashrur Hossain Rubab Mahjabin Prema Payal Fuad Hasan Maksud Riyan Islam	<i>Dhaka University BANGLADESH</i>	NAVIGATING SUSTAINABILITY IN URBAN LANDSCAPES: ASSESSING ORGANIC FERTILIZER ADOPTION AND CHALLENGES AMONG FARMERS IN DHAKA REGION, BANGLADESH
Devamani Mahadevaswamy Dhahira Beevi Nagoorgani Thimma Reddy H	<i>Periyar University INDIA</i>	EXPLORING THE INTERPLAY OF MICRONUTRIENTS IN ENHANCING TREE MULBERRY GROWTH, YIELD AND SERICULTURAL SUCCESS ACROSS DIVERSE NUTRIENT REGIMENS
Syeda Sabika Zahra Naqvi Syed Mohsan Raza Shah	<i>University of Education PAKISTAN</i>	MORPHO-ANATOMICAL MODIFICATION IN WITHANIA SOMNIFERA (L.) DUNAL FROM PUNJAB, PAKISTAN: INSIGHT INTO ADAPTATION
Farzana Iftikhar Waqas Ahmad	<i>The Women University Multan PAKISTAN Bahauddin Zakariya University Multan PAKISTAN</i>	EVALUATION OF GENETIC DIVERSITY AND GENOME FINGERPRINTING OF BITTER GOURD GENOTYPES (MOMORDICA CHARANTIA) BY MOLECULAR MARKER
SIVASURIYAN K AJAYDESOUZA V KATHIRAVAN P	<i>Annamalai University INDIA</i>	A NOVEL WAY OF NANOENCAPSULATION OF BIOACTIVE COMPOUNDS FROM FRUITS AND VEGETABLES

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.



ONLINE PRESENTATIONS

02.03.2024 / HALL-6 / SESSION-1



ANKARA LOCAL TIME: 10⁰⁰ - 12⁰⁰

HEAD OF SESSION: **Dr. Berhanu Bekele**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
KATHIRAVAN P SIVASURIYAN K AJAYDESOUZA V	<i>Annamalai University INDIA</i>	UTILIZING HETEROTIC GROUPING TO HARNESS THE BENEFITS OF HYBRID VIGOR
Dr. Berhanu Bekele	<i>Wachemo University ETHIOPIA</i>	POULTRY PRODUCTION, GENETIC IMPROVEMENT, PROCESSING AND UTILIZATION IN ETHIOPIA
Maria Taj Muhammad Nasir Uddin Khan	<i>Karachi University PAKISTAN Jinnah University for women PAKISTAN</i>	CLEAN AND GREEN ENVIRONMENT BY USING AGRICULTURAL WASTE WITH BETTER CLEANING PROPERTIES THAN SYNTHETIC ONES
Mohamed Jibril Daia Eddine Sara Badrouss Abderrazak El Harti El Mostafa Bachaoui Mohamed Biniz Hicham Mouncif	<i>Sultan Moulay Slimane University MOROCCO</i>	CITRUS YIELD ESTIMATION USING UAV IMAGERY AND ENHANCED YOLO V7 OBJECT DETECTION MODEL
Sara Badrouss Mohamed Jibril Daia Eddine Hicham Mouncif Mohamed Biniz El Mostafa Bachaoui	<i>Sultan Moulay Slimane University MOROCCO</i>	ENHANCING PLANT SPECIES MAPPING THROUGH UAV REMOTE SENSING AND DEEP LEARNING: A CASE STUDY IN THE HIGH ATLAS MOUNTAINS, MOROCCO
Nora SALIM Jamal AABDOUSSE Ilias OUSSIF Noureddine HAMAMOUCHE Nadya WAHID	<i>Sultan Moulay Slimane University MOROCCO Mohammed V University MOROCCO</i>	EFFECT OF PROVENANCE ON LEAF MORPHOLOGICAL TRAITS AND SECONDARY METABOLITE LEVELS IN LEAF EXTRACTS OF MYRTLE (MYRTUS COMMUNIS L.) IN MOROCCO
Eptesam AL Zalaoui Aouatif Benali Souad Hajjaji	<i>Mohammed V University MOROCCO Food Technology Laboratory UR PAF, CRRA Rabat, INRA MOROCCO Mohammed V University MOROCCO</i>	PHYTOCHEMICAL SCREENING AND GC-MS ANALYSIS OF DIFFERENT EXTRACTS OF CARALLUMA QUADRANGULA FROM YEMEN
Brahim Sow Abdelhalem Mesfioui AZEROUAL EMBAREK Moulay Larbi Ouahidi	<i>Ibn Tofail University MOROCCO</i>	EVALUATION OF THE EFFECTS OF ETHANOIC EXTRACTS OF BALANITE AEGYPTIACA L' DELILE BARK ON BIOCHEMICAL AND HAEMATOLOGICAL PARAMETERS IN WISTAR RATS

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.



ONLINE PRESENTATIONS

02.03.2024 / HALL-1 / SESSION-2



ANKARA LOCAL TIME: 12³⁰ - 14³⁰

HEAD OF SESSION: **Assist. Prof. Dr. Baris EREN**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Prof. Dr. Ferit ÇOBANOĞLU Enver KEN	<i>Aydın Adnan Menderes University TÜRKİYE</i>	AN APPROACH TO MEASURING SUSTAINABILITY IN AGRICULTURAL PRODUCTION: SMART
Enver KEN Prof. Dr. Ferit ÇOBANOĞLU	<i>Aydın Adnan Menderes University TÜRKİYE</i>	SUSTAINABILITY OF OILY SUNFLOWER PRODUCTION UNDER THE IMPORTATION STRANGLEHOLD: AN EXAMINATION WITH THE ARDL BOUNDS TESTING APPROACH
Engin KARAFAKIOĞLU Dr. Yasar SAHİN	<i>Beykent University TÜRKİYE Trabzon University TÜRKİYE</i>	A SYSTEMATIC REVIEW ON DIGITALISATION AND INDUSTRY 5.0 IN AGRICULTURAL BUSINESSES
Assist. Prof. Dr. Emine AŞKAN Assoc. Prof. Dr. Köksal KARADAŞ Agr. Eng. Erdal ÇALIKUŞU	<i>Iğdır University TÜRKİYE Afyonkarahisar Başmakçı District Directorate of Agriculture and Forestry TÜRKİYE</i>	SOCIO-ECONOMIC CHARACTERISTICS OF BUSINESSES PRODUCING GHERKIN (PICKLED CUCUMBER): THE CASE OF AFYONKARAHISAR PROVINCE
Assist. Prof. Dr. Mehmet ASLAN Assist. Prof. Dr. Esra KOÇ	<i>Artvin Çoruh University TÜRKİYE</i>	THE RELATIONSHIP BETWEEN AGRICULTURAL PRODUCTION, ECOLOGICAL FOOTPRINT, INDUSTRIALIZATION AND ECONOMIC GROWTH IN TURKEY: EXTENDED ARDL METHOD
İbrahim YILDIZHAN Assist. Prof. Dr. Baris EREN	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	INNOVATION PROCESSES OF AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY and TURKEY MODEL
İbrahim YILDIZHAN Lect. Dr. Hasret ÖZTÜRK PALA	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	AN OVERVIEW OF GENETIC FACTORS AFFECTING PRODUCTIVITY IN SHEEP
Prof. Dr. Mehmet SÜTYEMEZ	<i>Kahramanmaraş Sütçü İmam University TÜRKİYE</i>	COMPARISON OF PHENOLOGICAL AND POMOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DİRLİŞ AND CHANDLER WALNUT VARIETIES

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.



ONLINE PRESENTATIONS

02.03.2024 / HALL-2 / SESSION-2



ANKARA LOCAL TIME: 12³⁰ - 14³⁰

HEAD OF SESSION: **Prof. Dr. Ramazan ERENLER**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Neslihan BALLI Assist. Prof. Dr. İbrahim HOSAFLIOGLU	<i>İğdır University TÜRKİYE</i>	THE EFFECT OF SLOW-RELEASING COMPOSITE FERTILIZER ON THE GRADE QUALITY ELEMENTS IN BLUE GRASS (<i>FESTUCA OVINA L.</i>) UNDER ECOLOGICAL CONDITIONS
Prof. Dr. Ramazan ERENLER Assist. Prof. Dr. İbrahim Hosaflioglu	<i>Research Laboratory Practice and Research Center, İğdır, TÜRKİYE İğdır University TÜRKİYE</i>	PHYTOCHEMICAL ANALYSIS OF MELILOTUS OFFICINALIS
Prof. Dr. Ramazan ERENLER	<i>Research Laboratory Practice and Research Center, İğdır, TÜRKİYE</i>	ANTIOXIDANT ACTIVITY AND QUANTITATIVE ANALYSIS OF PHENOLIC COTENTS OF ONOBRYCHIS VICIIFOLIA
Assoc. Prof. Dr. Adnan AYDIN	<i>İğdır University TÜRKİYE</i>	USE OF COTTON SSR MARKERS IN BISULFITE SEQUENCING
Ahmet GÖKKAYA Şule GÜZEL İZMİRLİ	<i>Recep Tayyip Erdoğan University TÜRKİYE</i>	MICROPLASTIC POLLUTION IN COMMERCIALY SOLD ORGANIC TEA
Res. Assist. Ramazan TOSUN Assoc. Prof. Dr. Ali İhsan ATALAY	<i>İğdır University TÜRKİYE</i>	IN OVO FEEDING METHOD
Assoc. Prof. Dr. Ali İhsan ATALAY Res. Assist. Ramazan TOSUN	<i>İğdır University TÜRKİYE</i>	DETERMINATION OF ALTERNATIVE FORAGE POTENTIAL OF SOME AUTUMN FALLEN GRAPE FRUIT TREE LEAVES
Ayfer GÜNEY SARITAŞ Assoc. Prof. Dr. Ramazan GÜRBÜZ	<i>İğdır University TÜRKİYE</i>	THE INVASIVE THREAT OF TREE OF HEAVEN (<i>Ailanthus altissima</i>): IMPACTS, CHALLENGES, AND MANAGEMENT STRATEGIES
Assoc. Prof. Dr. Ramazan GÜRBÜZ	<i>İğdır University TÜRKİYE</i>	COVER CROPS: A SUSTAINABLE APPROACH TO WEED MANAGEMENT

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.



ONLINE PRESENTATIONS

02.03.2024 / HALL-3 / SESSION-2



ANKARA LOCAL TIME: 12³⁰ - 14³⁰

HEAD OF SESSION: **Assoc. Prof. Dr. Köksal KARADAŞ**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Dr. Emine NAKİLCİOĞLU Gizem TİRYAKİ	<i>Ege University TÜRKİYE</i>	USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE FOOD INDUSTRY
Assoc. Prof. Dr. Emine NAKİLCİOĞLU Gizem TİRYAKİ	<i>Ege University TÜRKİYE</i>	THE PRODUCTION PROPERTIES AND APPLICATIONS OF VITAL WHEAT GLUTEN
Köksal KARADAŞ Emine AŞKAN Fatih GÜLER	<i>Iğdır University TÜRKİYE Van Yüzüncü Yıl University TÜRKİYE</i>	ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING TOMATO INCOME USING DATA MINING: THE EXAMPLE OF İĞDIR PROVINCE
Hakan SÖNMEZ	<i>Dokuz Eylül University TÜRKİYE</i>	THE IMPACT OF PUBLIC, PRIVATE, AND FOREIGN BANK AGRICULTURAL LOANS ON AGRICULTURAL GROSS DOMESTIC PRODUCT: A CASE STUDY OF TURKEY
Res. Assist. Biset TOPRAK Assist. Prof. Dr. Emine Elif NEBATİ	<i>Istanbul Sabahattin Zaim University TÜRKİYE</i>	DIGITAL TRANSFORMATION AND DEVELOPMENTS IN AGRICULTURE
Yunis RUSTAMLI Ali TAHIROV Aynur NOVRUZLU	<i>Nakhchivan State University AZERBAIJAN Department of Veterinary Medicine AZERBAIJAN</i>	REQUIREMENTS ON PRODUCTION, PROCESSING AND STORAGE PROCEDURES OF MALE BEE LARVAE- APILARNIL IN NAKCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC
İbrahimova Aynur Masim kızı	<i>Nakhchivan State University AZERBAIJAN</i>	SOME NUTRITIONALLY IMPORTANT SPECIES OF ESSENTIAL OIL PLANTS, THEIR ECONOMIC IMPORTANCE
Gunay Mammadova Israphil Turkan Hasanova Allahverdi	<i>Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan, AZERBAIJAN</i>	STUDY OF SOIL BIO-ECOLOGICAL INDICATORS IN VARIOUS BIOTOPES OF THE SHEKI-ZAGATALA ECONOMIC REGION

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.



ONLINE PRESENTATIONS

02.03.2024 / HALL-4 / SESSION-2



ANKARA LOCAL TIME: 12³⁰ - 14³⁰

HEAD OF SESSION: **Dr. Muhammad FAISAL**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Hassana Ismaili Alaoui	<i>Ibn Tofail University MOROCCO</i>	ECONOMIC VALUATION OF SEDIMENT RETENTION SERVICES IN THE OUED-BEHT WATERSHED (MOROCCO): A SPATIOTEMPORAL ANALYSIS USING INVEST SDR-INVEST MODEL
Muhammad Safdar Syed Mohsan Raza Shah	<i>University of Education PAKISTAN</i>	UNVEILING ADAPTIVE COMPONENTS FOR ENVIRONMENTAL HETEROGENEITY IN IPOMOEA CARNEA JACQ
Hassane ABD-DADA Saïd BOUDA Abdelmajid HADDIOUI	<i>Sultan Moulay Slimane University MOROCCO</i>	GENETIC DIVERSITY ANALYSIS OF NATURAL POPULATIONS OF A MEDICINAL AND MELLIFEROUS PLANT (EUPHORBIA RESINIFERA) USING MORPHOLOGICAL TRAITS AND MOLECULAR MARKERS
Er. Himanshu Khanna Dr. Harish Pungotra Dr. Sandeep Gandotra	<i>Sardar Beant Singh State University INDIA</i>	RECENT ADVANCEMENTS IN COATINGS OF BIOMEDICAL MAGNESIUM ALLOY
Eludoyin O.S. Ojo A.E Idisi B.E. Amadi H.	<i>Port Harcourt University NIGERIA Tai Solarin University of Education NIGERIA Delta State University of Science and Technology NIGERIA Ignatius Ajuru University of Education NIGERIA</i>	EFFECTS OF OPEN DUMPSITE ON SOIL PROPERTIES IN A RAINFOREST REGION OF OGUN STATE, NIGERIA: A MENACE FOR SUSTAINABLE TROPICAL AGRICULTURE
Dr. Muhammad FAISAL	<i>Allama Iqbal Open University PAKISTAN</i>	LEVERAGING AI TOOLS FOR EFFECTIVE MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS (MIS) IN BIG DATA ANALYTICS
K.R.Padma K.R.Don	<i>Women's University INDIA Bharath University INDIA</i>	ROLE OF PROBIOTICS AND THEIR METABOLITES IN THE TREATMENT AND PREVENTION OF CANCER CELLS
Plamen GLOGOV	<i>Forest Research Institute – Bulgarian Academy of Sciences BULGARIA</i>	ROLE OF ALLELOPATHY IN THE ECOLOGICAL STRATEGY OF SOME INVASIVE ALIEN TREE SPECIES POSING A THREAT TO THE NATURAL FORESTS IN BULGARIA
Dr. Nikhil Gangwar	<i>Delhi University INDIA</i>	SOIL DEGRADATION IN THE UNITED PROVINCES DURING THE NINETEENTH CENTURY

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.



ONLINE PRESENTATIONS

02.03.2024 / HALL-5 / SESSION-2



ANKARA LOCAL TIME: 12³⁰ - 14³⁰

HEAD OF SESSION: **Sohaib Hassan**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Prof. Dr. Roman Truskavetsky Zubkovska Viktoriia Khyzhniak Iryna	<i>National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after A. N. Sokolovsky", Kharkiv, UKRAINE</i>	DIAGNOSTICS AND OPTIMIZATION OF PHOSPHATE STATUS OF SOILS BASED ON BUFFERING INDICATORS
Sohaib Hassan	<i>University of Veterinary and Animal Sciences PAKISTAN</i>	PASTURES TO PROTOCOLS: NAVIGATING AGRICULTURAL AND VETERINARY FRONTIERS FOR LIVESTOCK WELL-BEING
Dr. Muhammad Kamran KHAN Misbah Ur Rehman	<i>Government College University PAKISTAN</i>	DEVELOPING FRUIT LEATHER (PESTIL) THROUGH MICROWAVE DRYING: A SUSTAINABLE APPROACH
Wafae Sellami Khalid Daoui Mohammed Ibriz Abderrazzak Bendidi	<i>Agro-Physiology Plant, National Institute of Agronomic Research MOROCCO Ibn Tofaïl University MOROCCO</i>	EFFECTS OF TILLAGE AND FERTILIZATION ON WHEAT YIELD UNDER MEDITERRANEAN CONDITIONS
Dr. Maryna Zakharova Dr. Yuri Thapko Natalia Palamar Yana Vodyak	<i>National Scientific Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky», Kharkiv, Ukraine</i>	CHANGES IN ORGANIC CARBON CONTENT IN URBAN SOILS DURING MISCANTHUS CULTIVATION
Kasinathan Rakkammal Manikandan Ramesh	<i>Alagappa University INDIA</i>	GENOME-WIDE IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF NHX GENES FAMILY IN ELEUSINE CORACANA: AN IN-SILICO APPROACH
Minodora Manu Anca Rovena Lăcătușu Florian Bodescu Roxana Georgiana Nicoară Luiza Silvia Mihai Marilena Onete	<i>Institute of Biology Bucharest ROMANIA National Research & Development Institute for Soil Science, Agrochemistry and Environment - ICPA ROMANIA Multidimension SRL, Săveni, ROMANIA</i>	EDAPHIC FAUNA INVERTEBRATES FROM PONTO-SARMATIC STEPPES, IN MĂCIN MOUNTAINS NATIONAL PARK, ROMANIA
Abhishek Pandey Dr. V. Ramesh	<i>SCSVMV University INDIA</i>	OPTIMIZING CLOUD-ENABLED CULTIVATION WITH DEEP LEARNING
Darshna kumari Prof. Dr. Afshan Siddiq Assist prof. Dr. Sadia Ghousia Baig	<i>Karachi University PAKISTAN</i>	PREVALENCE OF CUTANEOUS LEISHMANIASIS COASTAL AREAS OF BALUCHISTAN AND THE STUDY OF ANTILEISHMANIASIS NATURAL MEDICINAL PLANTS

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.



ONLINE PRESENTATIONS

02.03.2024 / HALL-6 / SESSION-2



ANKARA LOCAL TIME: 12³⁰ - 14³⁰

HEAD OF SESSION: **Dr.S. Lakshmi**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Ana DIAS Carla SANTOS	<i>Polytechnic Institute of Beja PORTUGAL New University of Lisbon PORTUGAL</i>	RISK MANAGEMENT IN AGRICULTURE: SAFETY WHEN WORKING WITH TRACTORS
Dr.S. Lakshmi Dr.R. Sivakumar	<i>SRM Institute of Science and Technology INDIA</i>	MICRO ALGAE - PATH TO REACH SUSTAINABLE AGRICULTURE
Rana Choukri Mohamed Faize Maria Manuela Rigano Manuel Rodriguez-Concepcion Jaime F. Martinez-Garcia Mourad Baghour	<i>Mohammed I University MOROCCO Chouaib Doukkali University MOROCCO Naples University MOROCCO Institute for Plant Molecular and Cell Biology SPAIN Mohammed I University MOROCCO</i>	EFFECT OF PLANT DENSITY ON GROWTH AND DROUGHT TOLERANCE OF TWO TOMATO VARIETES
Nur Atiqah Thowus	<i>Science University MALAYSIA</i>	REMOVAL OF NITROGEN AND PHOSPHORUS FROM SYNTHETIC WASTEWATER BY THE ENCAPSULATION OF YEAST IN ALGINATE
Dr. Natela Borisovna POPKHADZE	<i>Head of Scholarly Information Center at Phassis Academy in Tbilisi GEORGIA</i>	POSSIBLE REASONS OF RECENT LANDSLIDES AND AGRICULTURAL SOIL DEGRADATION IN SAKARTVELO//GEORGIA REPUBLIC/GURCISTAN
Fatin Nazura Azhar Aisyah Maisarah Awang Adibah Zurkafli Farah Nurhanisah Ab Rahim Norhayati Hussain Nursabrina Munawar	<i>Teknologi MARA University MALAYSI Putra University MALAYSI</i>	OPTIMIZATION OF COLD INFUSION PARAMETERS OF ANNONA MURICATA LEAVES USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY (RSM)
Nibedita Sarma Amit Kumar Pradhan Bhaben Tanti	<i>Gauhati University INDIA Pragjyotish College INDIA Gauhati University INDIA</i>	ASSESSMENT OF THE GRAIN QUALITY AND NUTRITIONAL PROPERTIES OF BORA RICE – AN INDIGENOUS RICE CULTIVAR OF ASSAM, INDIA
Apurva A. Salunkhe Firoj A. Tamboli	<i>Bharati Vidyapeeth College of Pharmacy INDIA</i>	UNVEILING PHYTOCHEMICAL DIVERSITY: A COMPARATIVE STUDY OF NATURAL AND MICROPROPAGATED BACOPA MONNIERI (L.)

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.



ONLINE PRESENTATIONS

02.03.2024 / HALL-1 / SESSION-3



ANKARA LOCAL TIME: 15 00 - 17 00

HEAD OF SESSION: **Assoc. Prof. Dr. Ismail Mammadov**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Dr. Asuman KAPLAN EVLİCE Assoc. Prof. Dr. Rukiye KARA Prof. Dr. Aydın AKKAYA	<i>Sivas University of Science and Technology University TÜRKİYE Muş Alparslan University TÜRKİYE</i>	WHEAT BREEDING FOR HEALTH BENEFIT
Prof. Dr. Ayten NAMLI Nihal Ceren ALICI SUNGUR	<i>Ankara University TÜRKİYE</i>	EFFECTS OF DIFFERENT DOSES OF VERMICOMPOST APPLICATIONS ON YIELD AND QUALITY PARAMETERS IN BARLEY
Ali KOÇ Assoc. Prof. Dr. Hakkı AKDENİZ Yunus Emre KOÇ	<i>General Directorate of Agricultural Affairs TÜRKİYE İğdır University TÜRKİYE Niigata University JAPAN</i>	YIELD AND ADAPTATIONS OF CERTAIN CHICKPEA GENOTYPES (Cicer arietinum L.) UNDER CEYLANPINAR CONDITIONS
Lect. Zeynep ASUTAY	<i>Bitlis Eren University TÜRKİYE</i>	IMPACT OF STRESS FACTORS INTERNAL AND EXTERNAL TO THE HIVE ON HONEY BEES AND THEIR REFLECTION ON HONEY BEE PRODUCTS
Funda DÖKMEN	<i>Kocaeli University TÜRKİYE</i>	SUSTAINABILITY IN WATER EFFICIENCY IN AGRICULTURE
Hasan KANBAROV	<i>Nakhchivan State University AZERBAIJAN</i>	THE EFFECT OF FASCIOLASIS ON FERTILITY
Assoc. Prof. Dr. Ismail Mammadov Assoc. Prof. Dr. Habib Huseynov	<i>Nakhchivan State University AZERBAIJAN</i>	PREVALENCE OF SARCOCYSTIS SPECIES IN SHEEP IN THE AUTONOMOUS REPUBLIC OF NAKHCHIVAN
Samet ATA Prof. Dr. Barış Bülent AŞIK	<i>Sütaş Süt Ürünleri A.Ş., Bursa, TÜRKİYE Bursa Uludağ University TÜRKİYE</i>	COMPARATIVE DETERMINATION OF THE EFFECT OF FERMENTED ORGANIC AND ORGANOMINERAL FERTILIZERS ON YIELD AND SOIL PROPERTIES IN WHEAT-SUNFLOWER ROTATION WITH CHEMICAL FERTILIZER APPLICATIONS SUTAS İ.C.

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.



ONLINE PRESENTATIONS

02.03.2024 / HALL-2 / SESSION-3



ANKARA LOCAL TIME: 15 00 - 17 00

HEAD OF SESSION: **Assoc. Prof. Dr. Tuncay KAYA**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Yasin USLUGİL	<i>KTO Karatay University TÜRKİYE</i>	AN ALTERNATIVE APPROACH TO AGRICULTURAL EQUIPMENT TRACKING USING LORA WIRELESS COMMUNICATION INFRASTRUCTURE
Andy Max Clerge PIERRE Sakine ÇETİN TANER	<i>Ondokuz Mayıs University TÜRKİYE</i>	DETERMINATION OF SPATIAL VARIABILITY OF PRECIPITATION IN HAITI USING GPM-IMERG AND PERSIANN-CCS SATELLITE DATA
Logman BAYRAMOV	<i>Nakhchivan State University AZERBAIJAN</i>	ASSESSMENT OF THE ECONOMIC EFFICIENCY AND USE WAYS OF SOME APPLE VARIETIES AND FORMS GROWN IN THE TERRITORY OF NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC
Assoc. Prof. Dr. Tuncay KAYA	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	INTERACTION OF SOME FRUIT SPECIES WITH AGRIVOLTAIC SYSTEMS
Assoc. Prof. Dr. Tuncay KAYA	<i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	EFFECTS OF AGRIVOLTAIC SYSTEMS ON AGRICULTURE
Işıl KAAN Firuze ERGİN ZEREN Ahmet KÜÇÜKÇETİN	<i>Akdeniz University TÜRKİYE</i>	INVESTIGATION OF THE USE OF ELECTROSPINNING TECHNIQUE TO PRODUCE BIOACTIVE FILM
Prof. Dr. H. Hüseyin ÖZTÜRK Res. Assist. Hasan Kaan KÜÇÜKERDEM Dr. Ümran ATAY	<i>Çukurova University TÜRKİYE Iğdır University TÜRKİYE Mardin Artuklu University TÜRKİYE</i>	ENERGY CONSUMPTION FOR COW MILK PRODUCTION IN ADANA PROVINCE
Res. Assist. Hasan Kaan KÜÇÜKERDEM Dr. Ümran ATAY Prof. Dr. H. Hüseyin ÖZTÜRK	<i>Iğdır University TÜRKİYE Mardin Artuklu University TÜRKİYE Çukurova University TÜRKİYE</i>	A RESEARCH ON ELECTRICITY GENERATION FROM SOLAR ENERGY FOR SUSTAINABLE AGRICULTURAL PRODUCTION IN İĞDIR PROVINCE

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.



ONLINE PRESENTATIONS

02.03.2024 / HALL-3 / SESSION-3



ANKARA LOCAL TIME: 15⁰⁰ - 17⁰⁰

HEAD OF SESSION: **Prof. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assist. Prof. Dr. Hilmi KARA Prof. Dr. Mehmet Salih ÖZGÖKÇE	<i>Van Yüzüncü Yıl University TÜRKİYE</i>	THE EFFECT OF SOME SOIL-BORNE BENEFICIAL MICROORGANISMS ON THE DEVELOPMENT AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF <i>Myzus persicae</i> (HEMIPTERA: APHIDIDAE) MEDIATED BY PEPPER PLANT
Zehra ÖZŞAHİN Yusuf Murat KEÇE Adem GÜNEŞ	<i>Erciyes University TÜRKİYE</i>	EFFECTS OF PGPR BACTERIA, MYCORRIZA AND ZINC APPLICATIONS ON LETTUCE (<i>LACTUVA SATİVA L.</i>) PLANT DURING WINTER MONTHS
Dr. Enes FİDAN Assoc. Prof. Dr. Reyhan YERGIN ÖZKAN Prof. Dr. Işık TEPE	<i>Van Yüzüncü Yıl University TÜRKİYE</i>	THE EFFECTS OF DIFFERENT AMOUNTS OF BRANCHED BROOMRAPE (<i>Phelipanche ramosa (L.) POMEL</i>) ON SOME CULTIVATED PLANTS
Aytül SANDALLI Lect. Fatma ÇALIK TÜRK Assoc. Prof. Dr. Emine AKYÜZ TURUMTAY Assoc. Prof. Dr. Halbay TURUMTAY Prof. Dr. Vagif ATAMOV	<i>Recep Tayyip Erdoğan University TÜRKİYE</i> <i>Artvin Çoruh University TÜRKİYE</i> <i>Karadeniz Technical University TÜRKİYE</i>	USING RAPD AND SSR METHODS IN DETERMINING THE BIODIVERSITY OF <i>Paeonia</i> (Peony) DISTRIBUTED IN THE EASTERN BLACK SEA REGION
Lect. Fatma ÇALIK TÜRK Aytül SANDALLI Halbay TURUMTAY Assoc. Prof. Dr. Emine AKYÜZ TURUMTAY Prof. Dr. Vagif ATAMOV	<i>Artvin Çoruh University TÜRKİYE</i> <i>Recep Tayyip Erdoğan University TÜRKİYE</i>	INVESTIGATION OF FIVE MONOTERPENE COMPOUNDS IN <i>P. daurica</i> ROOT EXTRACT USING HPLC-DAD METHODS
Assoc. Prof. Dr. Burcu TUNCER	<i>Van Yüzüncü Yıl University TÜRKİYE</i>	THE EVALUATION OF ROOT VEGETABLES IN TURKEY DURING THE COVID-19 PANDEMIC AND THE PRE-PANDEMIC PERIOD
Assoc. Prof. Dr. Burcu TUNCER	<i>Van Yüzüncü Yıl University TÜRKİYE</i>	A GENERAL OVERVIEW OF VEGETABLES CONSUMED ONION AND SHOOT PARTS DURING THE COVID-19 PANDEMIC PERIOD IN TURKEY
Dr. Hakan HEKİMHAN Agr. Eng. Ayda KONUKSAL Prof. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK	<i>Ege Agricultural Research Institute TÜRKİYE</i> <i>Agricultural Research Institute TURKISH REPUBLIC OF NORTHEM CYPRUS</i> <i>Iğdır University TÜRKİYE</i>	DETECTION OF THE REACTIONS OF SOME BARLEY (<i>HORDEUM VULGARE L.</i>) GENOTYPES AGAINST <i>PYRENOPHORA TERES</i> DISEASE IN FIELD CONDITIONS IN GÜZELYURT AND TÜRKMENKÖY DISTRICTS IN NORTHERN CYPRUS AND THEIR RELATIONSHIP WITH THE NUMBER OF TILLER IN THE PLANT

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.



ONLINE PRESENTATIONS

02.03.2024 / HALL-4 / SESSION-3



ANKARA LOCAL TIME: 15⁰⁰ - 17⁰⁰

HEAD OF SESSION: **Prof. Sanjeev Kumar Gupta**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assist. Prof. Dr. Dheeraj Rathore	<i>Central University of Gujarat INDIA</i>	AGRO-POTENTIAL OF BIOSURFACTANT TO SUSTAIN SOIL QUALITY, NUTRIENT AVAILABILITY AND PLANT PRODUCTIVITY
Baskar G Divya Praba S L Sivaranjani G Aishwarya D Aishwarya K	<i>St. Joseph's College of Engineering INDIA</i>	OPTIMIZING CROCUS SATIVUS CULTIVATION IN INDOOR VERTICAL FARMING: A CONTROLLED AND SUSTAINABLE ENVIRONMENT APPROACH
Junu Poudel Namita Nath Bhaben Tanti	<i>Gauhati University INDIA</i>	ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF MICROCRYSTALLINE CELLULOSE FROM BAMBUSA TULDA AND EVALUATION OF ITS POTENTIAL AS A PHARMACEUTICAL EXCIPIENT
Madalina Alexandra DAVIDESCU Bogdan Iosif DOBOS Alexandru USTUROI Madalina Iuliana IORDACHE Marius Giorgi USTUROI	<i>"Ion Ionescu de la Brad" University of Life Sciences ROMANIA Gheorghe Asachi Technical University of Iasi ROMANIA Providenta Hospital Laboratories ROMANIA</i>	THE USE OF MICROARRAY TECHNOLOGY IN PERSONALIZED MEDICINE
Alexandru USTUROI Madalina Iuliana IORDACHE Madalina Alexandra DAVIDESCU Bogdan Iosif DOBOS Marius Giorgi USTUROI	<i>"Ion Ionescu de la Brad" University of Life Sciences ROMANIA Providenta Hospital Laboratories ROMANIA Gheorghe Asachi Technical University of Iasi ROMANIA</i>	CHARACTERISTICS OF TROUT MEAT OBTAINED IN DIFFERENT GROWING SYSTEMS IN THE NORTH EAST REGION OF ROMANIA
Mst. Shahinur Khatun Md. Kamrul Haque Taiba Akter Laboni Md. Rahat Uz Zaman Md. Ashekur Rahman	<i>Rajshahi University BANGLADESH Institute of Bangabandhu War of Liberation Bangladesh Studies (IBLBS) BANGLADESH Ofce of Assistant Commissioner (Land), Cox's Bazar 4740 BANGLADESH</i>	ASSESSING THE IMPACTS OF COVID-19 ON THE GLOBAL AGRICULTURAL SYSTEM AND OPPORTUNITY FOR BANGLADESH AFTER PANDEMIC
Taiba Akter Laboni Md. Akhtar Hossain Mst. Shahinur Khatun Md. Ashekur Rahman Obaidur Rahman Tarek Rahman Likhon Md. Yeamin Hossain	<i>Rajshahi University BANGLADESH Dhaka University BANGLADESH</i>	REPRODUCTIVE BIOLOGY OF CLUPISOMA GARUA FROM THE PADMA RIVER IN RELATION WITH ECO-CLIMATIC CONSIDERATIONS FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT
Prof. Sanjeev Kumar Gupta	<i>Govt. Degree College Kathua INDIA</i>	INVASIVE ALIEN SPECIES IN CROP LANDS OF BARNOTI BLOCK OF DISTRICT KATHUA, JAMMU AND KASHMIR, INDIA

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.



ONLINE PRESENTATIONS

02.03.2024 / HALL-5 / SESSION-3



ANKARA LOCAL TIME: 15⁰⁰ - 17⁰⁰

HEAD OF SESSION: **Okoro, John Chukwuma**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Aguorah, Ogechi Loveth Prof. A. E Agwu Okoro, John Chukwuma	<i>Department of Agricultural extension University of Nigeria, Nsukka</i>	WATER SAFETY INFORMATION NEEDS OF RURAL WOMEN FARMERS IN NSUKKA AGRICULTURAL ZONE ENUGU STATE, NIGERIA
Seyed Abbas Rafat Habib Cheraghi	<i>Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran</i>	INVESTIGATING THE MICROSCOPIC PROPERTIES OF WOOL USED IN HANDWOVEN CARPET YARN IN EAST AZERBAIJAN PROVINCE
Rahma Yani M Nur Gunardi Djoko Winarno Yulia Rahma Fitriana Bainah Sari Dewi	<i>Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung</i>	INTERACTION OF MAHOUTS WITH TAME SUMATERA ELEPHANTS (<i>Elephas maximus sumatranus</i>) IN GRAZING ACTIVITIES AT THE ELEPHANT TRAINING CENTER OF WAY KAMBAS NATIONAL PARK
Thanh-Dung Nguyen Thi-Pha Nguyen Huu-Hiep Nguyen Huu-Thanh Nguyen	<i>Can Tho University VIETNAM An Giang University VIETNAM</i>	CHANGES IN THE PHYTOCHEMICAL PROFILE OF ENDOPHYTIC <i>Bacillus</i> <i>velezensis</i> VTRNT 01 ISOLATED FROM <i>Adenosma bracteosum</i> Bonati DUE TO BACTERIAL ELICITORS
Djellouli Amir Berredjem Yamina Hattab Zhou Guesmia Hadjer Mokhtar Mhenni Azri Naima Sara Ncibi	<i>Université mohammed chérif mesaadia de Souk-Ahras ALGERIA University of soukahras ALGERIA Badji Mokhtar-Annaba University ALGERIA Center for Scientific and Technical Research on Arid regions CRSTRA ALGERIA Institut National Agronomique De Tunisie TUNUSIE</i>	ANALYSING THE POSSIBLE INSECTICIDAL EFFECTS OF THE PHENOLIC COMPONENTS OF TWO SAHARAN BISKRA PLANTS

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.



ONLINE PRESENTATIONS

02.03.2024 / HALL-6 / SESSION-3



ANKARA LOCAL TIME: 15⁰⁰ - 17⁰⁰

HEAD OF SESSION: **Okoroafor Charles Chiadikaobi**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Elwahab Fathalah Ziri Rabea Brhadda Najiba Sedki Mohamed	<i>University Ibn Tofail MOROCCO Regional Center of Agricultural Research of Kenitra MOROCCO</i>	THE THREAT OF RICE BLAST DISEASE: SIGNIFICANT CHALLENGES IN RICE PRODUCTION AND MANAGEMENT STRATEGIES
Ghizlane Bouaaza Ouiam Chetto Rachid Benkirane Hamid Benyahia	<i>Ibn Tofail University MOROCCO Regional Agricultural Research Center MOROCCO</i>	IN VITRO MULTIPLICATION OF STEVIA REBAUADIANA BERTONI
MRABTI Imane ZIRI Rabea GRIJJA Hassan MASUMEH Moghaddam BRHADDA Najiba SMAILI Moulay Chrif	<i>Ibn Tofail University MOROCCO National Institute for Agricultural Research MOROCCO Iranian Research Institute of Plant Protection IRAN Ibn Tofail University MOROCCO National Institute for Agricultural Research MOROCCO</i>	THE CACTUS SCALE INSECT, DISPIS ECHINOCACTI BOUCHÉ (HEMIPTERA: DIASPIDIDAE), INFESTING THE PRICKLY PEAR CACTUS OPUNTIA FICUS-INDICA IN MOROCCO
Okoroafor Charles Chiadikaobi Ohagwu Violet Amarachukwu Nwokike Chiamaka Blessing	<i>University of Nigeria Nsukka NIGERIA</i>	NAVIGATING GENDER-BASED VIOLENCE IMPACTS ON WOMEN FARMERS' LIVELIHOODS AND MITIGATION STRATEGIES IN SELECTED SOUTH EASTERN STATES IN NIGERIA
Sulaiman Auwalu Yaro Kabiru Hamisu Abdulnasir Lawan Isah Hafsat Sanusi Mohammed	<i>SR University INDIA</i>	PRESERVING SOIL HEALTH AND WATER IN AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY FARMING SYSTEM USING PRECISION AGRICULTURE IN NIGERIA
S.Ravi Kumar T.Aswini M.K.Vijayalakshmi	<i>Bharath Institute of Higher Education and Research- Faculty of Pharmacy INDIA</i>	MEDICINAL VALUES OF SENNA AURICULATA – A REVIEW

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.

CONTENTS

AUTHOR	TITLE	No
Hassana Ismaili Alaoui	ECONOMIC VALUATION OF SEDIMENT RETENTION SERVICES IN THE OUED-BEHT WATERSHED (MOROCCO): A SPATIOTEMPORAL ANALYSIS USING INVEST SDR-INVEST MODEL	1
Taiba Akter Laboni Akhtar Hossain Shahinur Khatun Ashekur Rahman Obaidur Rahman Tarek Rahman Likhon Yeamin Hossain	REPRODUCTIVE BIOLOGY OF CLUPISOMA GARUA FROM THE PADMA RIVER IN RELATION WTH ECO-CLIMATIC CONSIDERATIONS FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT	2
Junu Poudel Namita Nath Bhaben Tanti	ISOLATON AND CHARACTERIZATION OF MICROCRYSTALLINE CELLULOSE FROM BAMBUSA TULDA AND EVALUATION OF ITS POTENTIAL AS A PHARMACEUTICAL EXCIPIENT	4
Mohamed Jibril Daia Eddine Sara Badrouss Abderrazak El Harti El Mostafa Bachaoui Mohamed Biniz Hicham Mouncif	CITRUS YIELD ESTIMATION USING UAV IMAGERY AND ENHANCED YOLO V7 OBJECT DETECTION MODEL	5
KATHIRAVAN P SIVASURIYAN K AJAYDESOUZA V	UTILIZING HETEROTIC GROUPING TO HARNESS THE BENEFITS OF HYBRID VIGOR	6
SIVASURIYAN K AJAYDESOUZA V KATHIRAVAN P GUNASEKAR G	A NOVEL WAY OF NANOENCAPSULATION OF BIOACTIVE COMPOUNDS FROM FRUITS AND VEGETABLES	7
Maria Taj Muhammad Nasir Uddin Khan	CLEAN AND GREEN ENVIRONMENT BY USING AGRICULTURAL WASTE WITH BETTER CLEANING PROPERTIES THAN SYNTHETIC ONES	8
Farzana Iftikhar Waqas Ahmad	EVALUATION OF GENETIC DIVERSITY AND GENOME FINGERPRINTING OF BITTER GOURD GENOTYPES(MOMORDICA CHARANTIA) BY MOLECULAR MARKER	9
Kasinathan Rakkammal Manikandan Ramesh	GENOME-WIDE IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF NHX GENES FAMILY IN ELEUSINE CORACANA: AN IN-SILICO APPROACH	10
Devamani Mahadevaswamy Dhahira Beevi Nagoorgani Thimma Reddy H	EXPLORING THE INTERPLAY OF MICRONUTRIENTS IN ENHANCING TREE MULBERRY GROWTH, YIELD AND SERICULTURAL SUCCESS ACROSS DIVERSE NUTRIENT REGIMENS	11

Sara Badrous Mohamed Jibril Daia Eddine Hicham Mouncif Mohamed Biniz El Mostafa Bachaoui	ENHANCING PLANT SPECIES MAPPING THROUGH UAV REMOTE SENSING AND DEEP LEARNING: A CASE STUDY IN THE HIGH ATLAS MOUNTAINS, MOROCCO	12
Hassane ABD-DADA Said BOUDA Abdelmajid HADDIOUI	GENETIC DIVERSITY ANALYSIS OF NATURAL POPULATIONS OF A MEDICINAL AND MELLIFEROUS PLANT (EUPHORBIA RESINIFERA) USING MORPHOLOGICAL TRAITS AND MOLECULAR MARKERS	14
Wafae Sellami Khalid Daoui Mohammed Ibriz Abderrazzak Bendidi	EFFECTS OF TILLAGE AND FERTILIZATION ON WHEAT YIELD UNDER MEDITERRANEAN CONDITIONS	15
Apurva A. Salunkhe Firoj A. Tamboli	UNVEILING PHYTOCHEMICAL DIVERSITY: A COMPARATIVE STUDY OF NATURAL AND MICROPROPAGATED BACOPA MONNIERI (L.)	17
Maryna Zakharova Yuri Thapko Natalia Palamar Yana Vodyak	CHANGES IN ORGANIC CARBON CONTENT IN URBAN SOILS DURING MISCANTHUS CULTIVATION	18
Sanjeev Kumar Gupta	INVASIVE ALIEN SPECIES IN CROP LANDS OF BARNOTI BLOCK OF DISTRICT KATHUA, JAMMU AND KASHMIR, INDIA	19
Sajjadur Rahman Mashrur Hossain Rubab Mahjabin Prema Payal Fuad Hasan Maksud Riyan Islam	NAVIGATING SUSTAINABILITY IN URBAN LANDSCAPES: ASSESSING ORGANIC FERTILIZER ADOPTION AND CHALLENGES AMONG FARMERS IN DHAKA REGION, BANGLADESH	20
Muhammad Safdar Syed Mohsan Raza Shah	UNVEILNG ADAPTIVE COMPONENTS FOR ENVIRONMENTAL HETEROGENEITY IN IPOMOEA CARNEA JACQ	22
Hassane Boudad Othmane Lamoumni Ouardi Laila Mentag Rachid El Fazazi Kaoutar Abdelmajid Haddioui Jamal Charafi	PHYSIOLOGICAL ADAPTATIONS OF PLANTS TO HAIL: AN ANALYSIS OF VARIETIES AND THEIR ENVIRONMENTAL RESPONSES	23
Etibar MAMMADOV Mürsel KARABACAK	THE EFFECT OF PREPARATIVE FORMS OF ACHILLEA MILLEFOLIUM L. ON MONIEZIOSIS OF SHEEP	25
Hilal GASIMOV Mursel SEYIDOV	WILD FOOD PLANTS USED IN THE WINTER SEASON AND THEIR SUPPLY	27
Mahir MAHARRAMOV Behruz MEMMEDOV	FAUNA AND ECOLOGY OF WASPS OF THE TRIBE CRABRONINI (CRABRONIDAE: CRABRONINAE) OF NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC	29
Yunis RUSTAMLI Ali TAHIROV Aynur NOVUZLU	REQUIREMENTS ON PRODUCTION, PROCESSING AND STORAGE PROCEDURES OF MALE BEE LARVAE-APILARNIL IN NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC	31
Akif Mardanlı Tofic Aliyev İbrahimova Aynur Masim Camalbeyli Sema Kemal	LANDS OF THE PLAIN PART OF NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC	35

Plamen Glogov	ROLE OF ALLELOPATHY IN THE ECOLOGICAL STRATEGY OF SOME INVASIVE ALIEN TREE SPECIES POSING A THREAT TO THE NATURAL FORESTS IN BULGARIA	37
Yeşim Nilay ASLAN Muharrem YILMAZ	DETERMINATION OF POMOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SOME BLUEBERRY (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.) VARIETIES GROWN IN BULANCAK OF GİRESUN PROVINCE	38
Rana Choukri Mohamed Faize Maria Manuela Rigano Manuel Rodriguez-Concepcion Jaime F. Martinez-Garcia Mourad Baghour	EFFECT OF PLANT DENSITY ON GROWTH AND DROUGHT TOLERANCE OF TWO TOMATO VARIETES	40
Ferit ÇOBANOĞLU Enver KEN	AN APPROACH TO IN AGRICULTURAL PRODUCTION: SMART MEASURING SUSTAINABILITY	41
Darshna kumari Afshan Siddiq Sadiah Ghousia Baig	PREVALENCE OF CUTANEOUS LEISHMANIASIS COASTAL AREAS OF BALUCHISTAN AND THE STUDY OF ANTILEISHMANIASIS NATURAL MEDICINAL PLANTS	43
Nibedita Sarma Amit Kumar Pradhan Bhaben Tanti	ASSESSMENT OF THE GRAIN QUALITY AND NUTRITIONAL PROPERTIES OF BORA RICE - AN INDIGENOUS RICE CULTIVAR OF ASSAM, INDIA	44
Muhammad Kamran Khan Mishab Ur Rehman	DEVELOPING FRUIT LEATHER (PESTIL) THROUGH MICROWAVE DRYING: A SUSTAINABLE APPROACH	45
Malihe JAHANI Mohammad Reza ZARGARAN KHOUZANI Sedighe JAHANI	A REVIEW OF MEDICINAL AND NUTRITIONAL PROPERTIES OF DUNALIELLA SALINA MICROALGA	46
Eludoyin O.S. Ojo A.E Idisi B.E. Amadi H.	EFFECTS OF OPEN DUMPSITE ON SOIL PROPERTIES IN A RAINFOREST REGION OF OGUN STATE, NIGERIA: A MENACE FOR SUSTAINABLE TROPICAL AGRICULTURE	48
Canel EKE Reyhane ÖZAYDIN ÖZKARA	DETERMINATION OF THE ELEMENT CONTENT OF SOME INORGANIC MATERIALS USED IN SOILLESS AGRICULTURE	49
Dheeraj Rathore	AGRO-POTENTIAL OF BIOSURFACTANT TO SUSTAIN SOIL QUALITY, NUTRIENT AVAILABILITY AND PLANT PRODUCTIVITY	51
İbrahim YILDIZHAN Hasret ÖZTÜRK PALA	AN OVERVIEW OF GENETIC FACTORS AFFECTING PRODUCTIVITY IN SHEEP	52
Enes FİDAN Reyyan YERGIN ÖZKAN Işık TEPE	THE EFFECTS OF DIFFERENT AMOUNTS OF BRANCHED BROOMRAPE (<i>Phelipanche ramosa</i> (L.) POMEL) ON SOME CULTIVATED PLANTS	54
Hasan Kaan KÜÇÜKERDEM Ümran ATAY H. Hüseyin ÖZTÜRK	A RESEARCH ON ELECTRICITY GENERATION FROM SOLAR ENERGY FOR SUSTAINABLE AGRICULTURAL PRODUCTION IN İĞDIR PROVINCE	56
Zehra ÖZŞAHİN Yusuf Murat KEÇE Adem GÜNEŞ	EFFECTS OF PGPR BACTERIA, MYCORRIZA AND ZINC APPLICATIONS ON LETTUCE (<i>LACTUCA SATIVA</i> L.) PLANT DURING WINTER MONTHS	63

Fatin Nazura Azhar Aisyah Maisarah Awang Adibah Zurkaffli Farah Nurhanisah Ab Rahim Norhayati Hussain Nursabrina Munawar	OPTIMIZATION OF COLD INFUSION PARAMETERS OF ANNONA MURICATA LEAVES USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY (RSM).	65
H. Hüseyin ÖZTÜRK Hasan Kaan KÜÇÜKERDEM Ümran ATAY	ENERGY CONSUMPTION FOR COW MILK PRODUCTION IN ADANA PROVINCE	67
Zeynep Birsu ÇİNÇİN Soner ŞAHİN	ENHANCING THE HEALTH BENEFITS OF HAZELNUT CREAM THROUGH THE INTEGRATION OF GOLDEN NANOTECHNOLOGY: A SYSTEMATICAL NUTRITIONAL ANALYSIS	75
Enver KEN Ferit ÇOBANOĞLU	SUSTAINABILITY OF OILY SUNFLOWER PRODUCTION UNDER THE IMPORTATION STRANGLEHOLD: AN EXAMINATION WITH THE ARDL BOUNDS TESTING APPROACH	77
MUHAMMAD FAISAL	LEVERAGING AI TOOLS FOR EFFECTIVE MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS (MIS) IN BIG DATA ANALYTICS	79
Minodora Manu Anca Rovena Lăcătușu Florian Bodescu Roxana Georgiana Nicoară Luiza Silvia Mihai Marilena Onete	EDAPHIC FAUNA INVERTEBRATES FROM PONTO-SARMATIC STEPPES, IN MĂCIN MOUNTAINS NATIONAL PARK, ROMANIA	80
Malihe JAHANI Mohammad Reza ZARGARAN KHOUZANI Sedighe JAHANI	A REVIEW OF MEDICINAL AND THERAPEUTIC USES OF SPIRULINA MICROALGA	82
Neslihan BALLI Ibrahim HOSAFLOĞLU	THE EFFECT OF SLOW-RELEASING COMPOSITE FERTILIZER ON THE GRADE QUALITY ELEMENTS IN BLUE GRASS (FESTUCA OVINA L.) UNDER ECOLOGICAL CONDITIONS	84
Ayten NAMLI Nihal Ceren ALICI SUNGUR	EFFECTS OF DIFFERENT DOSES OF VERMICOMPOST APPLICATIONS ON YIELD AND QUALITY PARAMETERS IN BARLEY	86
Baş Uzman Ali KOÇ Hakkı AKDENİZ Yunus Emre KOÇ	YIELD AND ADAPTATIONS OF CERTAIN CHICKPEA GENOTYPES (Cicer arietinum L.) UNDER CEYLANPINAR CONDITIONS	88
Nora SALIM Jamal AABDOUSSE Ilias OUSSIF Noureddine HAMAMOUCHE Nadya WAHID	EFFECT OF PROVENANCE ON LEAF MORPHOLOGICAL TRAITS AND SECONDARY METABOLITE LEVELS IN LEAF EXTRACTS OF MYRTLE (MYRTUS COMMUNIS L.) IN MOROCCO	89
Abhishek Pandey V. Ramesh	OPTIMIZING CLOUD-ENABLED CULTIVATION WITH DEEP LEARNING	90
Mastr Fizze Kazımova	ORGANIC FARMING	91
Elvan KOÇ	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF SUSTAINABLE AGRICULTURE ARTICLES	93
Mehmet SÜTYEMEZ	COMPARISON OF PHENOLOGICAL AND POMOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DİRLİŞ AND CHANDLER WALNUT VARIETIES	95
ENZALA NOVRUZOVA	SYSTEMATIC ANALYSIS AND DISTRIBUTION ZONES OF SPECIES INCLUDED IN THE GENUS SCLERANTHUS L. IN THE FLORA OF NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC	97

Mehmet Kâzım KARA Mücahit KARAOĞLU	ANALYSIS RESULTS OF 82 YEARS (1940-2021) METEOROLOGICAL DATA OF İĞDIR PROVINCE REGARDING GLOBAL CLIMATE CHANGE	99
Nikhil Gangwar	SOIL DEGRADATION IN THE UNITED PROVINCES DURING THE NINETEENTH CENTURY	101
Nur Atıqah Thowus	REMOVAL OF NITROGEN AND PHOSPHORUS FROM SYNTHETIC WASTEWATER BY THE ENCAPSULATION OF YEAST IN ALGINATE	102
Aytül SANDALLI Fatma ÇALIK TÜRK Emine AKYÜZ TURUMTAY Halbay TURUMTAY Vagif ATAMOV	USING RAPD AND SSR METHODS IN DETERMINING THE BIODIVERSITY OF Paeonia (Peony) DISTRIBUTED IN THE EASTERN BLACK SEA REGION	103
Fatma ÇALIK TÜRK Aytül SANDALLI Halbay TURUMTAY Emine AKYÜZ TURUMTAY Vagif ATAMOV	INVESTIGATION OF FIVE MONOTERPENE COMPOUNDS IN P. daurica ROOT EXTRACT USING HPLC-DAD METHODS	105
Ahmet GÖKKAYA Şule GÜZEL İZMİRLİ	MICROPLASTIC POLLUTION IN COMMERCIALY SOLD ORGANIC TEA	107
Sohaib Hassan	PASTURES TO PROTOCOLS: NAVIGATING AGRICULTURAL AND VETERINARY FRONTIERS FOR LIVESTOCK WELL-BEING	109
Eptesam ALZalaei Aouatif Benali Souad.Hajjaji	PHYTOCHEMICAL SCREENING AND GC-MS ANALYSIS OF DIFFERENT EXTRACTS OF CARALLUMA QUADRANGULA FROM YEMEN Eptesam ALZalaei	110
Natela Borisovna POPKHADZE	POSSIBLE REASONS OF RECENT LANDSLIDES AND AGRICULTURAL SOIL DEGRADATION IN SAKARTVELO//GEORGIA REPUBLIC/GURCISTAN	111
Ismail Mammadov Habib Huseynov	PREVALENCE OF SARCOCYSTIS SPECIES IN SHEEP IN THE AUTONOMOUS REPUBLIC OF NAKHCHIVAN	112
K.R.Padma K.R.Don	ROLE OF PROBIOTICS AND THEIR METABOLITES IN THE TREATMENT AND PREVENTION OF CANCER CELLS	115
Himanshu Khanna Harish Pungotra Sandeep Gandotra	RECENT ADVANCEMENTS IN COATINGS OF BIOMEDICAL MAGNESIUM ALLOY	116
Syeda Sabika Zahra Naqvi Syed Mohsan Raza Shah	MORPHO-ANATOMICAL MODIFICATION IN WITHANIA SOMNIFERA (L.) DUNAL FROM PUNJAB, PAKISTAN: INSIGHT INTO ADAPTATION	117
Baskar G Divya Praba S L Sivaranjani G Aishwarya D Aishwarya K	OPTIMIZING CROCUS SATIVUS CULTIVATION IN INDOOR VERTICAL FARMING: A CONTROLLED AND SUSTAINABLE ENVIRONMENT APPROACH	118
Engin KARAFAKIOGLU Yasar SAHIN	A SYSTEMATIC REVIEW ON DIGITALISATION AND INDUSTRY 5.0 IN AGRICULTURAL BUSINESSES	119
Alexandru USTUROI Madalina Iuliana IORDACHE Madalina Alexandra DAVIDESCU Bogdan Iosif DOBOS Marius Giorgi USTUROI	CHARACTERISTICS OF TROUT MEAT OBTAINED IN DIFFERENT GROWING SYSTEMS IN THE NORTH EAST REGION OF ROMANIA	121

Yasin USLUGİL	AN ALTERNATIVE APPROACH TO AGRICULTURAL EQUIPMENT TRACKING USING LORA WIRELESS COMMUNICATION INFRASTRUCTURE	124
Brahim Sow Abdelhalem Mesfioui AZEROUAL EMBAREK Moulay Larbi Ouahidi	EVALUATION OF THE EFFECTS OF ETHANOIC EXTRACTS OF BALANITE AEGYPTIACA L'DELILE BARK ON BIOCHEMICAL AND HAEMATOLOGICAL PARAMETERS IN WISTAR RATS	126
Roman Truskavetskyi Candidate Zubkovska Viktoriia Candidate Khyzhniak Iryna	DIAGNOSTICS AND OPTIMIZATION OF PHOSPHATE STATUS OF SOILS BASED ON BUFFERING INDICATORS	127
Madalina Alexandra DAVIDESCU Bogdan Iosif DOBOS Alexandru USTUROI Madalina Iuliana IORDACHE Marius Giorgi USTUROI	THE USE OF MICROARRAY TECHNOLOGY IN PERSONALIZED MEDICINE	128
Mehmet YILMAZ Abdullah YEŞİLOVA Ahmet AKKÖPRÜ Evin POLAT AKKÖPRÜ	THE EFFECT OF ENDOPHYTE BACTERIA ON THE POPULATION DENSITY OF THE BROAD BEAN APHID [Aphis fabae SCOPOLI (HEMIPTERA: APHIDIDAE)], FEEDING ON BEAN PLANT	131
Hasan KANBAROV	THE EFFECT OF FASCIOLASIS ON FERTILITY	133
Akim Axundov Sahib Hacıyev	NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS AFFECTING SOIL FORMATION OF SADAREK ADMINISTRATIVE REGIONE	136
Shahriyar Guliyev Ali Guliyev	CV DETECTION OF 7 ELEMENTS' DEFICIENCY IN TOMATO BY LEAF	147
Zeynep ASUTAY	IMPACT OF STRESS FACTORS INTERNAL AND EXTERNAL TO THE HIVE ON HONEY BEES AND THEIR REFLECTION ON HONEY BEE PRODUCTS	150
Burcu TUNCER	THE EVALUATION OF ROOT VEGETABLES IN TURKEY DURING THE COVID-19 PANDEMIC AND THE PRE-PANDEMIC PERIOD	160
Kadriye Çelik Süleyman Avcı	EFFECT OF SEAWEED (ASCOPHYLLUM NODOSUM) TREATMENTS ON GERMINATION AND TURF QUALITY IN SOME COOL SEASON GRASS	172
Hakan SÖNMEZ	THE IMPACT OF PUBLIC, PRIVATE, AND FOREIGN BANK AGRICULTURAL LOANS ON AGRICULTURAL GROSS DOMESTIC PRODUCT: A CASE STUDY OF TURKEY	186
Aziza HUSEYNOVA Elsevar ASADOV Sura RAHIMOVA	ANALYSIS OF THE USE OF PROPOLIS AND BEE POLLEN IN COSMETOLOGY AND PERSPECTIVES OF STUDY IN NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC	204
Burcu TUNCER	A GENERAL OVERVIEW OF VEGETABLES CONSUMED ONION AND SHOOT PARTS DURING THE COVID-19 PANDEMIC PERIOD IN TURKEY	213
Kadriye Çelik Süleyman Avcı	EFFECT OF DIFFERENT SEED TREATMENTS ON GERMINATION AND EMERGENCE CHARACTERISTICS OF POA PRATENSIS L.	226
Sefa ALTIKAT	THE IMPORTANCE OF CROP ROTATION IN NO_TILLAGE AND SUSTAINABLE AGRICULTURE	237
Sefa ALTIKAT	THE ROLE AND SIGNIFICANCE OF THE NO- TILLAGE IN SUSTAINABLE AGRICULTURAL PRODUCTION	247
Kurban NEDRET İsmail ALASERHAT	PISTACHIO BARK BEETLE, Hylesinus vestitus Mulsant & Rey (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE) CAUSES HIGH LOSSES IN PISTACHIO	257

Max Andy Clerge PIERRE Sakine ÇETİN TANER	DETERMINATION OF SPATIAL VARIABILITY OF PRECIPITATION IN HAITI USING GPM-IMERG AND PERSIANN-CCS SATELLITE DATA	266
Ayşe USANMAZ BOZHÜYÜK Melike KARAÇÖL	BIOHERBICIDAL EFFECTS OF URTICA DIOICA L. (NETTLE) ETHANOL EXTRACT ON DIFFERENT WEED SEEDS	281
Celalettin GÖZÜAÇIK Ayda KONUKSAL Hakan HEKİMHAH	BARLEY GENOTYPE PREFERENCES OF HESSIAN FLY, MAYETIOLA DESTRUCTOR (SAY) (DIPTERA: CECIDOMYIIDAE) IN DIFFERENT LOCATIONS	299
Mustafa KIZILŞİMŞEK Eylül Nezahat KIZILYAR	DIFFICULTIES AND SOLUTIONS IN SILAGE MAKING OF LEGUME FORAGE CROPS	307
Berhanu Bekele	POULTRY PRODUCTION, GENETIC IMPROVEMENT, PROCESSING AND UTILIZATION IN ETHIOPIA	315
Funda DÖKMEN	SUSTAINABILITY IN WATER EFFICIENCY IN AGRICULTURE	323
Ayfer GÜNEY SARITAŞ Ramazan GÜRBÜZ	THE INVASIVE THREAT OF TREE OF HEAVEN (Ailanthus altissima): IMPACTS, CHALLENGES, AND MANAGEMENT STRATEGIES	330
Mehmet Sait KİREMİT	EFFECT OF MELATONIN ON INCREASING LEAF DEVELOPMENT OF SWEET CORN SEEDLINGS UNDER SALT STRESS CONDITIONS	337
Ramazan GÜRBÜZ	COVER CROPS: A SUSTAINABLE APPROACH TO WEED MANAGEMENT	344
Köksal KARADAŞ Emine AŞKAN Fatih GÜLER	ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING TOMATO INCOME USING DATA MINING: THE EXAMPLE OF İĞDIR PROVINCE	355
İşıl KAAH Firuze ERGİN ZEREN Ahmet KÜÇÜKÇETİN	INVESTIGATION OF THE USE OF ELECTROSPINNING TECHNIQUE TO PRODUCE BIOACTIVE FILM	366
Fatmanur TURGUT Fatma Meltem SERDAROĞLU	NON-MEAT INGREDIENTS IN RESTRUCTURED MEAT PRODUCTS: SUSTAINABLE ALTERNATIVES AND INNOVATIVE APPROACHES	375
Hilmi KARA Mehmet Salih ÖZGÖKÇE	THE EFFECT OF SOME SOIL-BORNE BENEFICIAL MICROORGANISMS ON THE DEVELOPMENT AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF Myzus persicae (HEMIPTERA: APHIDIDAE) MEDIATED BY PEPPER PLANT	385
Özlem ÇAKMAKCI Talip ÇAKMAKCI Suat ŞENSOY	EFFECT OF BIOCHAR TREATMENT ON TOTAL POLYPHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF ARUGULA (ERUCA VESICARIA) UNDER DEFICIT IRRIGATION WATER CONDITIONS	396
Adnan AYDIN	USE OF COTTON SSR MARKERS IN BISULFITE SEQUENCING	406
Taner ERİK Ayca Nur SAHİN DEMİREL	THE CURRENT SITUATION OF FORAGE CROPS PRODUCING ENTERPRISES IN İĞDIR PROVINCE AND THEIR IMPORTANCE FOR ANIMAL HUSBANDRY	414
Rüştü ÇALLI Emirhan ÖZDEMİR Mitah Can YILDIZ Alihsan ŞEKERTEKİN	MAPPING AGRICULTURAL PRODUCT PATTERN WITH SENTINEL 2 SATELLITE IMAGES AND RANDOM FOREST ALGORITHM	429
Mitah Can YILDIZ Emirhan ÖZDEMİR Rüştü ÇALLI Alihsan ŞEKERTEKİN	MONITORING THE WATER SURFACE AREA IN PATNOS DAM USED FOR AGRICULTURAL IRRIGATION WITH SENTINEL-2 SATELLITE IMAGES	437

Emirhan ÖZDEMİR Rüştü ÇALLI Mitat Can YILDIZ Alihsan ŞEKERTEKİN	DEVELOPING A SOLUTION FOR DETECTING UNDECLARED AGRICULTURAL LANDS IN AGRICULTURAL AREAS UNDER THE CONTROL OF IRRIGATION UNIONS WITH UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAVS)	447
Alihsan ŞEKERTEKİN Mitat Can YILDIZ Rüştü ÇALLI Emirhan ÖZDEMİR	DETERMINATION OF DROUGHT SEVERITY WITH LANDSAT 8 BASED VEGETATION HEALTH INDEX	455
Emine NAKİLCİOĞLU Gizem TİRYAKİ	THE PRODUCTION PROPERTIES AND APPLICATIONS OF VITAL WHEAT GLUTEN	463
Emine NAKİLCİOĞLU Gizem TİRYAKİ	USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE FOOD INDUSTRY	470
Gunay Mammadova Israphil Turkan Hasanova Allahverdi	STUDY OF SOIL BIO-ECOLOGICAL INDICATORS IN VARIOUS BIOTOPES OF THE SHEKI-ZAGATALA ECONOMIC REGION	479
Celalettin GÖZÜAÇIK Ayda KONUKSAL Nazife ARAP Hakan HEKİMHAH	HARMFUL FLY (DIPTERA) SPECIES ON BARLEY (HORDEUM VULGARE L.) IN NORTHERN CYPRUS	484
Musa KARADAĞ Yunus BAŞAR Fatih GÜL Mehmet Hakkı ALMA İbrahim DEMİRTAŞ	HIGH VALUE ADDED AGRICULTURAL PRODUCTS; PHYTOCHEMICAL CONTENT OF SALVIA HYDRANGEA	492
İbrahim DEMİRTAŞ	VALUE-ADDED PRODUCTS SUCH AS CANNABIDIOL AND RELATED COMPOUNDS FROM HEMP PULPS: FROM HEMP TO MEDICINE	500
Hakan HEKİMHAH Ayda KONUKSAL Celalettin GÖZÜAÇIK	DETECTION OF THE REACTIONS OF SOME BARLEY (HORDEUM VULGARE L.) GENOTYPES AGAINST PYRENOPHORA TERES DISEASE IN FIELD CONDITIONS IN GÜZELYURT AND TÜRKMENKÖY DISTRICTS IN THE CYPRUS AND THEIR RELATIONSHIP WITH THE NUMBER OF TILLER IN THE PLANT	510
Feride SEFEROVA Leylabeyim SEYIDOVA	MEASURES TO COMBAT POISONOUS PLANTS IN THE PASTURES OF THE NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC	523
Jabbar Najafov Mirmahmud SEYIDLİ	DAMAGES CAUSED BY DREPANOTHRIPS REUTERI IN VINEYARDS OF THE NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC AND CONTROL MEASURES	530
Dashgin GANBAROV Safura BABAYEVA	NUTRITIONALLY IMPORTANT SPECIES OF ROSACEAE JUSS FAMILY IN MOUNTAIN- XEROPHYTE AND STEPPE VEGETATION OF THE NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC FLORA	535
Asuman KAPLAN EVLİCE Rukiye KARA Aydın AKKAYA	WHEAT BREEDING FOR HEALTH BENEFIT	543
Namig Abbasov Mursal Seyidov Zulfiya Salayeva	USAGE PERSPECTIVES OF THE SPECIES OF EREMURUS SPECTABILIS M.BIEB. (NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC)	557
Gencer GÜVERCİN Arzu TAŞPINAR ÜNAL Nevin ÇANKAYA Safiye Elif KORCAN	DETERMINATION OF THE INTERACTION BETWEEN PLANT-DERIVED CHLOROGENIC ACID AND HUMAN LYSOZYME ENZYME (IREX) BY MOLECULAR DOCKING METHOD	564

Emine AŞKAN Köksal KARADAŞ Erdal ÇALIKUŞU	SOCIO-ECONOMIC CHARACTERISTICS OF BUSINESSES PRODUCING GHERKİN (PICKLED CUCUMBER): THE CASE OF AFYONKARAHİSAR PROVINCE	573
Musa KARADAĞ Yunus BAŞAR Mehmet Hakkı ALMA İbrahim DEMİRTAŞ Fatih GÜL	HIGH VALUE ADDED AGRICULTURAL PRODUCTS; PHYTOCHEMICAL CONTENT OF LAVANDULA ANGUSTIFOLIA	587
Mirze Gurbanov Fikret Shakiliyev Nizami Azimov Elza Musayeva	LACK OF WATER IN MODERN CONDITIONS, WATER RESOURCES, THEIR EFFECTIVELY USE	597
LOGMAN BAYRAMOV	APPLE VARIETIES AND FORMS GROWN IN THE TERRITORY OF NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC	605
S. Lakshmi R. Sivakumar	MICRO ALGAE - PATH TO REACH SUSTAINABLE AGRICULTURE	611
Mirvasif SEYIDOV	EFFECT OF BABEZIOSIS ON SHEEP PRODUCTIVITY IN NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC	651
Özlem YÜNCÜ-BOYACI Meltem SERDAROĞLU	EXTRACTION OF PROTEIN FROM INDUSTRIAL FOOD WASTE AND ITS UTILIZATION IN FOOD PRODUCTS	626
Alperay ALTİKAT Mehmet Hakkı ALMA	EFFECTS OF FEEDSTOCK MANAGEMENT ON QUALITY AND PRODUCTIVITY IN PELLET PRODUCTION	645
Alperay ALTİKAT Mehmet Hakkı ALMA	OPTIMIZATION OF PROCESS VARIABLES IN PELLET PRODUCTION	657
Nakhchivan State University	SOME NUTRITIONALLY IMPORTANT SPECIES OF ESSENTIAL OIL PLANTS, THEIR ECONOMIC IMPORTANCE	666
Ramazan ERENLER	ANTIOXIDANT EFFECT AND QUANTIFICATION OF PHENOLICS OF ONOBRYCHIS VICIIFOLIA	671
Ramazan ERENLER İbrahim HOSAFLIOĞLU	PHYTOCHEMICAL ANALYSIS OF MELILOTUS OFFICINALIS	677
Ana DIAS Carla SANTOS	RISK MANAGEMENT IN AGRICULTURE: SAFETY WHEN WORKING WITH TRACTORS	683
Mehmet ASLAN Esra KOÇ	THE RELATIONSHIP BETWEEN AGRICULTURAL PRODUCTION, ECOLOGICAL FOOTPRINT, POPULATION AND ECONOMIC GROWTH IN TURKEY: EXTENDED ARDL METHOD	689
Samet ATA Barış Bülent AŞIK	COMPARATIVE DETERMINATION OF THE EFFECT OF FERMENTED ORGANIC AND ORGANOMINERAL FERTILIZERS ON YIELD AND SOIL PROPERTIES IN WHEAT-SUNFLOWER ROTATION WITH CHEMICAL FERTILIZER APPLICATIONS SUTAS İ.C.	704
Ali İhsan ATALAY Ramazan TOSUN	DETERMINATION OF ALTERNATIVE FORAGE POTENTIAL OF SOME AUTUMN FALLEN GRAPE FRUIT TREE LEAVES	717
Hakkı AKDENİZ İbrahim HOSAFLIOĞLU	TURF PERFORMANCES OF SOME COOL CLIMATE TURFGRASS SPECIES IN SEMI-SHADE AREAS	722
Usman Muhammad Umar Zeynep Unal	LEVERAGING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ENHANCED WEED IDENTIFICATION AND MANAGEMENT	736

İsmail ALASERHAT	INTEGRATED MANAGEMENT OF SPOTTED WING DROSOPHILA, <i>Drosophila suzukii</i> (Matsumura) SITUATION IN TURKEY AND WORLDWIDE	743
Merve Çelik Serdar SARI Faruk TOHUMCU	EFFECT OF SEWAGE SLUDGE APPLICATION ON THE AMOUNT OF SOIL LOST BY SURFACE RUNOFF	762
Tuncay KAYA	EFFECTS OF AGRIVOLTAIC SYSTEMS ON AGRICULTURE	769
Tuncay KAYA	INTERACTION OF SOME FRUIT SPECIES WITH AGRIVOLTAIC SYSTEMS	782
Mustafa AKBABA Tuba GENÇ KESİMCİ	SCREENING OF BIOCONTROL EFFECTS OF ENDOPHYTIC ROOT BACTERIA AGAINST <i>Rhizoctonia solani</i> IN POTATO PLANTS	792
İbrahim YILDIZHAN Baris EREN	INNOVATION PROCESSES OF AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY and TURKEY MODEL	802
Ramazan TOSUN Ali İhsan ATALAY	IN OVO FEEDING METHOD	809
Biset TOPRAK Emine Elif NEBATİ	DIGITAL TRANSFORMATION AND DEVELOPMENTS IN AGRICULTURE	817
Aguorah, Ogechi Loveth A. E Agwu Okoro, John Chukwuma	WATER SAFETY INFORMATION NEEDS OF RURAL WOMEN FARMERS IN NSUKKA AGRICULTURAL ZONE ENUGU STATE, NIGERIA	828
Seyed Abbas Rafat Habib Cheraghi	INVESTIGATING THE MICROSCOPIC PROPERTIES OF WOOL USED IN HAND-WOVEN CARPET YARN IN EAST AZERBAIJAN PROVINCE	830
Rahma Yani M Nur Gunardi Djoko Winarno Yulia Rahma Fitriana Bainah Sari Dewi	INTERACTION OF MAHOUTS WITH TAME SUMATERA ELEPHANTS (<i>Elephas maximus sumatranus</i>) IN GRAZING ACTIVITIES AT THE ELEPHANT TRAINING CENTER OF WAY KAMBAS NATIONAL PARK	831
Thanh-Dung Nguyen Thi-Pha Nguyen Huu-Hiep Nguyen Huu-Thanh Nguyen	CHANGES IN THE PHYTOCHEMICAL PROFILE OF ENDOPHYTIC <i>Bacillus velezensis</i> VTRNT 01 ISOLATED FROM <i>Adenosma bracteosum</i> Bonati DUE TO BACTERIAL ELICITORS	832
Djellouli Amir Berredjem Yamina Hattab Zhou Guesmia Hadjer Mokhtar Mhenni Azri Naima Sara Ncibi	ANALYSING THE POSSIBLE INSECTICIDAL EFFECTS OF THE PHENOLIC COMPONENTS OF TWO SAHARAN BISKRA PLANTS	833
Elwahab Fathalah Ziri Rabea Brhadda Najiba Sedki Mohamed	THE THREAT OF RICE BLAST DISEASE: SIGNIFICANT CHALLENGES IN RICE PRODUCTION AND MANAGEMENT STRATEGIES	834
Ghizlane Bouaaza Ouiam Chetto Rachid Benkirane Hamid Benyahia	IN VITRO MULTIPLICATION OF STEVIA REBAUADIANA BERTONI	835
MRABTI Imane ZIRI Rabea GRIJJA Hassan MASUMEH Moghaddam BRHADDA Najiba SMAILI Moulay Chrif	THE CACTUS SCALE INSECT, <i>DISPIS ECHINOCACTI BOUCHÉ</i> (HEMIPTERA: DIASPIDIDAE), INFESTING THE PRICKLY PEAR CACTUS <i>OPUNTIA FICUS-INDICA</i> IN MOROCCO	836

Okoroafor Charles Chiadikaobi Ohagwu Violet Amarachukwu Nwokike Chiamaka Blessing	NAVIGATING GENDER-BASED VIOLENCE IMPACTS ON WOMEN FARMERS' LIVELIHOODS AND MITIGATION STRATEGIES IN SELECTED SOUTH EASTERN STATES IN NIGERIA	837
Sulaiman Auwalu Yaro Kabiru Hamisu Abdulnasir Lawan Isah Hafsat Sanusi Mohammed	PRESERVING SOIL HEALTH AND WATER IN AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY FARMING SYSTEM USING PRECISION AGRICULTURE INNIGERIA	851
S.Ravi Kumar T.Aswini M.K.Vijayalakshmi	MEDICINAL VALUES OF SENNA AURICULATA – A REVIEW	852

ECONOMIC VALUATION OF SEDIMENT RETENTION SERVICES IN THE OUED-BEHT WATERSHED (MOROCCO): A SPATIOTEMPORAL ANALYSIS USING INVEST SDR-INVEST MODEL

Hassana Ismaili Alaoui

Plant, Animal and Agro-industry Production Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail
University, BP.133, University Campus, Kenitra 14 000, Morocco.

Abstract

Economic analysis of soil erosion effects can be difficult and ambitious, but it is still necessary to conduct sound reflections and appropriate land use and management policies. This study analyzed the main economic costs induced by erosion in the Oued Beht watershed by quantifying soil loss and retained and exported sediments from 2000 to 2020. The InVEST Sediment Delivery Ratio (SDR) model was used to evaluate the influence of the conversion of LULC on sediment dynamics, allowing us to quantify and determine the economic value of sediment retention in our study area. The results show positive changes for soil erosion and sediment export, which decreased by $0.31 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ and $0.42 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ respectively, and for sediment retention, which increased by $0.42 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$. Thus, the economic value of sediment retention was estimated at $314,825 \text{ MAD}\cdot\text{yr}^{-1}$. The results showed spatial differences in sediment retention and exported sediments levels within the study area, displaying which areas are most vulnerable to soil erosion processes and which retained the maximum sediments. This assessment remains non-exhaustive, which raises the scientific community's interest to deepen the analysis. However, it highlights the importance of quantifying this retention service physically and economically to establish effective and sustainable conservation and management approaches.

Keywords: Economic analysis, Oued Beht Watershed, Sediment Delivery Ratio, LULC, sustainable

**REPRODUCTIVE BIOLOGY OF *CLUPISOMA GARUA* FROM THE PADMA RIVER
IN RELATION WITH ECO-CLIMATIC CONSIDERATIONS FOR SUSTAINABLE
MANAGEMENT**

Taiba Akter Laboni

Department of Fisheries, University of Rajshahi, Rajshahi 6205, Bangladesh;

Md. Akhtar Hossain

Department of Fisheries, University of Rajshahi, Rajshahi 6205, Bangladesh;
Institute of Natural Resources Research and Development, Rajshahi-6206, Bangladesh;

Mst. Shahinur Khatun

Department of Fisheries, University of Rajshahi, Rajshahi 6205, Bangladesh;

Md. Ashekur Rahman

Department of Fisheries, University of Rajshahi, Rajshahi 6205, Bangladesh;
Institute of Natural Resources Research and Development, Rajshahi-6206, Bangladesh;

Obaidur Rahman

Department of Fisheries, University of Rajshahi, Rajshahi 6205, Bangladesh;
Institute of Natural Resources Research and Development, Rajshahi-6206, Bangladesh;

Tarek Rahman Likhon

Institute of Health Economics, University of Dhaka, Dhaka-1000, Bangladesh

Md. Yeamin Hossain

Department of Fisheries, University of Rajshahi, Rajshahi 6205, Bangladesh;

ABSTRACT

Clupisoma garua, commonly referred to as Garua bachcha, plays a crucial role both commercially and nutritionally as a fish species. This research explores the correlation between the Gonadosomatic Index (GSI) and eco-climatic conditions, providing comprehensive insights into various aspects of reproduction, including sexual maturity, spawning and peak spawning season. Over the course of May 2017 to April 2018, 570 female individuals were collected from the Padma River using cast nets, gill nets, and square lift nets on a monthly basis. Measurements of total length (TL), fork length (FL), and body weight (BW) were conducted with a precision of 0.01 cm and 0.01 g, respectively. The specimens exhibited a total length ranging from 3.9 to 26.3 cm. Analyses involving TL vs. GSI, MGSI (Modified Gonadosomatic Index), DI (Dobriyal Index), and TL-FL regressions, in

conjunction with the consideration of L_{max} , revealed sexual maturity (L_m) at 14.3 cm, 14 cm, and 15.18 cm, respectively. Furthermore, the spawning season was identified from May to August, with peak in June and July. Notably, it was found that the relative weight (W_R) showed no significant deviation from 100 ($p < 0.0001$) for female species during the peak spawning season. Additionally, a significant correlation was observed between temperature and GSI ($p = 0.0038$), as well as between rainfall and GSI ($p = 0.0043$) during the spawning season. Other environmental parameters, such as rainfall, dissolved oxygen, and pH, did not exhibit any appreciable relationship with GSI. An analysis of a 55-year data series (1964–2018) indicated that an annual increase in mean air temperature of 0.0289°C , coupled with a decrease in rainfall by 2.95 mm, may potentially result in a delay in the spawning season of this species. The findings of our research might also be used to the implementation of particular management strategies aimed at conserving *C. garua* populations in the Padma River and its surrounding ecosystems.

Keywords: Padma River, Eco-climatic factors, Gonadosomatic index, *Clupisoma garua*, Size at sexual maturity, Spawning season.

ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF MICROCRYSTALLINE CELLULOSE FROM *BAMBUSA TULDA* AND EVALUATION OF ITS POTENTIAL AS A PHARMACEUTICAL EXCIPIENT

Junu Poudel

Department of Botany, Gauhati University, Guwahati 781014, Assam, India.
Department of Botany, Jagiroad College, Jagiroad- 782410, Assam, India.

Namita Nath

Department of Botany, Gauhati University, Guwahati 781014, Assam, India.

Bhaben Tanti

Department of Botany, Gauhati University, Guwahati 781014, Assam, India.

Lignocellulosic biomass is the most abundant, renewable, organic, plant-based polymer available in nature. It is a complex matrix composed of three principal components- Lignin, cellulose and hemicellulose. Analytically, cellulose comprises three fractions - alpha, beta, and gamma, distinguished by their solubility in alkali solutions. Treatment of alpha cellulose with acidic solutions yields nanocrystalline and microcrystalline cellulose (MCC). Alpha cellulose is extracted from lignocellulosic biomass by removal of lignin, waxes, pectin, hemicelluloses etc. from the raw material by different chemical treatment. MCC is defined as purified and partially depolymerized form of cellulose and boasts diverse applications across industries like food, pharmaceuticals, and cosmetics, serving as a binder, filler, diluent, and disintegrant etc. In this investigation, MCC was extracted from Jati bamboo (*Bambusa tulda*), a commercially important bamboo species in Assam. Morphological, physicochemical, and thermal characterization of the extracted MCC powder was conducted and compared with commercially available MCC, Avicel PH101 to assess its suitability as an alternative source. Organoleptic tests demonstrated comparable properties between the commercial and extracted MCC. SEM analysis revealed a higher aspect ratio of 14.39 ± 10.16 in the extracted MCC compared to 4.32 ± 3.24 in the commercial MCC. Physicochemical and thermal characterization as revealed by analysis of FTIR, TGA exhibited similar results confirming the potential of extracted MCC to be the alternative source for commercial MCC. Tablets were prepared from extracted MCC powder and commercial MCC powder by mixing with some other excipient like talc and magnesium. Tablet were evaluated for some parameters like friability test, hardness and disintegration test. Results revealed similar properties and thereby uncover the potential use of extracted MCC as an excipient.

Keywords Microcrystalline cellulose (MCC), bamboo, morphological, thermal

CITRUS YIELD ESTIMATION USING UAV IMAGERY AND ENHANCED YOLO V7 OBJECT DETECTION MODEL

Mohamed Jibril Daia Eddine

Geomatics, Georesources and Environment Laboratory, Faculty of Sciences and Techniques,
Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.

Sara Badrouss

Geomatics, Georesources and Environment Laboratory, Faculty of Sciences and Techniques,
Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.

Abderrazak El Harti

Geomatics, Georesources and Environment Laboratory, Faculty of Sciences and Techniques,
Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.

El Mostafa Bachaoui

Geomatics, Georesources and Environment Laboratory, Faculty of Sciences and Techniques,
Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.

Mohamed Biniz

Information Processing and Decision Support Laboratory, Faculty of Sciences and
Techniques, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.

Hicham Mouncif

Geomatics, Georesources and Environment Laboratory, Faculty of Sciences and Techniques,
Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.

Abstract :

Precision in estimating crop yield is critical for effective decision-making across various facets of crop management, including harvesting, storage, and marketing. The traditional methods of manually counting fruit, characterized by labor-intensive processes and susceptibility to errors, have underscored the imperative for the adoption of automated solutions. In response to this need, the intersection of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) remote-sensing technology and the YOLO V7 object detection model has been explored for citrus fruit yield estimation. Within the context of a Moroccan orchard and specifically focusing on the 'Maroc Late' variety of citrus trees, this study delves into the novel application of UAV technology in tandem with the enhanced YOLO V7 model, featuring architectural modifications. Evaluation metrics, including precision, recall, and F1-Score, illuminate the model's exceptional performance in the test set. Additionally, regression analysis establishes a robust correlation between observed and predicted fruit counts. By presenting an alternative to labor-intensive manual counting methods, this research underscores the transformative potential of UAV technology and sophisticated object detection models. This innovative approach has the capacity to revolutionize decision-making processes within the realm of citrus crop management, showcasing a paradigm shift towards more efficient and accurate methodologies.

Keywords : Estimating crop yield, Crop management, YOLOv7, Object detection model, Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Remote sensing technology.

UTILIZING HETEROTIC GROUPING TO HARNESS THE BENEFITS OF HYBRID VIGOR

KATHIRAVAN P

Department of Genetics and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Annamalai University

ORCID: 0009-0008-5502-3863

SIVASURIYAN K

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Annamalai University

ORCID: 0009-0005-3481-8526

AJAYDESOUZA V

Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Annamalai University

ORCID: 0009-0006-8526-0742

ABSTRACT

In agricultural crops, heterosis breeding holds the potential to increase yield and stability. When it comes to utilizing heterosis to increase grain yield and improve yield stability, hybrid breeding performs better than line breeding. Heterosis is a natural occurrence in which hybrid children of genetically different people exhibit greater vigor than their parents. For almost a century, farmers have been using heterosis more and more in crop production in an effort to create cultivars that are more robust, productive, and high-performing. Therefore, maintaining genetic variety between parents is always preferable and can be achieved by dividing germplasm into several heterotic groups. Breeders have established heterotic groupings using a variety of techniques. Pedigree analysis, quantitative genetic analysis, inferring geographic isolation, and the application of molecular markers are some of these. Four heterotic groups were formed in pearl millet as a result of SSR marker-based classification. The hybrid populations that are now in use in China were outyielded by the recently discovered heterotic patterns of rice. In crops that are self-pollinated, the process of developing hybrids is laborious. As a unified framework for hybrid breeding and the formation of heterotic groups in autogamous crops, HyBFrame was recently established. One of the primary causes of the low yield heterosis in tropical hybrid rice that has been observed may be the absence of systematic research on the formation of heterotic groups. It is possible to create a huge number of hybrid combinations quickly once heterotic groupings and patterns are found. The foundation of a successful hybrid breeding program is heterozygous groups, thus choosing them early in the crop improvement program is important.

Keywords: Heterosis breeding, Germplasm, heterotic patterns, SSR marker, HyBFrame etc.,

A NOVEL WAY OF NANOENCAPSULATION OF BIOACTIVE COMPOUNDS FROM FRUITS AND VEGETABLES

SIVASURIYAN K

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Annamalai University
ORCID: 0009-0005-3481-8526

AJAYDESOUZA V

Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Annamalai University
ORCID: 0009-0006-8526-0742

KATHIRAVAN P

Department of Genetics and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Annamalai University
ORCID:0009-0008-5502-3863

GUNASEKAR G

Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Annamalai University
ORCID: 009-0007-2566-8348

ABSTRACT

Nanotechnology is getting an abundance of attention in the food and healthcare industries due to its multiple benefits greater bioavailability, less toxic levels of chemicals, and greater application possibilities are all made possible by nanostructured compounds for food companies. Nutraceuticals, functional foods, food processing and packaging, safety and quality, and nanotechnology are the five main fields of study in the food industry. The method of creating nanoscale capsules by coating an active chemical with a carrier substance is known as nanoencapsulation. Several variables, including the capsules entrapment and release behaviors, internal structure, size, form, and physicochemical stability, might influence encapsulation. To increase the stability of extracted substances, non-thermal extraction techniques such as high hydrostatic pressure-assisted extractions, supercritical fluids, microwave, and ultrasound are being developed. To increase the stability of these isolated chemicals, nanoencapsulation is necessary. The subject of nanoencapsulation of bioactive substances from fruits and vegetables is expanding, with multiple studies looking at various elements of the technique. To encapsulate different bioactive substances, encapsulation materials such as lipid-based, polysaccharide-based, and protein-based nanotechnology have been investigated. Applications for nanoencapsulated bioactive chemicals include controlled-release capsules, cosmetics, and household hygiene items, as well as food fortification. Ongoing studies, however, try to solve these issues and enhance the technology for other uses. Nanoencapsulated bioactive compounds have the potential to significantly transform food fortification, nutrition, and personalized medicine in the future.

Keywords: Bioactive compounds, Extraction techniques, Encapsulation, Nanotechnology, Nutraceuticals, etc.,

CLEAN AND GREEN ENVIRONMENT BY USING AGRICULTURAL WASTE WITH BETTER CLEANING PROPERTIES THAN SYNTHETIC ONES

Maria Taj Muhammad

Nasir Uddin Khan

Department of Chemistry, Jinnah University for women, Karachi 74600, Pakistan)

ABSTRACT

The plant material was found to be rich with surfactant properties. The comparative study between synthetic and natural surfactant was carried out using spectrophotometry, and conductometric measurement. The natural surfactant plant gave CMC values $4.4 \times 10^{-4} \text{M}$. It is the point where their monomer aggregates to form micelles, which are far below the CMC point of most of the synthetic surfactants. The role of temperature was also monitored in comparison to the synthetic surfactants. The pH was used to find the nature of surfactants and number of replaceable protons in the system. The surfactant interaction properties were monitored against a variety of dyes cationic (CTAB), and anionic (methylene blue and neutral red). The interactions were monitored from pre- to post micellar concentrations of both natural and synthetic surfactants. The change in concentration of the surfactant led to the change in interaction behaviour. Wide range of temperatures were selected to monitor the behaviour and interactions of the natural and synthetic surfactants as these interactions are temperature dependent and found to be favourable at lower temperatures.

The self-degradation was observed at ambient temperature and in the dark both in aerobic and anaerobic conditions. Based on its behavior and degradation properties, the proposed natural surfactant is a cheap and good alternative to the synthetic surfactants. These natural surfactants were found to have surfactant properties and even efficient from synthetic counterparts and biodegradable thus environmentally friendly.

Moreover, the natural surfactant helps to degrade many environmentally toxic dyes which are even non degradable in fenton presence.

EVALUATION OF GENETIC DIVERSITY AND GENOME FINGERPRINTING OF BITTER GOURD GENOTYPES(MOMORDICA CHARANTIA) BY MOLECULAR MARKER

Farzana Iftikhar

Department of Zoology, The Women University Multan.

Waqas Ahmad

Department of Agronomy, Faculty of agricultural sciences and technology, Bahauddin Zakariya University Multan.

Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) was used to evaluate such relationship among three genotypes of bitter gourd. Amplification of the genomic DNA from each of the three genotypes of bitter gourd using all the 10 decamer primers revealed a variety of RAPD patterns. Out of these 10 primers, five showed stable pattern with a set of major DNA fragments and were the most effective in detection of genetic polymorphism in the studied populations of Bitter gourd. The 10 decamer oligonucleotides on an average generated 244 fragments, of which 85 (34.8%) were polymorphic. A range of 15 to 47 bands was amplified from RAPD primer used in the study. The degree of polymorphism among primers was different. The approximate size of the amplified fragments ranged from 250 to 1000 bp. Coefficients were utilized to generate dendrogram by using an unweighted pair group method with arithmetic average (UPGMA) tree. According to the genetic similarity dendrogram constructed for all 244 traits for three genotypes detected using 10 primers, all studied Bitter gourd from the three different varieties of Bitter gourd can be subdivided into two clusters, of which cluster one comprises of two varieties of Bitter gourd (CBT-36 & PKBT-1), and cluster two comprises of one variety (BG-7017). The mean genetic distance between varieties of Bitter gourd within cluster 1 is 0.3232 (32 %), within cluster 2 is 0.4419 (44 %). The genetic distance between clusters 1 and 2 was near about 0.1187 (11.8%).

Key words: Amplified Polymorphic DNA, Bitter gourd, genotype, primer ,DNA fragments.

GENOME-WIDE IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF NHX GENES FAMILY IN ELEUSINE CORACANA: AN IN-SILICO APPROACH

Kasinathan Rakkammal

Manikandan Ramesh

Department of Biotechnology, Science Campus, Alagappa University, Karaikudi – 630 003,
Tamil Nadu, India

Abstract

Finger millet (*Eleusine coracana*) is a small-seeded cereal that offers numerous nutritional and health benefits to humans, similar to other major cereals. The growth, biomass, and yield of finger millet are significantly impacted by abiotic stresses that include salinity stress. Salinity stress poses a significant challenge for finger millet, similar to other cereal crops. In the present study on genome-wide analysis and screening of *E. coracana* signifies the presence of five *EcNHX* genes in the finger millet genome. *In silico* analysis confirmed that all the identified *EcNHXs* were sodium transporters positioned on vacuolar membrane and plasma membrane. They involved in sodium transport across the cells. The phylogenetic analysis confirmed a total of three major classes: plasma membrane (PM)-class, endosomal (Endo)-class, and vacuole (Vac)-class. The *EcNHXs* were distributed in PM and endosomal-class. Transmembrane helices (TMHs) 11 to 12 present in *EcNHXs*. All the five *EcNHX* proteins shared the same putatively interactive protein *AVP1*, *HKT1*, *SOS2* and *SOS3*. These proteins play essential roles in response to abiotic stress. Several cis-acting regulatory elements involved in hormonal signal-responsiveness and abiotic stress including salinity responses were identified in the promoter regions of *EcNHXs*. This will help to initiate further functional characterization experiment in finger millet and other millets. For example, characterization of *EcNHX* genes through clustered, regularly interspaced short palindromic repeats (CRISPR)/CRISPR associated protein (Cas) (CRISPR/Cas) tool will help to identify the accurate role of each stress responsive gene under various stress.

Keywords: Salinity Stress; *In-silico*; Na⁺/H⁺ antiporters; Finger Millet.

EXPLORING THE INTERPLAY OF MICRONUTRIENTS IN ENHANCING TREE MULBERRY GROWTH, YIELD AND SERICULTURAL SUCCESS ACROSS DIVERSE NUTRIENT REGIMENS

Devamani Mahadevaswamy

Research Scholar

Centre for higher studies in Botany and Sericulture (RSRS) (Periyar University)
Vaikkalpattarai, Salem-17, Tamil Nadu, India

Dhahira Beevi Nagoorgani

Scientist-D

Centre for higher studies in Botany and Sericulture(RSRS) (Periyar University)
Vaikkalpattarai, Salem-17, Tamil Nadu, India

Thimma Reddy H

Scientist-D

Karnataka State Sericultural Research Station
Thalaghattapura, Bangalore-109, Karnataka, India

ABSTRACT

Purpose: In response to challenges like water scarcity, labor constraints, mulberry disease such as leaf rust, leaf spot and powdery mildew, Sericulturists in Tamilnadu and Karnataka states are transitioning from traditional bush mulberry cultivation to tree plantation. Therefore to get sustainable crop growth and income for farmers, a research study was conducted during 2021 to 2023 at Regional Sericultural Research Station (RSRS), Salem, TamilNadu.

Method: The investigation aimed to evaluate the impact of ten nutrient levels on the growth, yield and leaf quality of tree mulberry. We employed the RCBD method for field experiments and followed standard methods for plant growth and nutrients analysis.

Result: The research compared V₁ tree mulberry, revealing that T₂ exhibited superior growth and yield characteristics with values in parameters such as the number of branches per tree (33.99), leaves per branch (29.99), branch length (145.35 cm), and leaf/stem yield (31.21 and 19.89 mt/ha/yr). Notably, when examining silkworm economic parameters, T₅ displayed the highest values in larval weight (52.83 g), cocoon weight (2.18 g), shell weight (0.53g), shell ratio (24.19%), and filament length (1328m). Denier and renditta showed similar results in T₅ and T₆ (2.5 d and 6.28 kg). Regarding nutrient content, T₅ recorded the highest percentages of N, P, K, S, Ca and Mg (3.88, 0.29, 3.62, 0.29, 3.67, 1.0%). Additionally, sulfur content was similar in T₅ and T₂ (0.29%). Micronutrients such as Zn, Fe, Mn and B were also highest in T₅ (61.24, 148.63, 140.61, and 82.64 ppm). Nutrient uptake analysis revealed that T₂ followed by T₅ had the highest uptake of macro nutrients N, P, K, S, Ca, and Mg (260.82, 18.97, 242.17, 20.05, 250.89, and 75.33 kg/ha/yr for T₂ and 237.35, 17.89, 220.65, 19.42, 218.69, and 68.31 kg/ha/yr for T₅). Similarly, micronutrients Cu, Zn, Fe, Mn and B followed a similar trend (42.97, 484.16, 988.05, 1206.49, and 529.86 g/ha/yr for T₂, and 40.04, 473.39, 949.61, 1169.36, and 507.19 g/ha/yr for T₅). The study revealed that T₂ and T₅ exhibited superior performance in mulberry and recommend farmers to apply 20 kg/ha/year or a 0.5 % foliar spray of micronutrients along with recommended dose of fertilizers in five splits for tree mulberry plants.

Key words: V₁; Soil; leaf nutrients; nutrients uptake and silkworm.

ENHANCING PLANT SPECIES MAPPING THROUGH UAV REMOTE SENSING AND DEEP LEARNING: A CASE STUDY IN THE HIGH ATLAS MOUNTAINS, MOROCCO

Sara Badrous

Geomatics, Georesources and Environment Laboratory, Faculty of Sciences and Techniques,
Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.

Mohamed Jibril Daia Eddine

Geomatics, Georesources and Environment Laboratory, Faculty of Sciences and Techniques,
Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.

Hicham Mouncif

Geomatics, Georesources and Environment Laboratory, Faculty of Sciences and Techniques,
Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.

Mohamed Biniz

Information Processing and Decision Support Laboratory, Faculty of Sciences and
Techniques, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.

El Mostafa Bachaoui

Geomatics, Georesources and Environment Laboratory, Faculty of Sciences and Techniques,
Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.

Abstract

Remote sensing images captured by unmanned aerial vehicles (UAVs) have great potential to promote intelligent robotics-inspired solutions for land cover mapping. This submission presents a novel workflow based on the U-Net Convolutional Neural Network (CNN) for precise automated mapping of aromatic medicinal plants (Zeqqum, Carob, Thuya, and Lentisk), requiring advanced technologies to improve the accuracy and mapping Plant. This work explores the application of unmanned aerial vehicle (UAV) remote sensing systems[1], specifically using the Enhanced U-Net segmentation model, for accurate classification of plant species. The methodology consists of using a UAV RGB camera mounted on a quadcopter to capture high resolution images[2] of the Timoulilt region located in the High Atlas Mountains in Morocco. For this, a set of data augmentation techniques were applied[3], in order to guarantee a complete representation of the variability of plant species. In addition, by optimizing the hyperparameters using Keras tuner tuning, to improve the performance of the U-Net architecture. The adjustments aim to improve the accuracy of plant mapping, providing a more refined and reliable model for species identification. On the other hand, performance evaluation on the validation dataset reveals a remarkable accuracy of 97.65%, demonstrating the effectiveness of the proposed approach, and resilient performance on the testing dataset further justify the reliability of the model, reaching an accuracy of 97.39%. For this reason, we claim that through extensive training, the model is able to effectively segment plant images and provide significant theoretical value as well as an accurate practical

reference for plant segmentation. Therefore, validation of the algorithm extends beyond the initial geographic location, emphasizing its adaptability and effectiveness in various environments. In particular, this research constitutes a remarkable contribution to the growing intersection of deep learning and remote sensing applications in ecology science[4], providing a valuable framework for future research aimed at improving the accuracy and efficiency of mapping plant species using drone imaging and advanced technologies.

Key words: Remote sensing, Unmanned aerial vehicles (UAVs), Deep Learning, Enhanced U-Net segmentation model, Aromatic medicinal plants (Zeqqum, Carob, Thuya, Lentisk).

[1] B. Chudasama, N. Ovaskainen, J. Tamminen, N. Nordbäck, J. Engström, and I. Aaltonen, “Automated mapping of bedrock-fracture traces from UAV-acquired images using U-Net convolutional neural networks,” *Comput. Geosci.*, vol. 182, no. June 2023, 2024, doi: 10.1016/j.cageo.2023.105463.

[2] X. Yu *et al.*, “Maize tassel area dynamic monitoring based on near-ground and UAV RGB images by U-Net model,” *Comput. Electron. Agric.*, vol. 203, no. October, p. 107477, 2022, doi: 10.1016/j.compag.2022.107477.

[3] Z. Li, X. Deng, Y. Lan, C. Liu, and J. Qing, “Fruit tree canopy segmentation from UAV orthophoto maps based on a lightweight improved U-Net,” *Comput. Electron. Agric.*, vol. 217, no. August 2023, p. 108538, 2024, doi: 10.1016/j.compag.2023.108538.

[4] T. K. Behera, S. Bakshi, and P. K. Sa, “A Lightweight Deep Learning Architecture for Vegetation Segmentation using UAV-captured Aerial Images,” *Sustain. Comput. Informatics Syst.*, vol. 37, no. October 2022, p. 100841, 2023, doi: 10.1016/j.suscom.2022.100841.

GENETIC DIVERSITY ANALYSIS OF NATURAL POPULATIONS OF A MEDICINAL AND MELLIFEROUS PLANT (*EUPHORBIA RESINIFERA*) USING MORPHOLOGICAL TRAITS AND MOLECULAR MARKERS

Hassane ABD-DADA

Faculty of Sciences and Techniques, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-5214-3043>

Said BOUDA

Faculty of Sciences and Techniques, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7208-0255>

Abdelmajid HADDIOUI

Faculty of Sciences and Techniques, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8860-6194>

Abstract

Introduction and Purpose: *Euphorbia resinifera* is a melliferous, medicinal and endemic plant to Morocco. Its ecological and genetic diversity are not known. The objective of this study is to analyze the diversity and genetic structure of Moroccan wild populations of *E. resinifera* using ISSR markers. 12 natural populations collected from its geographical area in Morocco were analyzed using 14 ISSR markers. **Materials and Methods:** The plant material used in this study included twelve natural populations representing the distribution area of *E. resinifera* in Morocco. Six populations are originating from High Atlas Mountain and six belonging to the Middle Atlas Mountain. A total of 14 ISSR primers previously displayed reliable and polymorphic band profiles were used in this work (Table 2). **Results:** A total of 125 bands were generated, with polymorphism of 74.81%. The polymorphic information content (PIC), resolving power (Rp), Shannon's information index (I) and total genetic diversity (Ht) were 0.33, 2.8, 0.35 and 0.21, respectively. The analysis of molecular variance showed that 75.56% of the total variability is present within population and that 24.44% exists among population. Also, the analysis showed a significant and low difference between the two groups of Mountain range (FCT= 0.066), and no significant and negative difference among Mountain versant type and altitude groups (respectively: FCT= -0.024 and FCT=-0.022). Moreover, the geographical distances between populations are correlated with their corresponding genetic distances according to the Mantel test ($r= 0.507$; $P < 0.0001$). **Discussion and Conclusion:** These results suggest that the population structuring follows a model of isolation by geographical distance. Indeed, the genetic structuring of populations into two groups obtained from PCoA and Structure analysis revealed a dependence on the geographical origin of the populations. In contrast the genetic distances are not correlated with the altitude.

Keywords *Euphorbia resinifera*, genetic diversity, ISSR, medicinal plant, Atlas Mountain

EFFECTS OF TILLAGE AND FERTILIZATION ON WHEAT YIELD UNDER MEDITERRANEAN CONDITIONS

Wafae Sellami

Agro-Physiology Plant, National Institute of Agronomic Research, 10 km, Haj Kaddour Road,
BP 578, 50 000-Morocco

Crop and animal production and Agro-Industry, Ibn Tofaïl University, BP 133 Kénitra 14000-
Morocco

Khalid Daoui

Agro-Physiology Plant, National Institute of Agronomic Research, 10 km, Haj Kaddour Road,
BP 578, 50 000-Morocco

Mohammed Ibriz

Crop and animal production and Agro-Industry, Ibn Tofaïl University, BP 133 Kénitra 14000-
Morocco

Abderrazzak Bendidi

Agro-Physiology Plant, National Institute of Agronomic Research, 10 km, Haj Kaddour Road,
BP 578, 50 000-Morocco

Fertilizer management is one of the most important factors affecting wheat (*Triticum aestivum*) yield and its quality. In this context, a study was conducted in Meknes (Morocco) at the National Institute of Agronomic Research in during 2020–2021 cropping season to evaluate the combined effect of tillage and nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) fertilizers on various agronomic traits on bread wheat. The experimental design was a split-plot with three replications, tillage systems (NT: no-till and CT: conventional tillage) in the main plot, and fertilization levels in the subplot. Four N, P and K fertilizer levels were tested: [0 kg N ha⁻¹ (N0), 50 kg N ha⁻¹ (N1), 100 kg N ha⁻¹ (N2), and 150 kg N ha⁻¹ (N3)]; [0 kg P ha⁻¹ (P0), 30 kg P ha⁻¹ (P1), 60 kg P ha⁻¹ (P2), and 90 kg P ha⁻¹ (P3)]; [0 kg K ha⁻¹ (K0), 10 kg K ha⁻¹ (K1), 30 kg K ha⁻¹ (K2) and 50 kg K ha⁻¹ (K3)]. The soil type at this station is silty-clay (48.50% silt and 39.90% clay and 11.60% fine sand), mainly dark Vertisols with limestone concretions, with a pH (7.8), organic matter (2.63 %), potassium (478 mg kg⁻¹), phosphorus (11.89 mg kg⁻¹) and nitrogen (7.77 %). Results showed that after converting to no-till, there was a significant difference in grain yield (GY) and water use efficiency (WUE) in both N application and tillage systems, but no significant effect was shown in the N*tillage systems

interaction. N3 fertilization registered a greater effect in GY and WUE under no-till than conventional tillage. Moreover, P fertilization and tillage systems recorded a significant effect on GY and WUE; however, the interaction of P and tillage systems uninfluenced GY. Higher GY was revealed by P2 fertilization under different tillage systems. In addition, the greatest GY were presented under no-till. Furthermore, K fertilization, tillage systems, and the K*tillage systems interaction uninfluenced GY and WUE significantly, with indeed a higher GY recorded under K1 combined with no-till over conventional tillage. We concluded from this study that application of N3, P2, and K1 levels and no-till were more beneficial for improving growth, yield, and yield components of bread wheat under normal conditions.

Keywords: tillage system, nutrition management, *Triticum aestivum*, yield, water use efficiency.

UNVEILING PHYTOCHEMICAL DIVERSITY: A COMPARATIVE STUDY OF NATURAL AND MICROPROPAGATED BACOPA MONNIERI (L.)

Apurva A. Salunkhe

Department of Pharmaceutical Quality Assurance, Bharati Vidyapeeth College of Pharmacy,
Kolhapur -416013 Maharashtra, India

Firoj A. Tamboli

Department of Pharmacognosy, Bharati Vidyapeeth College of Pharmacy, Kolhapur -416013
Maharashtra, India.

ABSTRACT

Within the Scrophulariaceae family, *Bacopa monnieri* Linn. is a significant herbal remedy that grows in damp, marshy areas across India, Nepal, Sri Lanka, China, Taiwan, and Hawaii. Since the species is in danger of extinction, germplasm preservation is essential. Comprehensive phytochemical analysis of *Bacopa monnieri* (BM) plants grown naturally and through micropropagation is the primary goal of this investigation. It demonstrates the existence of several phytoconstituents, including flavonoids, phenolics, alkaloids, and saponins. Several phytoconstituents provide the plant with its antioxidant properties in addition to a host of other functions. Tissue culture procedures have been created to regenerate the BM plant from small portions (nodal segment). Concerning phytoconstituent potential, the regenerated plant is comparable. Plants can be clonally regenerated on an extensive basis using the Murashige and Skoog medium methods, providing long-term protection and preservation in compact spaces. Based on the comprehensive phytochemical analysis. The phytoconstituents found in the micropropagated plant were found by HPTLC to be comparable to those found in the *B. monnieri* organic plants.

Keywords: *Bacopa monnieri* Linn., flavonoids, HPTLC, Micropropagation, Brahmi.

CHANGES IN ORGANIC CARBON CONTENT IN URBAN SOILS DURING MISCANTHUS CULTIVATION

Dr. Maryna Zakharova

National Scientific Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named
after O.N. Sokolovsky», Kharkiv, Ukraine
ORCID NO: 0000-0002-1140-5017

Dr. Yuri Thapko

National Scientific Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named
after O.N. Sokolovsky», Kharkiv, Ukraine
ORCID NO: 0000-0001-6111-0877

Natalia Palamar

National Scientific Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named
after O.N. Sokolovsky», Kharkiv, Ukraine
ORCID NO: 0000-0002-3534-9478

Yana Vodyak

National Scientific Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named
after O.N. Sokolovsky», Kharkiv, Ukraine
ORCID NO: 10000-0001-9165-6272

Urban soils are anthropogenically altered soils. They are artificial profiles that have a surface layer of up to 50 cm, created by man by pouring, mixing, and burial substrates of purely urban origin.

Objectives. To determine the effect of *Miscanthus giganteus* cultivation on the organic carbon content in urban soils. The object of the study: urban soils, on the territory of the dendrological park of Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaev.

Methods. Research methods correspond to the national standards of Ukraine: field research (soil survey and selection of soil samples in spring and autumn to a depth of 0-20 cm and 20-40 cm) and laboratory-analytical (organic carbon in soil samples). The study did not involve the application of any fertiliser.

Results. In urban soils with *Miscanthus giganteus* cultivation carbon accumulation is more intense compared to the control variant. Under the influence of *Miscanthus giganteus* cultivation, the amount of organic carbon in the urban soils increases both in the 0-20 cm layer and the 20-40 cm layer. Organic carbon content in the soil layer 0-20 cm varies from 2.0% on the control variant to 2.9% with *Miscanthus giganteus* cultivation in an average of 2 years of research. In the soil layer 20-40 cm organic carbon content varies from 2.0% to 2.6% respectively. These dynamics point to the good carbon sequestration capacity of *Miscanthus giganteus* plants, which is extremely important given the general trend towards a warming climate and an increase in atmospheric CO₂. *Miscanthus giganteus* can be important plants for the phytoremediation of urban and other low-productivity soils. The increase of organic carbon content in the studied urban soils under *Miscanthus giganteus* indicates the improvement of supporting and regulatory ecosystem services, which ensure a significant improvement in the ecological state of this soil.

Conclusions. *Miscanthus giganteus* stimulates the accumulation and increase of organic carbon content in the soil.

Keywords: soil, ecosystem services, *Miscanthus giganteus*, organic carbon, urban soil.

INVASIVE ALIEN SPECIES IN CROP LANDS OF BARNOTI BLOCK OF DISTRICT KATHUA, JAMMU AND KASHMIR, INDIA

Sanjeev Kumar Gupta

Head, Department of Botany, Govt. Degree College Kathua, Jammu and Kashmir, India-184101

<https://orcid.org/0000-0002-8252-8225?lang=en>

Abstract

Jammu and Kashmir is one of the biodiversity hotspots in India including many endemic plant species. One of the threats to biodiversity of region is the invasion of alien species. The invasive alien species have naturally introduced into the area from adjoining Punjab plains. The damage caused by these invasive alien species in terms of reduced crop yields, biodiversity loss and disruption of natural ecosystems outweighs their benefits. The invasive alien species present there are seriously affecting the vegetation of the region. Most of the invasive alien weeds were found to marginalize native species with the result native species either fail to germinate or cannot compete with the aggressive invaders. Some alien weeds exhibit allelopathic effects thereby preventing the growth and multiplication of native species. The alien weeds have been found to exert serious negative impacts on agriculture and animal husbandry by reducing crop yields, escalating the cost of produce and marginalizing grasslands and pastures. The management of invasive weeds requires co-ordinated efforts to control and eradicate them so as to prevent further damage to the biodiversity and agriculture of the region.

Keywords: exotic weeds, aggressive invaders, allelopathy, weed crowding

NAVIGATING SUSTAINABILITY IN URBAN LANDSCAPES: ASSESSING ORGANIC FERTILIZER ADOPTION AND CHALLENGES AMONG FARMERS IN DHAKA REGION, BANGLADESH

Sajjadur Rahman

Department of Soil, Water and Environment, University of Dhaka
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-5985-8105>

Md. Mashrur Hossain Rubab

Department of Soil, Water and Environment, University of Dhaka
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-1529-0853>

Mahjabin Prema Payal

Department of Soil, Water and Environment, University of Dhaka
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-6570-5564>

Fuad Hasan Maksud

Department of Soil, Water and Environment, University of Dhaka
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-8231-796X>

Riyan Islam

Department of Soil, Water and Environment, University of Dhaka
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-4348-1880>

ABSTRACT

Background: This study aims to explore the attitudes and practices of urban farmers and gardeners in Dhaka and nearby areas towards the use of organic fertilizers. The research seeks to understand the factors that influence the adoption of organic fertilizers in urban settings and the barriers to their wider implementation. The study is conducted in response to concerns over soil depletion, environmental degradation, and human health in Bangladesh. **Methods:** A 150-person survey incorporating open-ended questions was conducted among urban farmers and gardeners, spanning diverse agricultural settings such as vegetable gardens, nurseries, and commercial farms. The survey assessed preferences for organic fertilizers, application methods, perceived effectiveness, and challenges faced. Quantitative data was analyzed using Excel, while thematic analysis was employed to capture nuanced perspectives. **Results:** A noteworthy adoption rate of organic fertilizers (68.67%) was observed, with most farmers (82.17%) employing a mixed approach, integrating organic fertilizers with synthetic or other organic amendments. Compost, green-manure, and manure-compost represented the most popular organic choices. Motivations for adoption included enhanced soil health (77.2%), environmental benefits (69.3%), and increased crop yield (69.7%). However, significant challenges were identified, including higher cost (53.3%), difficulty accessing quality raw materials (67.4%), storage and handling limitations (51.7%),

time commitment (54.3%), and perceived lower effectiveness compared to synthetic fertilizers (70.7%). **Conclusions:** This research uncovers an increasing trend in organic fertilizer usage among urban farmers in Bangladesh, indicating a potential move towards more sustainable agriculture. However, significant obstacles hinder widespread adoption. Providing targeted interventions, such as cost reduction, quality control mechanisms, training programs, and knowledge sharing, is essential to overcome these challenges and promote the adoption of sustainable farming practices in urban Bangladesh. This study sheds light on the complexities of organic fertilizer adoption in urban settings, emphasizing the need for tailored solutions to foster sustainable food systems in developing countries.

Key Words: Organic fertilizer, urban agriculture, Bangladesh, sustainability, soil health, environmental benefits

UNVEILING ADAPTIVE COMPONENTS FOR ENVIRONMENTAL HETEROGENEITY IN *IPOMOEA CARNEA* JACQ

Muhammad Safdar

Syed Mohsan Raza Shah

Department of Botany, Division of Science and Technology, University of Education,
Lahore, Pakistan

ABSTRACT

Environmental heterogeneity is an important factor that affects species richness and provides conditions for adaptation of existing species. Factors affecting the diversity gradient are climatic variation, biotic interactions, territory, ambient vigor, productivity, available water resources and some other factors that direct the historical process by the evaluation of climatic history and phylogeny of niche conversation. Naturally adapted populations of *Ipomoea carnea* Jacq. were collected from various ecological regions of Punjab province to investigate their adaptive components that have been developed under heterogeneous environmental conditions. Multivariate redundancy analysis (RDA) and correlation analysis were done to evaluate the association of soil physiochemical features with different morpho-anatomical and physiological characteristics. *I. carnea* is an invasive species that can rapidly grow, spread and adapt from xerophytic to aquatic habitats. This species showed better growth and biomass production near water bodies. Additionally, it also exhibited some specific anatomical modifications such as aerenchyma formation, sclerification, xylem ray thickness, leaf thickness and large metaxylem area that enable it to survive under harsh environmental conditions. Populations from highly saline habitats showed higher value of osmolytes and ionic contents (K^+ and Ca^{2+}). Furthermore, the populations from highly saline areas also exhibited the maximum uptake of Na^+ content and the lowest uptake of K^+ and Ca^{2+} content. In conclusion, *I. carnea* showed very specific modifications in morpho-anatomical and physiological traits that reveal its ecological success from aquatic to xerophytic habitats.

PHYSIOLOGICAL ADAPTATIONS OF PLANTS TO HAIL: AN ANALYSIS OF VARIETIES AND THEIR ENVIRONMENTAL RESPONSES

Hassane Boudad

Regional Agricultural Research Center of Meknes, National Institute of Agricultural Research,
Avenue Ennasr, P. Box 415, Rabat 10090, Morocco
Laboratory of Agro-industrial and Medical Biotechnologies, Faculty of Sciences and
Techniques, University of Sultan Moulay Slimane, BP 523, Beni Mellal, Morocco

Othmane Lamoumni

Regional Agricultural Research Center of Meknes, National Institute of Agricultural Research,
Avenue Ennasr, P. Box 415, Rabat 10090, Morocco
Agrobiotechnology and Bioengineering laboratory - University Cadi Ayyad, Marrakech,
Morocco

Ouardi Laila

Regional Agricultural Research Center of Meknes, National Institute of Agricultural Research,
Avenue Ennasr, P. Box 415, Rabat 10090, Morocco
Laboratory of Agro-industrial and Medical Biotechnologies, Faculty of Sciences and
Techniques, University of Sultan Moulay Slimane, BP 523, Beni Mellal, Morocco

Mentag Rachid

Regional Agricultural Research Center of Meknes, National Institute of Agricultural Research,
Avenue Ennasr, P. Box 415, Rabat 10090, Morocco

El Fazazi Kaoutar

Regional Agricultural Research Center of Meknes, National Institute of Agricultural Research,
Avenue Ennasr, P. Box 415, Rabat 10090, Morocco

Abdelmajid Haddioui

Laboratory of Agro-industrial and Medical Biotechnologies, Faculty of Sciences and
Techniques, University of Sultan Moulay Slimane, BP 523, Beni Mellal, Morocco

Jamal Charafi

Regional Agricultural Research Center of Meknes, National Institute of Agricultural Research,
Avenue Ennasr, P. Box 415, Rabat 10090, Morocco

Abstract

Our study examines how different plant varieties (*Malus domestica* L.) respond physiologically to hail events, focusing on changes in leaf characteristics, chlorophyll concentrations, stomatal conductance, and cuticular wax content. The aim is to understand the impact of hail on plant physiology and identify potential adaptations. The study found that there is a significant positive correlation between leaf load and leaf surface area, indicating coordinated changes in size and load. Additionally, hail seems to affect chlorophyll

concentrations, as there is a negative correlation between leaf load and chlorophyll levels. The research also shows that there is a positive correlation between temperature and stomatal conductance, suggesting that temperature drives stomatal regulation. Furthermore, a negative correlation exists between stomatal conductance and cuticular wax content, indicating potential adaptive responses to environmental stress. The interactions between chlorophyll a and b underscore the coordinated nature of these pigments. These findings provide valuable insights into how plants respond to hail, shedding light on their physiological adjustments and offering implications for agricultural management.

Keywords: *Malus domestica* L., cultivar, Physiological traits, Physiological adaptation, hail.

THE EFFECT OF PREPARATIVE FORMS OF ACHILLEA MILLEFOLIUM L. ON MONIEZIOSIS OF SHEEP

ACHILLEA MILLEFOLIUM L.'nin İLAC FORMLARININ KOYUNLARDA MONIEZİOZİS ÜZERİNE ETKİSİ

Etibar MAMMADOV

Nakhchivan State University, Faculty of Natural Sciences and Agriculture, Department of
Veterinary Medicine, Nakhchivan, Azerbaijan
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-6397-5662>

Mürsel KARABACAK

Kayseri Üniversitesi, Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü
Kayseri, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2049-9825>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: At the present time, many medical preparations belonging to different chemical and pharmacological groups are used against parasitic diseases in animals, especially helminthosis. It is important to research and apply in veterinary practice anthelmintics obtained from plants that do not have a toxic effect on the animal body, are sufficiently effective, and ecologically safe. Monieziosis is a helminthic disease caused by species belonging to the Anoplocephalidae family and *Moniezia* genus (*M. expansa*, *M. benedeni*) in ruminant animals, especially sheep, goats, cows and buffalos. *Achillea millefolium* (*Achillea millefolium* L) is a common medicinal plant used in medicine since ancient times. For this purpose, experiments were carried out to study the anthelmintic effect of *bojmadara* in sheep infected with moniesia.

Material and methods: Experiments were carried out in Sharur district of Nakhchivan Autonomous Republic to study the effect of medicinal forms of yarrow plant against *Moniezia* infection in 1-2 year-old sheep. Before the experiments, fecal samples were taken from the rectum of animals and fecal examination was carried out according to Fulleborn's method. It was found that sheep in the experimental groups were 100% infected with moniesia. Forty animals divided into 4 equal groups. Group 1 was given 5 g of herbal plant meal for 3 days; Group 2 was given 5 ml/kg of herbal infusion; Group 3 was given decoction at a dose of 5 ml/kg. All medicinal forms were given twice a day with an interval of 12 hours for 3 days. Group 4 was maintained as the control group. The animals were kept under the same nutritional conditions. 5 days after the application of the plant, fecal samples were taken from the rectum of the animals in the experimental and control groups and fecal examination was performed.

Results: The animals were monitored visually during the experiment. None of them showed signs of poisoning, changes in feed and water consumption. According to the results of fecal examination, the effectiveness of treatment in the group receiving plant meal was 80%; 50% effectiveness in the group receiving infusion and 60% in the group receiving decoction. The animals of the control group had 100% infection as at the beginning of the experiment.

Discussion and Conclusion: As a result of the conducted experiment, it was found that yarrow has an antihelminthic effect against cestodes. Thus, in animals infected with moniesia, the antihelminthic efficacy is 80% after application of yarrow herbal meal for 3 days; this was 60% in decoction and 50% in infusion. Having determined the effect of yarrow on sheep cestodes, it is very promising to use it as an herbal antihelminthic agent.

Key words: Yarrow, Moniezia, Medicinal plant, Herbal flour, Infusion, Decoction.

Giriş ve Amaç: Günümüzde hayvanlardaki paraziter hastalıklara, özellikle helmintik hastalıklara karşı farklı kimyasal ve farmakolojik gruplara ait çok sayıda ilaç kullanılmaktadır. Hayvan organizması üzerinde toksik etkileri olmayan bitkilerden elde edilen, yeterince etkili, ekolojik açıdan güvenilir antihelmintik ajanların veterinerlik pratiğinde araştırılması, incelenmesi ve uygulanması önemlidir. Monieziosis, Anoplocephalidae familyasına ve Moniezia cinsine ait türlerin (*M.expansa*, *M. benedeni*) neden olduğu, özellikle koyun, keçi, inek ve manda olmak üzere geviş getiren hayvanlarda görülen helmintik bir hastalıktır. Civanperçemi (*Achillea millefolium* L), eski çağlardan beri tıpta kullanılan yaygın bir şifalı bitkidir. Bu amaçla Civanperçemi'nin Moniezia ile enfekte koyunlarda antihelmintik etkisini incelemek için deneyler yapılmıştır.

Gereç ve yöntemler: Civanperçemi bitkisinin ilaç formlarının 1-2 yaşındaki koyunlarda moniezia enfeksiyonuna karşı etkisini incelemek amacıyla Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin Şarur ilçesinde deneyler yapıldı. Deneylerden önce hayvanların rektumlarından dışkı örnekleri alınarak Fulleborn yöntemine göre dışkı muayenesi yapıldı. Deney gruplarındaki koyunların %100 moniesia ile enfekte olduğu tespit edildi. Her deney grubunda 10 hayvan olmak üzere 4 grup oluşturuldu. Grup 1'deki hayvanlara 3 gün boyunca hayvan başına 5 g bitkisel bitki unu; grup 2'deki hayvanlara 5 ml/kg bitkisel infüzyon; grup 3'teki hayvanlara 5 ml/kg dozunda dekoksasyon verildi. Tüm ilaç formlar 12 saat arayla günde iki kez verilmiştir. Grup 4 kontrol grubu olarak tutulmuştur. Hayvanlar aynı beslenme koşulları altında tutuldu. Bitkinin uygulanmasından 5 gün sonra, deney ve kontrol gruplarındaki hayvanların rektumlarından dışkı örnekleri alınmış ve dışkı muayene yapılmıştır.

Bulgular: Deney sırasında hayvanlar görsel olarak izlendi. Hiçbirinde zehirlenme belirtisi, yem ve su tüketiminde değişiklik görülmedi. Koprolojik inceleme sonuçlarına göre civanperçemi otu unu alan grupta tedavinin etkinliği %80; İnfüzyon uygulanan grupta %50, dekoksasyon uygulanan grupta ise %60 etkililik olmuştur. Kontrol grubundaki hayvanlarda deneyin başlangıcında olduğu gibi %100 enfeksiyon vardı.

Tartışma ve Sonuç: Yapılan deney sonucunda civanperçemi otunun sestodlara karşı antihelmintik etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Böylece moniesia ile enfekte hayvanlarda civanperçemi otu ununun 3 gün süreyle uygulanmasından sonra antihelmintik etkinlik %80 oldu; bu dekoksasyon %60 ve infüzyonda %50 idi. Civanperçemi'nin koyun sestodları üzerindeki etkisi belirlendikten sonra bitkisel antihelmintik ajan olarak kullanılması oldukça umut vericidir.

Anahtar kelimeler: Civanperçemi, Monezia, Şifalı bitki, Bitkisel un, İnfüzyon, Dekoksasyon.

WILD FOOD PLANTS USED IN THE WINTER SEASON AND THEIR SUPPLY

KIŞ MEVSİMİNDE KULLANILAN YABANI GIDA BITKİLERİ VE TEMİNİ

Hilal GASIMOV

Nakhchivan State University, Faculty of Natural Sciences and Agriculture, Department of
Biology, Nakhchivan, Azerbaijan

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-4075-3297>

Mursel SEYIDOV

Nakhchivan State University, Faculty of Natural Sciences and Agriculture, Department of
Biology, Nakhchivan, Azerbaijan

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-6161-9826>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Abundant biodiversity is of vital importance in meeting a number of basic and essential human needs. Since ancient times, people have collected various plant resources to meet a number of their daily needs. Millions of people in most developing countries derive their livelihoods and a significant portion of their income from wild food crops. Wild food plants provide staple foods for local populations and also offer supplementary food and an alternative source of income. Wild food plants are important nutritional and vitamin supplements for local people. Therefore, wild food resources act as a resource in times of food shortages, reducing the vulnerability of local populations to food security.

Materials and Methods: Wild food plants collected from a number of territories of Nakhchivan Autonomous Republic were selected as research objects, and field expeditions were conducted in different stages starting from April 2021. Researches were carried out according to the plan and 30 expedition routes to the area were organized.

Results: 35 species of wild food plants common in the flora of the autonomous republic are procured and put on sale in the markets. It is possible to achieve high economic efficiency by organizing the supply and sale of these plants in a planned manner.

Discussion and Conclusion: Wild food plants are sold in winter markets in various commodity forms (salted dried and jam) almost all year round. 8 types of wild food plants are supplied in salted form, 12 in dried form and 15 in the form of jam or juice. According to the literature materials and conducted researches, the directions of use of each species in the autonomous republic in the winter season, the supply villages have been determined. So, these species are mainly supplied in mountain and foothill areas. It has been observed that it is consumed dried, wild, apple, wild pear, common cherry, hawthorn, common barberry jam or fruit juice.

Key Words: Nakhchivan, wild food plants, *Prangos acaulis*, *Falcaria vulgaris*, *Malus orientalis*.

ÖZET

Giriş ve Amaç: Bol miktarda biyolojik çeşitlilik, bir takım temel ve temel insan ihtiyaçlarının karşılanmasında hayati öneme sahiptir. Antik çağlardan beri insanlar günlük bir takım ihtiyaçlarını karşılamak için çeşitli bitki kaynaklarını toplamışlardır. Gelişmekte olan ülkelerin çoğunda milyonlarca insan geçimini ve gelirinin önemli bir kısmını yabancı gıda ürünlerinden sağlıyor. Yabancı gıda bitkileri, yerel nüfus için temel gıda maddeleri sağlar ve aynı zamanda ek gıda ve alternatif bir gelir kaynağı da sunar. Yabancı gıda bitkileri yöre halkı için önemli besin ve vitamin takviyesidir. Bu nedenle yabancı gıda kaynakları, gıda kıtlığı zamanlarında bir kaynak görevi görerek yerel halkın gıda güvenliğine karşı savunmasızlığını azaltır.

Gereç ve Yöntem: Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin çeşitli bölgelerinden toplanan yabancı besin bitkileri araştırma nesnesi olarak seçilmiş ve Nisan 2021'den itibaren farklı aşamalarda saha gezileri gerçekleştirilmiştir. Plana göre araştırmalar yapıldı ve bölgeye 30 sefer güzergahı düzenlendi.

Bulgular: Özerk cumhuriyetin florasında yaygın olan 35 tür yabancı gıda bitkisi temin edilerek pazarlarda satışa sunuldu. Bu tesislerin tedarik ve satışını planlı bir şekilde organize ederek yüksek ekonomik verim elde etmek mümkündür.

Tartışma ve Sonuç: Yabancı gıda bitkileri neredeyse tüm yıl boyunca çeşitli ticari formlarda (tuzlu kurutulmuş ve reçel) kış pazarlarında satılmaktadır. Yabancı gıda bitkilerinden 8 çeşiti tuzlu, 12'si kurutulmuş, 15'i ise reçel veya meyve suyu şeklinde temin edilmektedir. Literatür materyallerine ve yapılan araştırmalara göre özerk cumhuriyetteki her türün kış mevsiminde kullanım yönleri, tedarik köyleri belirlendi. Dolayısıyla bu türler çoğunlukla dağlık ve dağlık alanlardan temin edilmektedir. Altın karaçalı, otsu karaçalı, sapsız karaçalı, küçük tohumlu atkuyruğu, çıplak dorema, tuzda soğan, adi avelik, yumruk biçimli avelik, adigazaiat, uzun yapraklı kavun, alejaz, kaya dana ayağı kurutulmuş, yabancı, elma, yabancı armut, adi kiraz, alıç, sıradan zinrinin reçel veya meyve suyu şeklinde tüketildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Nahçıvan, yabancı besin bitkileri, *Prangos acaulis*, *Falcaria vulgaris*, *Malus orientalis*.

**NAXÇIVAN MUXTAR RESPUBLİKASININ CRABRONINI (CRABRONIDAE:
CRABRONINAE) TRİBASININ YABAN ARILARININ FAUNASI VƏ
EKOLOGİYASI**

**FAUNA AND ECOLOGY OF WASPS OF THE TRIBE CRABRONINI
(CRABRONIDAE: CRABRONINAE) OF NAKHCHIVAN AUTONOMOUS
REPUBLIC**

Mahir MAHARRAMOV

Nakhchivan State University, Faculty of Natural Sciences and Agriculture, Department of
Veterinary Medicine, Nakhchivan, Azerbaijan
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4130-7071>

Behruz MEMMEDOV

Nakhchivan State University, Faculty of Natural Sciences and Agriculture, Department of
Chemistry, Nakhchivan, Azerbaijan
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-9685-876X>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: According to the latest data, 47 genera and 1517 species of Crabronini tribe have been identified in the world fauna. From the neighboring countries of our republic, 128 species of triba belonging to 10 genera have been recorded in Russia, 90 species belonging to 9 genera in Turkey, and 83 species belonging to 6 genera in Iran. The fauna and ecology of bees belonging to the apiformes group of many regions of Azerbaijan have been well studied. However, there is very little information about the fauna and ecology of wild bees, which are included in the group of sphisiformes. In general, the wild bees of the Crabronini tribe of both Azerbaijan and Nakhchivan Autonomous Republic, which is an integral part of it, have been poorly studied by both local and foreign authors, despite having a rich species diversity.

Materials and Methods: In 2018-2019, the research work was carried out on the basis of materials collected from 31 points of 19 villages of 6 districts of the autonomous republic with entomological nets and Merike traps, stored in the collection fund of the Biodiversity Science Center of the Far East Department of the Russian Academy of Sciences, Zoology Institute of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan.

Results: During the research years, it was found that 21 species of Crabronini tribe belonging to 6 genera were spread in 31 points of 19 villages of 6 regions of the autonomous republic.

Discussion and Conclusion: Based on literature and internet data, the distribution of each species in the world is given. So, despite the predominance of Palearctic species, Holarctic species were also found. The altitudinal zones and landscapes where the species are found have been identified. *Ectemnius (Hypocrabro) persicus* (Kohl, 1888); *Ectemnius (Thyreocerus) crassicornis* (Spinola, 1808); *Lestica clypeata* (Schreber, 1759); *Lestica subterranea* (Fabricius, 1775) was the most abundant species occurring in more landscape types than the other species. It has been observed that most of the species prefer the flowers of plants belonging to the families of milkweed, umbelliferae and legumes.

Key Words: Nakhchivan, *Crossocerus*, *Ectemnius*, *Entomognathus*, *Lestica*, *Lindenius*.

ÖZET

Giriş ve Amaç: Son verilere göre dünya faunasında Crabronini kabilesine ait 47 cins ve 1517 tür tespit edilmiştir. Cumhuriyetimize komşu ülkelerden Rusya'da 10 cinse ait 128 tür, Türkiye'de 9 cinse ait 90 tür, İran'da ise 6 cinse ait 83 tür kaydedilmiştir. Azerbaycan'ın birçok bölgesinin apiformes grubuna ait arıların faunası ve ekolojisi iyi bir şekilde incelenmiştir. Ancak sfesiformes grubuna dahil olan yaban arıların faunası ve ekolojisi hakkında çok az bilgi bulunmaktadır. Genel olarak hem Azerbaycan'ın, hem de ayrılmaz bir parçası olan Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin Crabronini kabilesinin yaban arıları, zengin bir tür çeşitliliğine sahip olmasına rağmen, hem yerli hem de yabancı yazarlar tarafından yeterince araştırılmamıştır.

Gereç ve Yöntem: Araştırma çalışması, 2018-2019 yıllarında Özerk Cumhuriyetin 6 ilçesine bağlı 19 köyün 31 noktasından entomolojik ağlar ve Merike tuzakları ile toplanan, Rusya Bilimler Akademisi Uzak Doğu Bölümü Biyoçeşitlilik Bilim Merkezi, Azerbaycan Cumhuriyeti Bilim ve Eğitim Bakanlığı Zooloji Enstitüsü'nün koleksiyon fonunda saklanan materyaller esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

Bulgular: Araştırma yıllarında Crabronini kabilesinin 6 cinse ait 21 türünün özerk cumhuriyetin 6 bölgesinin 19 köyünün 31 noktasında yayılış gösterdiği tespit edilmiştir.

Tartışma ve Sonuç: Literatür ve internet verilerine dayanarak her türün dünyadaki dağılımı verilmektedir. Yani Palearktik türlerin baskın olmasına rağmen Holarktık türlere de rastlandı. Türün bulunduğu yükseklik bölgeleri ve manzaralar belirlendi. *Ectemnius (Hypocrabro) persicus* (Kohl, 1888); *Ectemnius (Thyreocerus) crassicornis* (Spinola, 1808); *Lestica clypeata* (Schreber, 1759); *Lestica subterranea* (Fabricius, 1775), diğer türlere göre daha fazla peyzaj türünde en fazla bulunan türdü. Türlerin çoğunun süt otu, umbelliferae ve baklagiller familyasına ait bitkilerin çiçeklerini tercih ettiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Nahçıvan, *Crossocerus*, *Ectemnius*, *Entomognathus*, *Lestica*, *Lindenius*.

**REQUIREMENTS ON PRODUCTION, PROCESSING AND STORAGE
PROCEDURES OF MALE BEE LARVAE-APILARNIL IN NAKCHIVAN
AUTONOMOUS REPUBLIC**

**NAKÇIVAN ÖZERK CUMHURİYETİ'NDE ERKEK ARI LARVALARININ-
APILARNİL'İN ÜRETİM, İŞLEME VE DEPOLAMA SÜREÇLERİ İÇİN
GEREKİNİMLER**

Yunis RUSTAMLI

1Nakhchivan State University, Faculty of Natural Sciences and Agriculture, Department of
Veterinary Medicine, Nakhchivan, Azerbaijan
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-0786-0597>

Ali TAHIROV

Nakhchivan State University, Faculty of Natural Sciences and Agriculture, Department of
Veterinary Medicine, Nakhchivan, Azerbaijan
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-1280-7292>

Aynur NOVRUZLU

Department of Veterinary Medicine, Bakı, Azerbaijan
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-3757-7937>

ABSTRACT

Introduction and Purpose:

According to the recent scientific information, male bee larvae called apilarnil are widely used in apitherapy, medicine, veterinary therapy, as well as in cosmetology in many countries of the world. This beekeeping product has been sufficiently studied in our neighboring countries such as Turkey and Russia. A lot of bee products such as honey, wax, tuber, pollen, golem, royal jelly and bee venom have been comprehensively studied In Azerbaijan. However, despite the ancient beekeeping culture and rich nature of it in the Republic of Azerbaijan and its integral part - Nakhchivan Autonomous Republic the apilarnil-male bee larvae was poorly studied by beekeeping scientists, until our research. Therefore, the quality of male bees and the genotypic characteristics of their families must be taken into account in order to get high-quality male bee larvae-apilarnil. The accurate organization of male bee families provides good conditions for increasing the number of male bees grown in the apiary and improves the quality of the apilarnil obtained from them. It is possible to speed up the production time of apilarnil of male bee larvae by forming the male bee families in the apiary correctly.

Materials and Methods:

The research work was conducted in the years of 2022 and 2023 on 7-11-day-old male bee larvae obtained from the bee families of the Nakhchivan population of the Yellow Caucasian honey bee (*Apis mellifera remipes* Gerst.) spread throughout the territory of the Nakhchivan Autonomous Republic. For this purpose, 3 experimental groups were created in different areas of the autonomous republic in 2022, each having 5 bee families, similar in terms of origin, condition, amount of bees in the nest, food, pollen and amount of the increase of the bees. As a result of the observations, the breeding time of early male bees in bee families was determined. The production, processing and storage of male bee larvae were fulfilled according to the requirements of the GOST P 56668-2015 standard.

Results:

At the basis of the technology of production of male bee larvae, there are processes such as giving cells containing cells (eyelets) to the family, taking cells with male bee larvae, removing male bee larvae from the cells, preserving and storing them during the "whitening period" of cells in the bee family. Conducted experiments show that the first male bee egg appears on February 20, the first sealed larva on March 2, and the first adult male bee appears on March 17 throughout the Araz plains. These processes start 4 days later in the middle mountainous area and 7 days later in the mountainous area compared to the Araz plains. Since the breeding of male bees in bee families is started earlier in the Araz plains, the number of male bees in the hive is 40-50% higher than that of bees in the mid-mountainous area, and up to 2 times more than in the mountainous area ($P>0.095$).

As a result of the research, it was determined that in springtime in the Araz plains of Nakhchivan Autonomous Republic, when combs consisting of 1-2 male bee cells are placed into the nests of male bee families, the breeding time of male bees is accelerated by 10-12 days. Furthermore, the number of male bees reared in the family increases in both control and experimental groups. The large number of male bees in the apiary ensures an increase in the production of male bee larvae. Thus, when there is enough food in nature for the bee family, acquisition of the brood of early male bee larvae occurs in the second half of April.

A special room or laboratory must be allocated for the processing of apilarnil of male bee larvae in the apiary or near it for cleaning the wax plates of cells with larvae, removing larvae from the hives, collecting them, preparing, preserving, sorting and packing apilarnil.

The obtained apilarnil is immediately mixed by adding six parts of adsorbent (50% each of lactose and glucose) to one part of apilarnil in a porcelain bowl. The solution of raw adsorbed male bee larvae is stored at a temperature of 4-6°C for up to 3 months. The brood of newly obtained male bee larvae can be immediately frozen at -20°C and stored for up to 3 months.

The sequence of production, processing and storage of male bee larvae in the apiary and the sanitary-hygienic requirements for their implementation should be followed without hesitation.

Discussion and Conclusion:

The production, processing and storage of apilarnil of male bee larvae are given based on the literature and internet data. In addition, information about the preparation of honey combs for harvesting male bee larvae-apilarnil, when to give these combs to the bee family, and the age period of the larvae (in days) was also reflected in the research work.

According to a group of scientists, in order to obtain the male bee larvae-apilarnil, 6-7-11-day-old male bees are removed from the comb cells, homogenized in a homogenizer until a homogenous mass is obtained and apilarnil is formed from that. It is filtered with a nylon filter and kept in refrigerators in sterile bottles made of dark glass (Pomazanov V.V. 2017).

According to the results of another group of scientists 7- to 8-day-old male bee larvae-apilarnil also combine small amount of honey, beeswax, bee pollen, propolis and royal jelly. However, the main ingredient here is the male larvae, that is why Apilarnil is considered the male version of royal jelly.

The optimal production period of apilarnil begins with the flowering of fruit trees (April-May) and lasts until the end of July or the beginning of August (Apitherapy Handbook, 2019). According to the international standard GOST 25629-2014, the larvae of male bees are homogenized larvae, pre-pupae and pupae up to 17 days after the laying of male bee eggs. Despite the above-mentioned facts, the production, processing and storage of male bee larvae involves complex technological processes due to the degree of operations.

Key Words: Nakhchivan, honey bee, apilarnil, production, processing, storage, sanitary-hygienic

ÖZET

Giriş ve Amaç:

Son bilimsel bilgilere göre apilarnil adı verilen erkek arı larvaları dünyanın birçok ülkesinde apiterapi, tıp, veteriner tedavisinin yanı sıra kozmetolojide de yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu arıcılık ürünü Türkiye ve Rusya gibi komşu ülkelerimizde yeterince araştırılmaktadır. Azerbaycan'da bal, balmumu, yumru, polen, golem, arı sütü ve arı zehiri gibi birçok arı ürünü kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Ancak, Azerbaycan Cumhuriyeti ve onun ayrılmaz bir parçası olan Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'ndeki eski arıcılık kültürüne ve zengin doğasına rağmen apilarnil-erkek arı larvaları, araştırmamıza kadar arıcılık bilim adamları tarafından yeterince incelenmemiştir. Bu nedenle kaliteli erkek arı larvası-apilarnil elde etmek için erkek arıların kalitesi ve familyalarının genotipik özelliklerinin dikkate alınması gerekir. Erkek arı ailelerinin doğru organizasyonu, arı kovanında yetiştirilen erkek arıların sayısının artırılması için iyi koşullar sağlar ve onlardan elde edilen apilarnilin kalitesini artırır. Arılıkta erkek arı ailelerinin doğru şekilde oluşturulmasıyla erkek arı larvalarının apilarnil üretim süresinin hızlandırılması mümkündür.

Malzemeler ve yöntemler:

Araştırma çalışması, 2022 ve 2023 yıllarında, ilçe topraklarına yayılan Sarı Kafkas bal arısının (*Apis mellifera remipes* Gerst.) Nahçıvan popülasyonunun arı familyalarından elde edilen 7-11 günlük erkek arı larvaları üzerinde yürütülmüştür. Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti. Bu amaçla, 2022 yılında Özerk Cumhuriyetin farklı bölgelerinde, her biri 5 arı familyasına sahip, köken, durum, yuvadaki arı miktarı, besin, polen ve artış miktarı açısından benzer olan 3 deney grubu oluşturuldu. arılar. Yapılan gözlemler sonucunda arı ailelerindeki erkenci erkek arıların üreme zamanları belirlendi. Erkek arı larvalarının üretimi, işlenmesi ve depolanması GOST P 56668-2015 standardının gerekliliklerine göre yerine getirilmiştir.

Sonuçlar:

Erkek arı larvası üretim teknolojisinin temelinde, içinde hücre bulunan hücrelerin (kuşgözü) aileye verilmesi, erkek arı larvalarının bulunduğu hücrelerin alınması, erkek arı larvalarının hücrelerden uzaklaştırılması, üreme süresi boyunca muhafaza edilmesi ve depolanması gibi işlemler bulunmaktadır. Arı ailesindeki hücrelerin "beyazlaşma dönemi". Yapılan deneyler, Araz Ovası'nda ilk erkek arı yumurtasının 20 Şubat'ta, ilk mühürlü larvanın 2 Mart'ta, ilk ergin erkek arının ise 17 Mart'ta ortaya çıktığını göstermektedir. Bu süreçler Araz ovasına göre orta dağlık alanda 4 gün, dağlık alanda ise 7 gün daha geç başlamaktadır. Araz ovasında arı ailelerinde erkek arı yetiştiriciliğine daha erken başlandığı için kovandaki erkek arı sayısı orta dağlık bölgedeki arılara göre %40-50, orta dağlık bölgedekilere göre ise 2 katına kadar çıkmaktadır. dağlık alan ($P>0.095$).

Araştırma sonucunda Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin Araz ovasında bahar aylarında erkek arı ailelerinin yuvalarına 1-2 erkek arı hücresinden oluşan petekler yerleştirildiğinde erkek arıların üreme süresinin hızlandırıldığı belirlendi. 10-12 güne kadar. Ayrıca ailede yetiştirilen erkek arı sayısı hem kontrol hem de deneme gruplarında artmaktadır. Arılıkta erkek arı sayısının fazla olması, erkek arı larvası üretiminin artmasını sağlar. Böylece doğada arı ailesi için yeterli besin bulunduğu, erken erkek arı larvalarının yavrularının edinimi Nisan ayının ikinci yarısında gerçekleşir.

Arılıkta veya yakınında erkek arı larvalarının apilarnillerinin işlenmesi, larvalı hücrelerin mum tabakalarının temizlenmesi, larvaların kovanlardan uzaklaştırılması, toplanması, apilarnilin hazırlanması, muhafaza edilmesi, sınıflandırılması ve paketlenmesi için özel bir oda veya laboratuvar tahsis edilmelidir. .

Elde edilen apilarnil, porselen bir kaptaki bir kısım apilarnile altı kısım adsorban (her biri %50 laktoz ve glikoz) eklenerek hemen karıştırılır. Ham adsorbe edilmiş erkek arı larvalarının çözeltisi 4-6°C sıcaklıkta 3 aya kadar saklanır. Yeni elde edilen erkek arı larvalarının yavruları -20°C'de hemen dondurulabilir ve 3 aya kadar saklanabilir.

Erkek arı larvalarının arı kovanındaki üretim, işleme ve depolama sırası ve bunların uygulanmasına yönelik sıhhi-hijyenik gereklilikler tereddütsüz takip edilmelidir.

Tartışma ve sonuç:

Erkek arı larvalarının apilarnil üretimi, işlenmesi ve depolanması literatür ve internet verilerine dayanarak verilmektedir. Ayrıca erkek arı larvası-apilarnil hasadı için bal peteklerinin hazırlanması, bu peteklerin arı ailesine ne zaman verilmesi gerektiği ve larvaların yaş periyodu (gün olarak) hakkında bilgiler de araştırma çalışmasına yansıtılmıştır.

Bir grup bilim adamına göre erkek arı larvası-apilarnil elde etmek için 6-7-11 günlük erkek arılar petek hücrelerinden çıkarılıp homojen bir kütle elde edilinceye kadar homojenizatörde homojenize edilir ve apilarnil oluşur. Bundan. Naylon filtre ile süzülerek koyu renkli camdan yapılmış steril şişelerde buzdolaplarında muhafaza edilir (Pomazanov V.V. 2017).

Başka bir grup bilim insanının sonuçlarına göre 7-8 günlük erkek arı larvası-apilarnil ayrıca az miktarda bal, balmumu, arı poleni, propolis ve arı sütünü de birleştirir. Ancak buradaki ana madde erkek larvalardır, bu nedenle Apilarnil, arı sütünün erkek versiyonu olarak kabul edilir. Apilarnilin optimal üretim dönemi meyve ağaçlarının çiçeklenmesiyle (Nisan-Mayıs) başlar ve Temmuz sonu veya Ağustos başına kadar sürer (Apiterapi El Kitabı, 2019). Uluslararası GOST 25629-2014 standardına göre erkek arıların larvaları, erkek arı yumurtalarının bırakılmasından sonraki 17 güne kadar homojenleştirilmiş larva, pre-pupa ve pupadır. Yukarıda belirtilen gerçeklere rağmen, erkek arı larvalarının üretimi, işlenmesi ve depolanması, işlem dereceleri nedeniyle karmaşık teknolojik süreçler içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Nahçıvan, bal arısı, apilarnil, üretim, işleme, depolama, sıhhi-hijyenik

NAHÇIVAN ÖZERK CUMHURİYETİ'NİN OVA KISMININ TOPRAKLARI

LANDS OF THE PLAIN PART OF NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC

Akif Mardanlı, doc

Nahçıvan Devlet Üniversitesi Doğa Bilimleri ve Ziraat Fakültesi, Biyoloji bölümü öğretmeni,
akademisyen Azerbaycan, Nahcivan Özerk Cumhuriyeti

Tofiq Əliyev, doc

Nahçıvan Devlet Üniversitesi Doğa Bilimleri ve Ziraat Fakültesi, Biyoloji bölümü öğretmeni,
akademisyen Azerbaycan, Nahcivan Özerk Cumhuriyeti

İbrahimova Aynur Masim, doc

Nahçıvan Devlet Üniversitesi Doğa Bilimleri ve Ziraat Fakültesi, Biyoloji bölümü öğretmeni,
akademisyen Azerbaycan, Nahcivan Özerk Cumhuriyeti
Orcid ID:<https://orcid.org/000-0001-5713-6740>

Camalbəyli Sema Kemal

Nahçıvan Devlet Üniversitesi Doğa Bilimleri ve Ziraat Fakültesi, Biyoloji bölümü asistan
Azerbaycan, Nahcivan Özerk Cumhuriyeti

Özet:

Giriş ve amaç. Gri topraklarda karbonatların profil boyunca dağılımı önemli ölçüde karakteristiktir. Böylece karbonatlar profil boyunca üst katmandan alt katmanlara geçer. Gri toprakların yaygın olduğu alanlarda tarımsal ürünlerin yetiştirilmesi, sulanması ve toprak işleme sürecinde kendini gösterir. Yoğun sulama sonucunda bazı çimenli toprak özellikleri burada ortaya çıkar. Böylece toprağın üst tabakası siltasyona maruz kalır. Gri topraklarda profil boyunca karbonat miktarı %4,61 ile %12,62 arasında değişmektedir. Üst katmanlarla karşılaştırıldığında, alt katmanlar daha yüksek konsantrasyonda karbonat bileşimine sahiptir. Orta derecede killi topraklarda (100 gram toprakta) emilen bazların (kalsiyum, magnezyum ve sodyum) toplamı ortalama 28 m.eq'dir. (sayfa 341) Değiştirilebilir katyonlar arasında Ca katyonu Mg katyonuna üstün gelir. Profil boyunca Ca katyonu miktarı toplam emilen bazların %70,68-65,77'sidir. **Bulqular:** Şu anda Nahcivanın'ın tuzlu ve tuzlu topraklarının kullanıla bilir duruma getirilmesi ve bunların tarımsal ürünlerin ekiminde kullanılması önümüzdeki sorunlardan biridir. Bu konuda Muhtar Abduev'in geçen yüzyılın ortalarında başlattığı bilimsel araştırma çalışmaları günümüzde de geçerliliğini kaybetmemiştir. **Gereç ve yöntem:** Araştırma sırasında bitkilendirme yapısının iyileştirilmesi, toprakların ekolojik değerlendirilmesi, sulama sistemleri ve toprakların durumunun incelenmesi, drenaj ve kolektör sularının kimyasal analizlerinin yapılması yönünde bilimsel araştırma çalışmaları yürütülmüştür. **Tartışma ve sonuç:** Gri topraklarda karbonatların profil boyunca dağılımı önemli ölçüde karakteristiktir. Böylece profil boyunca karbonatlar üst katmandan alt katmanlara geçer. Gri topraklar tarım bitkilerinin ekimi ve sulanması ile toprak işleme sürecinde kendini gösterir. Yoğun sulama sonucunda bazı çimenli toprak özellikleri burada ortaya çıkar. Böylece toprağın üst tabakası siltasyona maruz kalıyor. Üst katmanlarla karşılaştırıldığında alt katmanlarda daha yüksek konsantrasyonda karbonat bileşikleri bulunur. Arazi ıslah önlemlerinin uygun şekilde organize edilmesi gerekiyor.

Anahtar kelimeler: toprak, bitkiler, değerlendirme, önemli.

Abstract

Summary: In gray soils, the distribution of carbonates along the profile is significantly characteristic. Thus, carbonates pass from the upper layer to the lower layers along the profile. It manifests itself in the process of growing agricultural products, irrigation and soil cultivation in areas where gray soils are common. As a result of intensive irrigation, some grassy soil characteristics appear here. Thus, the upper layer of the soil is exposed to siltation. In gray soils, the amount of carbonate along the profile varies between 4.61% and 12.62%. Compared to the upper layers, the lower layers have a higher concentration of carbonate compounds (section 307). The sum of bases (calcium, magnesium and sodium) absorbed in moderately clayey soils (per 100 grams of soil) is on average 28 m.eq. Among exchangeable cations, the Ca cation predominates over the Mg cation. The amount of Ca cation throughout the profile is 70.68-65.77% of the total absorbed bases. **Findings:** Currently, making Nakhchivan's saline and salty soils usable and using them for planting agricultural products is one of the problems ahead. The scientific research studies initiated by Muk. **Materials and methods:** During the research, scientific research studies were carried out on improving the planting structure, ecological evaluation of soils, examining the condition of irrigation systems and soils, and chemical analysis of drainage and collector waters. **Discussion and conclusion:** The distribution of carbonates along the profile is significantly characteristic in gray soils. Thus, carbonates pass from the upper layer to the lower layers along the profile. Gray soils manifest themselves during the planting and irrigation of agricultural plants and the soil cultivation process. As a result of intensive irrigation, some grassy soil characteristics appear here. Thus, the upper layer of the soil is exposed to siltation. There is a higher concentration of carbonate compounds in the lower layers compared to the upper layers. Land reclamation measures need to be properly organized. Muhtar Abduev in the middle of the last century on this subject have not lost their validity today.

Key words: soil, plants, evaluation, important.

ROLE OF ALLELOPATHY IN THE ECOLOGICAL STRATEGY OF SOME INVASIVE ALIEN TREE SPECIES POSING A THREAT TO THE NATURAL FORESTS IN BULGARIA

Plamen Glogov

Forest Research Institute – Bulgarian Academy of Sciences, Sofia; e-mail plglogov@abv.bg

Abstract

In Bulgaria, studies of the allelopathic relationships between plants are mainly focused on agrophytocenoses, more specifically determination of allelopathic interference in the systems "crop - weed". The aim of the present study is, based on data from review of scientific publications and electronic databases, to assess the role of allelopathy in the ecological strategy of the main invasive alien tree species (IAS), representing the greatest threat to biodiversity in Bulgarian forests. The object of study are the following IAS that invade forest habitats on the territory of Bulgaria and enter into competition with local plants: *Acer negundo* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Amorpha fruticosa* L., *Elaeagnus angustifolia* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall and *Morus alba* L. The assessment of the place of allelopathy in the ecological strategy of the IAS is based on the following criteria (main plant functional traits): *Juglone index*, *Tolerans of IAS to environmental conditions*, *Propagation by seeds*, *Vegetative propagation*, *Growth*, *Disease and pest resistance*. The shareholding of allelopathy (*Aias*) compared to other criteria for all IAS is in the range 0.4-0.5, which means that allelopathy plays an equal role together with the other main criteria forming the ecological strategy of the species. Phytochemical activity can be manifested with different strength in the different stages of the invasion of the IAS in the forest communities with disturbed structure, thereby facilitating the manifestations and strengthening the effect of the impact of the remaining competitive plant functional traits of the species in its ecological strategy.

Key words: invasive alien species, allelopathy, phytotoxins, forest communities, competition

**DETERMINATION OF POMOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL
CHARACTERISTICS OF SOME BLUEBERRY (*Vaccinium corymbosum* L.)
VARIETIES GROWN IN BULANCAK OF GİRESUN PROVINCE**

**GİRESUN İLİ BULANCAK İLÇESİ'NDE YETİŞTİRİLEN BAZI MAVİYEMİŞ
(*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.) ÇEŞİTLERİNİN POMOLOJİK VE
MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Yeşim Nilay ASLAN

Ordu University, Fac. Of Agriculture, Dept. Of Horticulture, ORDU-TÜRKİYE
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-5078-5562>

Muharrem YILMAZ

Ordu University, Fac. Of Agriculture, Dept. Of Horticulture, ORDU-TÜRKİYE
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3939-9907>

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the pomological, morphological and chemical characteristics of ten cultivars of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) grown in the village of Eriklik, Bulancak district, Giresun province. Three plants were selected from each of the following cultivars: Berkeley, Bluecrop, Bluegold, Bluejay, Brigitta, Chandler, Darrow, Jersey, Northland, and Patriot, resulting in a total of 30 plants. Based on the two years averages, the plant height for Brigitta was 1.83 m and for Darrow was 1.11 m. The leaf length for Chandler was 6.68 cm and for Darrow was 4.48 cm. The leaf width for Northland was 3.14 cm and for Darrow was 2.37 cm. The yield ranged from 5,027.00 g for Brigitta to 1,649.00 g for Jersey. The fruit weight ranged from 308.68 g/100 pcs for Chandler to 93.90 g/100 pcs for Jersey. The fruit length ranged from 13.18 mm for Brigitta to 9.82 mm for Jersey, and the fruit width was 18 mm. Stem pit diameter ranged from 3.77 mm (Brigitta) to 2.41 mm (Patriot), while seed number ranged from 8.26 (Brigitta) to 40.21 (Bluecrop). pH values ranged from 2.66 (Darrow) to 3.13 (Berkeley). Water soluble dry matter contents ranged from 6.54% (Northland) to 9.75% (Berkeley), and titratable acidity values in citric acid ranged from 0.62% (Berkeley) to 1.42% (Darrow). For cultivation in Bulancak district of Giresun province, it is recommended to use Brigitta and Bluecrop varieties for their high yield, and Chandler variety for its large fruit size.

Keywords: Giresun, Blueberry, Morphological, Pomological, *Vaccinium corymbosum* L.

ÖZET

Bu çalışma Giresun ili Bulancak ilçesine bağlı Eriklik köyünde yetiştirilmekte olan maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) çeşitleri üzerinde yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan Berkeley, Bluecrop, Bluegold, Bluejay, Brigitta, Chandler, Darrow, Jersey, Northland, Patriot çeşitlerinden üçer bitki seçilmiş olup, toplam 30 bitki üzerinde pomolojik, morfolojik ve kimyasal özellikler yönünden incelenmiştir. Maviyemiş çeşitlerinde iki yıllık ortalamalara göre bitki boyu 1.83 (Brigitta) ile 1.11 (Darrow) m; yaprak uzunluğu 6.68 (Chandler) ile 4.48 (Darrow) cm; yaprak genişliği 3.14 (Northland) ile 2.37 (Darrow) cm; verim 5.027.00 (Brigitta) ile 1649.00 (Jersey) g; meyve ağırlığı (g/100 adet) 308.68 (Chandler) ile 93.90 (Jersey) g; meyve boyu 13.18 (Brigitta) ile 9.82 (Jersey) mm; meyve eni 18.53 (Chandler) ile 12.58 (Northland) mm; sap çukuru çapı 3.77 (Brigitta) ile 2.41 (Patriot) mm; tohum sayısı 40.21 (Bluecrop) ile 8.26 (Brigitta) adet; pH değeri 3.13 (Berkeley) ile 2.66 (Darrow); suda çözünür kuru madde içerikleri %6.54 (Northland) ile %9.75 (Berkeley) ve sitrik asit cinsinden titre edilebilir asitlik değerleri %1.42 (Darrow) ile %0.62 (Berkeley) arasında bulunmuştur. Giresun ili Bulancak ilçesinde yetiştiricilik yapılan yetiştiricilikte, verim bakımından Brigitta ve Bluecrop çeşitleri, meyve büyüklüğü açısından da Chandler çeşidi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Giresun, Maviyemiş, Morfolojik, Pomolojik, *Vaccinium corymbosum* L.

EFFECT OF PLANT DENSITY ON GROWTH AND DROUGHT TOLERANCE OF TWO TOMATO VARIETES

Rana Choukri

University Mohammed I, Faculty of Nador, Department of Biology, Nador, Morocco.

Mohamed Faize

University Chouaïb Doukkali, Faculty of Sciences, Department of Biology, El Jadida, Morocco.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5718-1787>

Maria Manuela Rigano

UNINA, University of Naples, Naples, Italy

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7826-9067>

Manuel Rodriguez-Concepcion

Institute for Plant Molecular and Cell Biology, CSIC, Spain

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1280-2305>

Jaime F. Martinez-Garcia

Institute for Plant Molecular and Cell Biology, CSIC, Spain

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1516-0341>

Mourad Baghour

University Mohammed I, Faculty of Nador, Department of Biology, Nador, Morocco.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8976-7731>

ABSTRACT

Climate change is contributing substantially to food insecurity by increasing the frequencies and severity of abiotic stresses such as drought and temperature, especially in the arid and semi-arid regions where soil salinity poses a severe threat to food security. Global warming can strongly increase drought and salt stress by changing rainfall patterns, and increasing evaporation, which reduces water availability and affect water and soil quality. Plant density has a significant role in increasing stress tolerance by improving water and light use efficiencies and optimizing the soil moisture environment for crop development. In this study we examined the planting density tolerance to drought stress of two tomato (*Solanum lycopersicum* L) varieties M82 and MoneyMaker (MM). Two plant densities were established: high density and low density. Our results showed that tomato plants are density dependent. In addition, crop density significantly affected plant growth and tolerance to drought stress of the two varieties M82 and MM. This farming practices provides opportunities to enhance land use efficiency, improve drought tolerance and increase crop production

Keywords: Low density, high density, drought, tomato, climate change.

TARIMSAL ÜRETİMDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN ÖLÇÜLMESİNE YÖNELİK BİR YAKLAŞIM: SMART

AN APPROACH TO IN AGRICULTURAL PRODUCTION: SMART MEASURING SUSTAINABILITY

Ferit ÇOBANOĞLU

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural
Economics, Aydın, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7706-2993>

Enver KEN

Aydın Adnan Menderes University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of
Agricultural Economics, Aydın, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7472-3883>

ÖZET

Tarım ve gıda sektörleri, çevresel, ekonomik ve sosyal etkiler açısından önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için arazi kullanımı yönetimi, gıda işleme ve tüketim modellerinde değişiklikler yapılması gerekmektedir. Günümüzde kaynakların hızla tükendiği bir ortamda, bir tarım işletmesinin sürdürülebilir bir şekilde faaliyet gösterip göstermediği hem üreticiler hem de tüketiciler açısından önemlidir. Ancak sürdürülebilirliğin ölçülmesi zor bir konudur. Bu konuda Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Gıda ve Tarım Sistemlerinin Sürdürülebilirlik Değerlendirmesi (SAFA) kılavuzunu yayınlamıştır. SAFA kılavuzunu temel alan Sürdürülebilir Gıda Sistemleri (SFS), tarım sektöründeki işletmelerin sürdürülebilirlik performanslarını ölçmeyi amaçlayan Sürdürülebilirlik İzleme ve Değerlendirme Rutini (SMART) aracını geliştirmiştir. SMART aracı, SAFA yönergelerini uygulamak için tasarlanmış ilk araçtır ve bu çalışma kapsamında detaylı bir inceleme yapılmıştır. Bu araç, bir tarım işletmesinin sürdürülebilirlik performanslarını ölçerken iyi yönetim, çevresel bütünlük, ekonomik dayanıklılık ve sosyal refah gibi üst temaları ele alır. Her bir üst temanın altında birçok alt tema bulunmaktadır. Bu temalara ait göstergelerin sonuçları, işletmelerin performanslarını ve hedeflerini değerlendirmek için yüzdelik biçimde ifade edilen ölçeklere dayanır. Bu ve benzeri araçlar, sürdürülebilirlik kavramının performansını ve hedeflerini gerçek anlamda ölçmeye yardımcı olabilir. Bu sistemlerin yaygınlaştırılması, sürdürülebilir kalkınmaya hızlı bir şekilde entegre olmayı ve etkili müdahaleleri sağlamayı destekleyecektir.

Anahtar Kelimeler: SMART, SAFA, Sürdürülebilir Kalkınma

ABSTRACT

The agricultural and food sectors have significant environmental, economic, and social impacts. Therefore, to ensure sustainable development, changes in land use management, food processing, and consumption patterns are necessary. In today's world, where resources are rapidly depleting, whether an agricultural enterprise operates sustainably or not is crucial for both producers and consumers. However, measuring sustainability is challenging. In this regard, the Food and Agriculture Organization (FAO) has published the Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems (SAFA) guidelines. Building upon these guidelines, Sustainable Food Systems (SFS) have developed the Sustainability Monitoring and Assessment Routine (SMART) tool aimed at measuring the sustainability performance of enterprises in the agricultural sector. The SMART tool is the first practical tool developed to implement SAFA guidelines, and this study aims to examine its main features. This tool addresses key themes such as good governance, environmental integrity, economic resilience, and social well-being when measuring the sustainability performance of an agricultural enterprise. Each theme has several sub-themes, and the results of indicators related to these themes are based on scales expressed as percentages, allowing for the evaluation of enterprises' performances and whether their goals are being met. Through tools like SMART and others, the concept of sustainability can be effectively measured in terms of performance and goals. The widespread adoption of such systems will facilitate rapid integration into sustainable development and effective interventions.

Keywords: SMART, SAFA, Sustainable Development

PREVALENCE OF CUTANEOUS LEISHMANIASIS COASTAL AREAS OF BALUCHISTAN AND THE STUDY OF ANTILEISHMANIASIS NATURAL MEDICINAL PLANTS

Darshna kumari

PhD student and visiting faculty
Department of pharmacology university of Karachi Karachi Pakistan

Prof Dr. Afshan Siddiq

Head of Pharmacology department University of Karachi

Assist prof. Dr. Sadia Ghousia Baig

Department of pharmacology University of KARACHI

ABSTRACT

Introduction and Purpose: cutaneous leishmaniasis is neglected protozoan skin disease caused by phlebotomine sand flies. This infectious disease is most prevalent in 88 countries of the world . The disease is quite common like a fever and multiple lesion develop on naked part of body where sand fly get bite. Lesion is red ulcerated with pus in the center and very painful. Despite of severity of this tropical infectious and most prevalent skin disease still no proper treatment available rather than intralesional antimony injections. The natural herbal medicinal ointment from herbal plant is best topical application with no any side effect proved excellent therapy for cutaneous leishmaniasis patients. **Materials and Methods:** Study was conducted in coastal areas of province Baluchistan Pakistan where the occurrence of sand flies were more common due to neighbouring border of Afghanistan. Total 300 patients were come to rural health center. According to inclusion and exclusion criteria only 150 were selected . patients with multiple lesions have been divide into two groups of 75 n=75. The patients sample of lesion have been identified under electric microscope with positive cutaneous leishmaniasis parasite. The herbal ointment have been made into two concentration of 2% and 3%. One group of 75 patients have been treated with 2% and other group treated with 3% concentration . 40gm of herbal ointment given for one month to each patient for topical application twice in a day on each lesion. The patients were followed every week with excellent recovery and no itching or allergy occur. After one month of followup the excellent healing of lesion occur with skin covering in wound without any side effect and allergy. The followup have been taken for one year for any side effects. . **Results:** The herbal remedy with extract of bark and leaves of plants in the form of ointment applied topically proved excellent therapy for this harsh ,painful protozoan infectious disease. Lesion healed completely with out any side effect. **Discussion and Conclusion:** The current study has demonstrated that the herbal medicinal plants have been proved useful antiinfective, antiprotozoan and cost-effective against this most prevalent horrible skin disease.

Key Words. Cutaneous leishmaniasis, lesion, herbal plant, coastal areas

ASSESSMENT OF THE GRAIN QUALITY AND NUTRITIONAL PROPERTIES OF *BORA* RICE - AN INDIGENOUS RICE CULTIVAR OF ASSAM, INDIA

Nibedita Sarma

Department of Botany, Gauhati University, Guwahati 781014, Assam, India

Amit Kumar Pradhan

Department of Botany, Gauhati University, Guwahati 781014, Assam, India

Department of Botany, Pragjyotish College, Guwahati 781009, Assam, India

Bhaben Tanti

Department of Botany, Gauhati University, Guwahati 781014, Assam, India

Abstract

Rice, a global staple food with over 80% of cultivation in Asian countries. India, stands as a prominent contributor in this food production sector where Assam is home to a multitude of ethnic rice varieties. This study aims to reveal the nutritional and physicochemical attributes of 20 distinct Bora rice cultivars from Assam. Morphometric analysis, following IRRI (1996) guidelines reveals substantial variations in grain size, shape and kernel measurements, providing opportunities for the development of improved rice cultivars. Hulling recovery percentages exhibited variations among rice grains, influencing commercial value. Cooking properties encompass water uptake, kernel elongation, gruel solid loss and minimum cooking time, offering valuable insights for consumer preferences. Functional properties such as water absorption index, water solubility index, swelling power, and oil absorption index, revealed the suitability of rice in various food preparations. Proximate analysis unveiled variations in moisture, ash, and fat content, which are pivotal in determining shelf-life, mineral composition and dietary implications. From the findings, Joha bora, Aghoni bora, Nol bora, Dhepa bora, Black rice, Ghee bora, Ronga bora, and Malbhog bora exhibited superior properties as compared to other varieties. Moreover, the findings revealed both positive and negative correlations among parameters, providing a robust knowledge base for Bora rice enabling the strategic selection and promotion of specific rice varieties based on their unique attributes. These insights hold promise for optimizing the utilization of Bora rice across diverse culinary and food applications, contributing to food security and culinary diversity.

Keywords: Grain quality; nutritional properties; *Bora* rice; indigenous rice cultivar

DEVELOPING FRUIT LEATHER (PESTIL) THROUGH MICROWAVE DRYING: A SUSTAINABLE APPROACH

Muhammad Kamran Khan

Misbah Ur Rehman

Department of Food Science, Government College University Faisalabad, Pakistan

Fruit leather is an alternative to candies represents a different method of fruit preservation. The objective of this study was to enhance the efficiency of grapes fruit leather production through a comparative analysis of two drying methods, sensory evaluation and characterization of physicochemical attributes. Initially, grapes fruit leather was prepared by using a hot air oven method to determine the optimal formulation. Subsequent trials were conducted using a microwave oven with a Box Behnken experimental design to optimize the drying process. Key independent variables included microwave power (MWP), microwave time (MWT), and leather thickness (LTH). Among the variables, microwave power (MWP) exerted the most significant influence, followed by microwave time (MWT), with leather thickness (LTH) having the least impact. The optimization process resulted in different conditions of each parameter, emphasizing the energy-efficient nature of the final product. Furthermore, according to sensory evaluation, microwave oven-dried products outperformed those dried using a hot air oven in terms of sweetness, flavor, texture, hardness, and time duration. Therefore, it is recommended to adopt novel processing technology such as microwave drying which is sustainable and to ensure the preservation of superior product quality.

A REVIEW OF MEDICINAL AND NUTRITIONAL PROPERTIS OF DUNALIELLA SALINA MICROALGA

Dr. Malihe JAHANI

Department of Biology, Shandiz Institute of Higher Education, Mashhad, Iran
ORCID ID: 0000-0003-4755-8258

Dr. Mohammad Reza ZARGARAN KHOUZANI

Department of Plant Genetics and Production Engineering, Khuzestan University of
Agricultural Sciences and Natural Resources, Khuzestan, Iran
ORCID ID: 0000-0002-7947-2240

Dr. Sedighe JAHANI

Department of Biology, Science and Research Branch, Tehran Islamic Azad University,
Tehran, Iran
ORCID ID: 0000-0003-2661-1013

ABSTRACT

Algae are cheap products for human consumption. These products are rich in protein, pigment, omega 3 and fatty acid, which are very important in terms of nutritional value. One of the main advantages of algae is easy storage and the possibility of using them in food processing. Algae have beneficial effects on human health; As the World Health Organization has recommended their consumption. Algae are a range of useful food materials that can be used in the commercial food industry. *Dunaliella salina* as an antioxidant and anticancer agent has many applicants all over the world. *Dunaliella salina* is a unicellular, biflagellate, motile, halophilic green alga without a cell wall. *Dunaliella salina* is used as a natural β -carotene in various industries. *Dunaliella salina* is considered as the most important commercial source of natural β -carotene in the world. This microalga is the most resistant eukaryote to salinity and the natural source of this microalga is supersaturated salt lakes. Many researchers have linked the adaptation mechanisms to high salinity in this microalga to the presence of molecules with low molecular weight and high stability, such as mycosporine and glycerol. Among other important compounds inside *Dunaliella* cells, we can refer to proteins, polysaccharides, vitamins and minerals. Most of these compounds have antioxidant and anticancer properties. This microalga has a high range of tolerance against fluctuations in environmental conditions such as salinity, temperature and light. Due to its beneficial compounds such as carotenoid pigment, glycerol, and unsaturated fatty acids, this alga has shown antioxidant, anticancer, and antimicrobial activity, and for this reason, it is a suitable candidate for use in the food, pharmaceutical, and cosmetic industries, and various companies in the world has become interested in its commercial production. *Dunaliella salina* alga has various biological activities such as anti-cancer activity, anti-arteriosclerosis, anti-diabetes, improving eyesight, prevention of allergies, detoxification, etc. The cell size of this microalga is 6-14 μm and it is able to accumulate β -carotene in its cell wall. In addition, it can be cultivated easily, it has a relatively high cultivation speed and its fat content is also high. Due to the lack of biological diversity in salty waters, species of the *Dunaliella* genus in this ecosystem are less fed, and in general, the main factor limiting their growth and reproduction is the high concentration of salt, the amount of nutrients, and the concentration of dissolved CO_2 . One of the unique features of this microalga is the ability to produce and accumulate

large amounts of β -carotene under conditions such as high salinity, high light intensity, and limited nutrients, which leads to the orange color of the cell and microalgal suspension. This microalga is known as a rich source of β -carotene, which is able to store β -carotene up to about 15% compared to the dry weight of the microalga under suitable growth conditions. This microalga can tolerate salt concentration between 0.5 to 5 M of sodium chloride. To survive in such conditions, this microalga produces and stores a high concentration of β -carotene (about 10-15% of dry weight).

Keywords: *Dunaliella salina*, β -carotene, halophilic alga, supersaturated salt lakes, food industry

**EFFECTS OF OPEN DUMPSITE ON SOIL PROPERTIES IN A RAINFOREST
REGION OF OGUN STATE, NIGERIA: A MENACE FOR SUSTAINABLE
TROPICAL AGRICULTURE**

Eludoyin O.S.

Department of Geography and Environmental Management, University of Port Harcourt, Port
Harcourt, Nigeria

Ojo A.E

Department of Geography and Environmental Management, Tai Solarin University of
Education, Ijebu Ode Ogun State, Nigeria

Idisi B.E.

Department of Environmental Management, Delta State University of Science and
Technology, Ozoro, Delta State, Nigeria

Amadi H.

Department of Geography and Environmental Studies, Ignatius Ajuru University of
Education, Rumuolumeni, Port Harcourt, Rivers State, Nigeria

Solid waste management is regarded as an environmental challenge affecting all spheres of environment including soil. However, little is known about the soil status under abandoned dumpsites of different ages. This study was carried out to investigate the effects of open dumpsite on soil properties in a rainforest region of Ogun State, Nigeria. The study made use of an active open dumpsite in Ijebu Ode. Four soil samples were collected at the distance of 0m, 50m, 100m, and 150m from the dumpsite at three different directions. The soil samples were collected at the topsoil soil (0-15cm depth) with soil auger into well-labelled polythene bags. Soil samples were air-dried and sieved by 2mm mesh and thereafter taken to laboratory to determine the levels of physico-chemical properties of soil. The study made use of descriptive statistics (mean and standard deviation) to explain the results and inferential statistics such as analysis of variance (ANOVA) to determine the significant variation in the soil properties at $p < 0.05$ significant levels. All statistical analyses were performed using Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 20.0. Findings showed that the sand content reduced with increasing distance from the dumpsite. Furthermore, the organic C and total N were decreasing with increasing distance from the dumpsite while the heavy metals were increasing with increasing distance from the dumpsite. However, all heavy metals were significantly correlated with distance at $p < 0.05$. The study recommended that indiscriminate dumping of waste should be banned/discouraged and proper monitoring/management and remediation plan is needed to reduce the chances of ground water pollution by leaching of these dumpsites; and the need to undertake regular environmental impact study to monitor waste on dumpsites soil and other environmental variables such as air, water and vegetation within Ijebu Ode is necessary.

**DETERMINATION OF THE ELEMENT CONTENT OF SOME INORGANIC
MATERIALS USED IN SOILLESS AGRICULTURE**
**TOPRAKSIZ TARIMDA KULLANILAN BAZI İNORGANİK MATERYALLERİN
ELEMENT İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ**

Assoc. Prof. Dr. Canel EKE

Akdeniz University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science
Education, Antalya, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6672-6467>

Lect. Dr. Reyhan ÖZAYDIN ÖZKARA

Akdeniz University, Vocational School of Technical Sciences, Nuclear Technology and
Radiation Safety, Antalya Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2699-1060>

ABSTRACT

Soilless agriculture is the method used to replace traditional agriculture due to increasing population, environmental problems, and unsustainable agriculture and it supports sustainable agriculture by reducing soil fatigue, diseases, and pests while increasing productivity through the efficient use of natural resources. Inorganic substrates used in soilless agriculture should be economical, well-drained, low-salt, and have an appropriate pH value. Among these substrates, vermiculite is low density and expands when heated, perlite is low density and sterile, and pumice is durable and sterile and is widely used in soilless agriculture. Sepiolite, rock wool, and volcanic tuff have high water absorption capacity. While zeolite contributes to increased yield and reduces fertilizer use, expanded clay aggregate has a high cation capacity and retains water and nutrients.

The aim of this work is to investigate the element content of perlite, vermiculite, pumice, rock wool, zeolite, expanded clay aggregate, volcanic tuff and sepiolite which are some inorganic materials used in soilless agriculture. In this study, the elements content of some inorganic materials was carried out using inductively coupled plasma - optical emission spectrometry (ICP-OES). Consequently, *Fe, Na, B, Ca, K, Si, P, S* and *Mn* have higher contents whereas *Al, Ba, Ga, Pb, Mg, Sr, Tl, Se, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Ge, Mo, Pd, P, Au, Sn, Sb, Ti* and *As* have lower contents in the studied inorganic materials. Details can be found in our published paper [1].

Key Words: Soilless agriculture; Inorganic materials; Element content; ICP-OES

Reference

1. Eke, C., Ozaydin Ozkara, R. (2024). Physicochemical properties and radiological hazards evaluations of some inorganic materials used in soilless agriculture. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 43(2), e14283. <https://doi.org/10.1002/ep.14283>

Note: This work was supported by the Akdeniz University Scientific Research Projects Coordination Unit (Project Number: FBA-2022-6016). The authors gratefully acknowledge the support of the Scientific Research Projects Coordination Unit of Akdeniz University in Türkiye. Furthermore, the authors would like to thank the Central Research Laboratory Application and Research Center of Kastamonu University in Türkiye for the ICP-OES analysis.

ÖZET

Topraksız tarım; artan nüfus, çevre sorunları ve sürdürülemez tarım nedeniyle geleneksel tarımın yerine kullanılan yöntemdir ve doğal kaynakların verimli kullanımıyla verimliliği artırırken toprak yorgunluğunu, hastalıkları ve zararlıları azaltarak sürdürülebilir tarımı destekler. Topraksız tarımda kullanılan inorganik substratlar, ekonomik, iyi drenajlı, düşük tuzlu ve uygun pH değerinde olmalıdır. Bu substratlar arasında vermikülit düşük yoğunluklu olup ısıtıldığında genişler, perlit düşük yoğunluklu ve sterildir, pomza dayanıklı ve steril olup topraksız tarımda kullanımı yaygındır. Sepiyolit, kaya yünü ve volkanik tüf yüksek su absorpsiyon kapasitesine sahiptir. Zeolit verim artışına katkı sağlar ve gübre kullanımını azaltırken, genişmiş kil agregası yüksek katyon kapasitesine sahip olup su ve besin maddelerini tutma özelliğine sahiptir.

Bu çalışmanın amacı topraksız tarımda kullanılan perlit, vermikülit, pomza, kaya yünü, zeolit, genişleştirilmiş kil agregası, volkanik tüf ve sepiyolit inorganik materyallerinin element içeriğinin araştırılmasıdır. Çalışmada topraksız tarımda kullanılan bazı inorganik materyallerin element içerikleri indüktif eşleşmiş plazma - optik emisyon spektrometresi (ICP-OES) ile elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre incelenen inorganik materyallerde *Fe, Na, B, Ca, K, Si, P, S* ve *Mn* elementleri daha yüksek oranda bulunurken *Al, Ba, Ga, Pb, Mg, Sr, Tl, Se, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Ge, Mo, Pd, P, Au, Sn, Sb, Ti* ve *As* elementlerinin ise daha düşük oranda bulunduğu gözlenmiştir. Detaylar yayınlanmış çalışmamız olan aşağıdaki kaynakta [1] yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Topraksız tarım; İnorganik materyaller; Element içeriği; ICP-OES

Kaynakça

Eke, C., Ozaydin Ozkara, R. (2024). Physicochemical properties and radiological hazards evaluations of some inorganic materials used in soilless agriculture. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 43(2), e14283. <https://doi.org/10.1002/ep.14283>

Not: Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: FBA-2022-6016). Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederiz. Ayrıca Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezine ICP-OES analizi için teşekkür ederiz.

AGRO-POTENTIAL OF BIOSURFACTANT TO SUSTAIN SOIL QUALITY, NUTRIENT AVAILABILITY AND PLANT PRODUCTIVITY

Dheeraj Rathore

School of Environment and Sustainable Development Central University of Gujarat
Gandhinagar (Gujarat) – India

Abstract

Micronutrients are essential elements/metals needed for normal growth and development of plants and are required in relatively small quantities. Deficiency of micronutrients in soil grounded global nutritional problem and, pervasive in several countries with various degree of severity. Addressing micronutrient deficiencies in agricultural soils to meet the growing demands of crops is a matter of great concern worldwide. Micronutrient deficiency occurs not only because of insufficient quantities present in soil, but also due to poor solubility. A mesocosm study was conducted to evaluate the agro-potentiality of textile effluent (TE) augmented with lipopeptides biosurfactant on soil properties and, growth and productivity of wheat and chilli cultivars. Results of the study demonstrated that the chlorophyll *a*, *b*, carotenoids and antioxidative response was significantly higher by applying up to 30%, while foliar protein, total biomass and yield of the crop was higher up to 20% dilution of TE augmented with biosurfactant in both the experimental crop cultivars. Micronutrients concentration in plants and soil was also enhanced by TE fertilization with biosurfactant augmentation. Changes in soil microbial communities at the end of the experiment reflected improved physical, chemical and enzymatic properties of soil. Results showed that the bacterial and, fungal colonies improved in soil treated with 20% TE with biosurfactant augmentation. The results indicated that lower dose of textile effluent is a good source of nutrients while biosurfactants served as good solubilizers of metals and make it readily available. It also indicated that lipopeptides biosurfactant could be an effective biological tool to reduce the toxic effect of persistent substances in soil, thus maintaining soil health and sustainable agriculture.

Key words: Biosurfactant; Textile effluent; Micronutrients; *Triticum aestivum*; *Capsicum annum*

AN OVERVIEW OF GENETIC FACTORS AFFECTING PRODUCTIVITY IN SHEEP

KOYUNLARDA VERİMLİLİĞİ ETKİLEYEN GENETİK FAKTÖRLERE GENEL BİR BAKIŞ

İbrahim YILDIZHAN

Iğdır University, Faculty of Agriculture, Graduate School of Education, Iğdır, Turkey.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-6611-008X>

Hasret ÖZTÜRK PALA

Öğr. Gör. Dr.; Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Iğdır, Turkey.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1419-1050>

ABSTRACT

Sheep breeding, which is an important part of agriculture and animal husbandry, is widely done in our country. The diversity of sheep breeds bred depending on different climatic and geographical characteristics brings value to our country both economically and culturally. There are many features in sheep breeding that directly affect economic return, product quality and animal health, and these features can be determined by genetic factors. There are many genes that affect milk productivity in sheep and play important roles to increase milk production and quality. Variations in the *LALBA* gene increase the nutritive value of milk and may affect milk quality. *GH* gene encodes growth hormone and affects the growth and development of milk glands. *IGF-1* is a gene that influences growth and development and has been associated with milk yield and live birth weight. All these genes were generally associated with characteristics such as lactation, milk yield, fat and protein ratio in milk. Among the genes affecting physical characteristics such as meat and carcass in sheep are *MSTN* gene, which has an inhibitory effect on muscle mass and muscle development, *CAPNI*, a gene affecting meat quality and tenderness, and *CAST* gene, which is thought to affect the softness and quality of meat after slaughter. Fertility is another important trait in animal breeding. Variations in the *PRLR* gene may affect milk yield and therefore fertility. It has also been shown that some mutations in the *GDF9* gene can affect fertility and progeny yield in ewes. Fleece quality and fleece colour are also important traits in sheep breeding. *KRT* genes and keratin-related protein genes are directly related to wool quality and can affect the structural properties of wool fibres. Genetic studies provide a valuable source of information for developing genetic selection programs in sheep breeding and increasing the productivity of breeds. In this study, information will be given about genes associated with phenotypic traits such as productivity, growth, meat quality, milk yield, fleece quality and fleece colour, which are economically important in sheep breeding.

Key Words: Sheep breeding; Genes, Variations, Animal Husbandry

ÖZET

Koyun yetiştiriciliği, tarım ve hayvancılığın önemli bir parçası olarak ülkemiz genelinde yaygın bir şekilde yapılmaktadır. Farklı iklim ve coğrafik özelliklere bağlı olarak yetiştirilen koyun cinslerinin çeşitliliği hem ekonomik hem de kültürel açıdan ülkemize değer kazandırmaktadır. Koyun yetiştiriciliğinde ekonomik getirisi, ürün kalitesi ve hayvanın sağlığı üzerinde direk etkisi olan birçok özellik vardır ve bu özellikler genetik faktörler tarafından belirlenebilirler. Koyunlarda süt verimliliğini etkileyen, süt üretimi ve kalitesini artırmak için önemli roller üstlenen birçok gen bulunmaktadır. *LALBA* genindeki varyasyonlar sütün besleyici değerini artırır ve süt kalitesini etkileyebilir. *GH* geni, büyüme hormonunu kodlar, süt bezlerinin büyümesi ve gelişimine etkide bulunur. *IGF-1* ise büyüme ve gelişme üzerinde etkili olan bir gen olup süt verimiyle ve canlı doğum ağırlığı ile ilişkilendirilmiştir. Bu genlerin hepsi de genel olarak laktasyon, süt verimi, sütteki yağ ve protein oranı gibi özelliklerle ilişkili bulunmuştur. Koyunlarda et ve karkas gibi fiziksel özellikleri etkileyen genler arasında, kas kütlesi ve kas gelişimi üzerine inhibe edici etkiye sahip olan *MSTN* geni, etin kalitesi ve yumuşaklığı üzerine etkili bir gen olan *CAPN1* ve etin kesildikten sonra yumuşaklığını ve kalitesin etkilediği düşünülen *CAST* geni bulunmaktadır. Döl verimi, hayvan yetiştiriciliğinde diğer önemli bir özelliktir. *PRLR* genindeki varyasyonlar, süt verimini ve dolayısıyla döl verimini etkileyebilir. Yine *GDF9* genindeki bazı mutasyonların koyunlarda doğurganlık ve döl verimini etkileyebileceğini gösterilmiştir. Yapağı kalitesi ve yapağı rengi, koyun yetiştiriciliğinde ayrıca önemli özelliklerdendir. *KRT* genleri ve keratinle ilişkili protein genleri, yün kalitesiyle doğrudan ilişkili olup, yün liflerinin yapısal özelliklerini etkileyebilirler. Yapılan genetik çalışmalar, koyun yetiştiriciliğinde genetik seçim programlarının geliştirilmesi ve ırkların verimliliğinin artırılması için değerli bir bilgi kaynağı sağlar. Bu çalışmada koyun yetiştiriciliğinde ekonomik açıdan önemli olan verimlilik, büyüme, et kalitesi, süt verimi, yapağı kalitesi ve yapağı rengi gibi fenotipik özelliklerle ilişkilendirilmiş genler hakkında bilgiler verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Koyun yetiştiriciliği; Genler, Varyasyonlar, Hayvancılık

**THE EFFECTS OF DIFFERENT AMOUNTS OF BRANCHED BROOMRAPE
(*Phelipanche ramosa* (L.) POMEL) ON SOME CULTIVATED PLANTS**

**FARKLI MİKTARLARDAKİ MAVİ ÇİÇEKLİ CANAVAR OTU (*Phelipanche ramosa*
(L.) POMEL) TOHUMLARININ BAZI KÜLTÜR BİTKİLERİNE OLAN ETKİLERİ**

Enes FİDAN

Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Plant Protection Dept, 65080, Van,
Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4567-2375>

Reyyan YERĞİN ÖZKAN

Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Plant Protection Dept, 65080, Van,
Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2319-404X>

Işık TEPE

Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Plant Protection Dept, 65080, Van,
Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9156-9467>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel (Syn: *Orobancha ramosa* L.), also known as branched broomrape, is an obligate root parasite belonging to the family Orobanchaceae. Branched broomrape weed prefers tomato, eggplant and potato from Solanaceae family and lentil, sunflower and broad bean from legumes as hosts. The yield losses caused by broomrape on cultivated plants vary between 5-100% depending on the environmental conditions and the severity of the infection. Broomrape seeds, which are very small and millions of seeds are produced from a single plant, can spread to very large areas by seeds, wind, water and various means. In this study, it was aimed to determine the effects of different rates of branched broomrape seeds on some plant growth parameters. **Materials and Methods:** The study was carried out in the Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Van Yüzüncü Yıl University in 2022. In the study, branched broomrape and its hosts tomato and eggplant were used. In addition, pepper, which is not its host, was also tested. Before the cultivated plants were planted, 250, 500, 1000, 2000 and 4000 seeds of branched broomrape were mixed homogeneously to a depth of 8 cm in each pot. The experiment was planned according to the random plots experimental design with four replications; two tomatoes, two peppers and one eggplant in each pot. **Results:** According to the results, it was observed that branched broomrape was attached only to the roots of tomato and eggplant plants and the number of tubercles in the roots increased as the number of branched broomrape seeds in the soil increased. It was determined that the number of leaves, shoot length, root length, shoot diameter, chlorophyll content, total wet and dry weight in tomato and the number of leaves and shoot length in eggplant decreased as the weed infestation increased. **Discussion and Conclusion:** The increase in the amount of branched broomrape seeds increased the number of tubercles. Accordingly, the increase in the infection rate had a negative effect on the yield components. It can also be stated that the increased number of seeds did not have a negative effect in terms of intraspecific competition.

Key Words: Parasitic plant; Branched broomrape; Seed; Vegetables;

ÖZET

Giriş ve Amaç: Mavi çiçekli canavar otu olarak da bilinen *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel (Syn: *Orobancha ramosa* L.), Orobanchaceae familyasına ait zorunlu bir kök parazitidir. Mavi çiçekli canavar otu konukçu olarak Solanaceae ailesinden domates, patlıcan ve patatesi, baklagillerden ise mercimek, ayçiçeği ve bakla gibi kültür bitkilerini tercih etmektedir. Canavar otlarının kültür bitkilerinde meydana getirdiği verim kayıpları çevre şartları ve bulaşmanın şiddetine bağlı olarak %5-100 arasında değişmektedir. Çok küçük olan ve tek bir bitkiden milyonlarca üretilen canavar otu tohumları tohum, rüzgar, su ve değişik yollarla çok geniş alanlara yayılabilmektedir. Bu çalışmada, farklı oranlarda toprağa bulaştırılan canavar otu tohumlarının bazı bitki gelişim parametreleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntem:** Çalışma, 2022 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde yürütülmüştür. Çalışmada mavi çiçekli canavar otu ile konukçusu olduğu domates ve patlıcan kullanılmıştır. Ayrıca konukçusu olmadığı biber bitkisi de test edilmiştir. Kültür bitkilerinin ekimi yapılmadan önce her saksıya 250, 500, 1000, 2000 ve 4000 adet canavar otu tohumu saksıların 8 cm derinliğine kadar homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü; her saksıda iki domates, iki biber ve bir patlıcan bitkisi olacak şekilde planlanmıştır. **Bulgular:** Elde edilen sonuçlara göre canavar otu sadece domates ve patlıcan bitkisinin köklerine tutunmuş ve topraktaki canavar otu tohum sayısı arttıkça köklerdeki tüberkül sayısının arttığı gözlenmiştir. Canavar otu bulaşıklığı arttıkça domateste yaprak sayısı, sürgün boyu, kök boyu, sürgün çapı, klorofil içeriği, toplam yaş ve kuru ağırlığı; patlıcanda ise yaprak sayısı ve sürgün boyunun azaldığı tespit edilmiştir. **Tartışma ve Sonuç:** Canavar otu tohum miktarının artması tüberkül sayısını artırmıştır. Buna bağlı olarak tutunma oranının artması verim unsurları üzerine olumsuz etki yapmıştır. Ayrıca, artan tohum sayısının tür içi rekabet açısından olumsuz etkiye sahip olmadığı ifade edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Parazit bitki, Mavi çiçekli canavar otu, Tohum, Sebze.

İĞDIR İLİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMSAL ÜRETİM İÇİN GÜNEŞ ENERJİSİNDEN ELEKTRİK ÜRETİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

A RESEARCH ON ELECTRICITY GENERATION FROM SOLAR ENERGY FOR SUSTAINABLE AGRICULTURAL PRODUCTION IN İĞDIR PROVINCE

Hasan Kaan KÜÇÜKERDEM

İğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, İğdır, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-1593-4725

Ümran ATAY

Mardin Artuklu Üniversitesi/Meslek Yüksekokulu/Makine Ve Metal Teknolojileri
Bölümü/Makine Pr. Mardin, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-2248-4582

Prof.Dr. H. Hüseyin ÖZTÜRK

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Bölümü, Adana, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-6904-5539

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Today, approximately 80% of global energy demand is met by fossil fuels such as oil, natural gas and coal. Fossil fuels, which are widely used for energy production, cause significant environmental problems such as global climate change as a result of greenhouse gas emissions. However, as the human population has increased, the need for fossil fuels and dependence on electricity have also increased exponentially. Therefore, renewable energy sources continue to be an effective alternative to prevent the negativities caused by fossil fuels. Over the years, many countries have started using renewable energy to solve their ongoing energy problems and thus achieve a clean environment. For these reasons, in this paper, the evaluation of solar energy potential in İğdir province for electricity production in agricultural enterprises is discussed. **Materials and Methods:** Photovoltaic (PV) electricity production values were examined for 50 kWp, 100 kWp, 150 kWp and 250 kWp installed capacities from the solar energy potential in İğdir province, using crystalline silicon PV cells. **Results:** In İğdir province, solar radiation energy reaches 210 kWh/m² in July. The amount of electricity that can be produced throughout the year for an installed capacity of 100 kWp in an agricultural enterprise varies between 6840.5 kWh (January) and 14474.2 kWh (August). **Discussion and Conclusion:** If the installed capacity is 250 kWp, the amount of electricity that can be produced throughout the year will vary between 17101.3 kWh (January) and 36185.5 kWh (August).

Key Words: İğdir, Sustainable agriculture, Solar energy, Photovoltaic electricity generation,

ÖZET

Günümüzde küresel enerji talebinin yaklaşık %80'ni petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Enerji üretimi için yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlar, sera gazı salımları sonucunda küresel iklim değişikliği gibi önemli çevresel olumsuzluklara neden olmaktadır. Bununla birlikte, insan nüfusu arttıkça, fosil yakıtlara olan ihtiyaç ve elektriğe olan bağımlılık da katlanarak artmıştır. Bu nedenle, yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtların neden olduğu olumsuzlukları önlemek için etkin bir alternatif olmaya devam etmektedir. Yıllar geçtikçe, birçok ülke, devam eden enerji sorunlarını çözmek ve böylece temiz bir çevre için yenilenebilir enerji kullanmaya başlamıştır. Bu gerekçeler ile bu bildiriye Iğdır ilindeki güneş enerjisi potansiyelinin tarım işletmelerinde elektrik üretimi amacıyla değerlendirilmesi tartışılmıştır. Iğdır ilinde güneş enerji potansiyelinden, kristal silikon PV hücreler kullanılarak, 50 kW_p, 100 kW_p, 150 kW_p ve 250 kW_p kurulu kapasiteler için fotovoltaiik (PV) elektrik üretimi değerleri incelenmiştir. Iğdır ilinde güneşten gelen ışınım enerjisi Temmuz ayında 210 kWh/m² düzeyine ulaşmaktadır. Bir tarım işletmesinde 100 kW_p kurulu kapasite için yıl boyunca üretilebilecek elektrik miktarı 6840,5 kWh (Ocak) ile 14474,2 kWh (Ağustos) arasında değişmektedir. Kurulu kapasitenin 250 kW_p olması durumunda yıl boyunca üretilebilecek elektrik miktarı 17101,3 kWh (Ocak) ile 36185,5 kWh (Ağustos) arasında değişecektir.

Anahtar Kelimeler: Iğdır, Sürdürülebilir tarım, Güneş enerjisi, Fotovoltaiik elektrik

GİRİŞ

Enerji, herhangi bir ulusun sosyoekonomik kalkınmasına kılavuzluk eden vazgeçilmez bir metadır. Günümüzde yapılan çalışmalar, küresel enerji talebinin yaklaşık %80'inin ham petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlardan karşılandığını bildirmektedir. Enerji üretimi için yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlar, sera gazlarına, çevrenin kirlenmesine, seller ve sıcak hava dalgaları gibi aşırı iklim olaylarına ve orman yangınlarına neden olmaktadır. Bununla birlikte, insan nüfusu arttıkça, fosil yakıtlara olan ihtiyaç ve elektriğe olan bağımlılık da katlanarak artmıştır. Bu nedenle, yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtların neden olduğu bozulmayla ilgili yaklaşan tehlikeleri engellemek için etkin bir alternatif olmaya devam etmektedir. Yıllar geçtikçe, birçok ülke, devam eden enerji sorunlarını çözmek ve böylece temiz bir çevre elde etmek için yenilenebilir enerji kullanmaya başlamıştır. Bununla birlikte, fosil yakıtlar, küresel elektriğin yaklaşık %40'ına katkıda bulunan ana güç kaynağı olmaya devam etmektedir. Bununla birlikte, küresel toplumda yenilenebilir enerji kaynaklarının (YEK) gelecekteki potansiyeline ilişkin ciddi kampanyalar devam etmektedir (Atal ve Ark., 2024).

Birincil enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve ülkemizin sahip olduğu kaynakların rasyonel bir şekilde kullanılması hem sürekliliğin hem de düşük maliyetli enerji arzının kilit bileşenleridir. Kaynak çeşitliliği, hem kaynak tipinde hem de ithal edilen kaynağın sağlandığı ülkede çeşitliliği kapsamaktadır. Bu bağlamda, dışa bağımlılıktan kaynaklanan risklerin azaltılması ve enerji kaynaklarımızın öne çıkarılması ülke ekonomisi açısından büyük önem taşımaktadır.

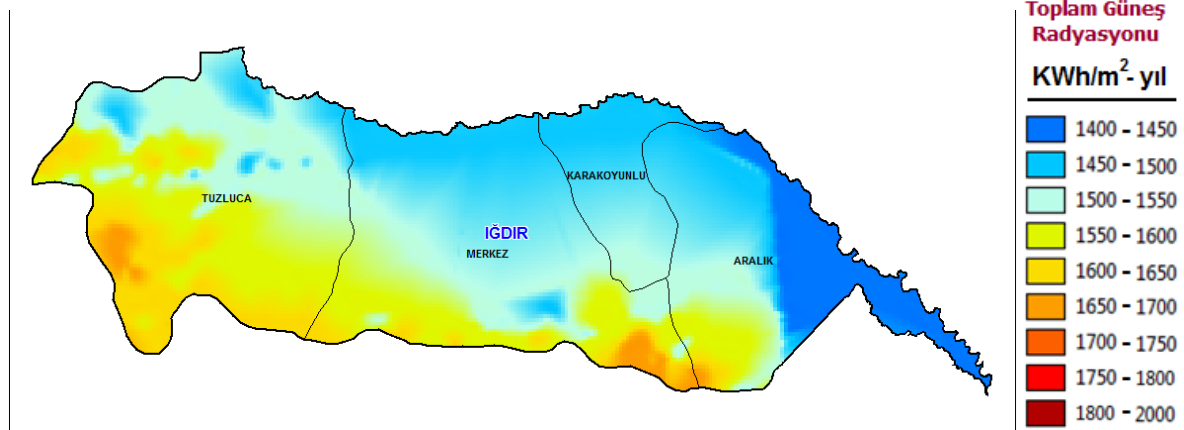
Türkiye, dünyanın en hızlı büyüyen enerji piyasalarından biridir ve toplam enerji talebi hızla artmaktadır. İklim değişikliği, hava kirliliğinin sağlık üzerindeki etkileri, enerji güvenliği, artan petrol fiyatları gibi birçok endişeye yanıt olarak, Türkiye'de yenilenebilir teknolojiler gelişmeye devam etmekte ve güneş PV elektrik üretimi, gelecekteki enerji karışımının öncülerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji, Türkiye'nin enerjideki,

dışa bağımlılığını azaltmak ve iklim ile ilgili hedeflerine ulaşmak açısından çok önemlidir. Türkiye'nin 2024 Ocak ayı itibarıyla kurulu gücünün % 55'lik kısmını yenilenebilir kaynaklar oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerjide her yıl 5 bin MW kurulu güç artışı öngörülmektedir. Özellikle güneş enerjisinde 3 500 MW, rüzgar enerjisinde ise 1500 MW kurulu güç artışı beklenmektedir. Önümüzdeki 12 yılda toplam 60 000 MW düzeyinde yeni kurulu güce ulaşmak hedeflenmektedir (Atal ve Ark., 2024).

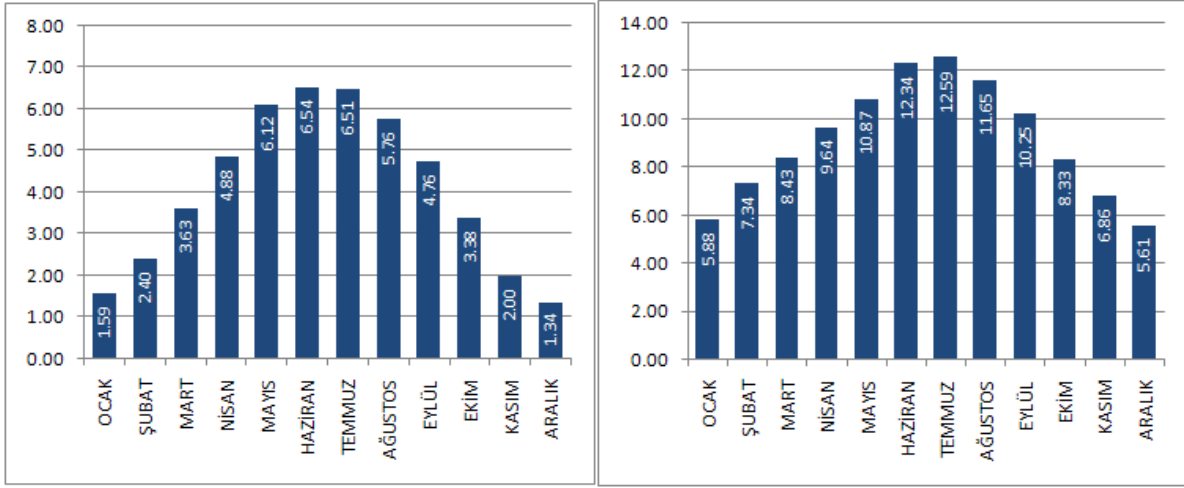
Uluslararası Güneş Enerjisi Topluluğu Türkiye Bölümü (GÜNDER) tarafından 2022 yılında 10 ile 11 GW arasında kurulu güneş enerjisi kapasitesine ulaşılacağı öngörülmüştür. 2023 yılında en az 13 GW, 2030 yılında ise 30 GW kapasiteye ulaşılması beklenmektedir. Bu senaryoda, sektörel istihdam ve nitelikli iş gücü artacak, yerli modül teknolojileri ve üretim sanayi kapasitesi gelişecektir. Tüm bu gelişmeler Türkiye'nin bölgesel güneş enerjisi lideri olmasını sağlayacaktır. Ayrıca, güneş enerjisindeki kapasite artışı, Türkiye'de depolama sistemlerinin geliştirilmesi ile desteklenecektir. Güneş enerjisi, en az 500 GW beklenen potansiyeli ile Türkiye'de henüz kullanılmayan en değerli yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Bu gerekçeler ile bu bildiride Iğdır ilindeki güneş enerjisi potansiyelinin elektrik üretiminde değerlendirilmesi tartışılmıştır.

IĞDIR İLİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ

Iğdır ilinin güneş enerjisi potansiyel haritası Şekil 1'de, toplam güneş enerjisi ve güneşlenme süresinin aylık değişimi Şekil 1'de verilmiştir. Toplam güneş enerjisi Aralık ayında en düşük (1,34 kWh/m²gün) değerde iken, Haziran ayında ise en yüksek (6,54 kWh/m²gün) değerine ulaşmaktadır (Şekil 2). Güneşlenme süresi Aralık ayında en düşük (5,61 h/yıl) değerde iken, Temmuz ayında ise en yüksek (12,59 h/yıl) değerine ulaşmaktadır. Iğdır ilinde yıllık toplam güneş enerjisi 48,91 kWh/m²gün, toplam güneşlenme süresi ise 109,79 h/yıl değerlerindedir (Çizelge 1). Toplam güneş enerjisi kış mevsiminde en düşük (5,33 kWh/m²gün) değerde iken, yaz mevsiminde ise en yüksek (18,81 kWh/m²gün) değerine ulaşmaktadır (Çizelge 1). Benzer şekilde güneşlenme süresi de kış mevsiminde en düşük (18,83 h/yıl) değerde iken, yaz mevsiminde ise en yüksek (36,58 h/yıl) değerine ulaşmaktadır.



Şekil 1. Iğdır ili güneşlenme haritası (EİGM, 2024)



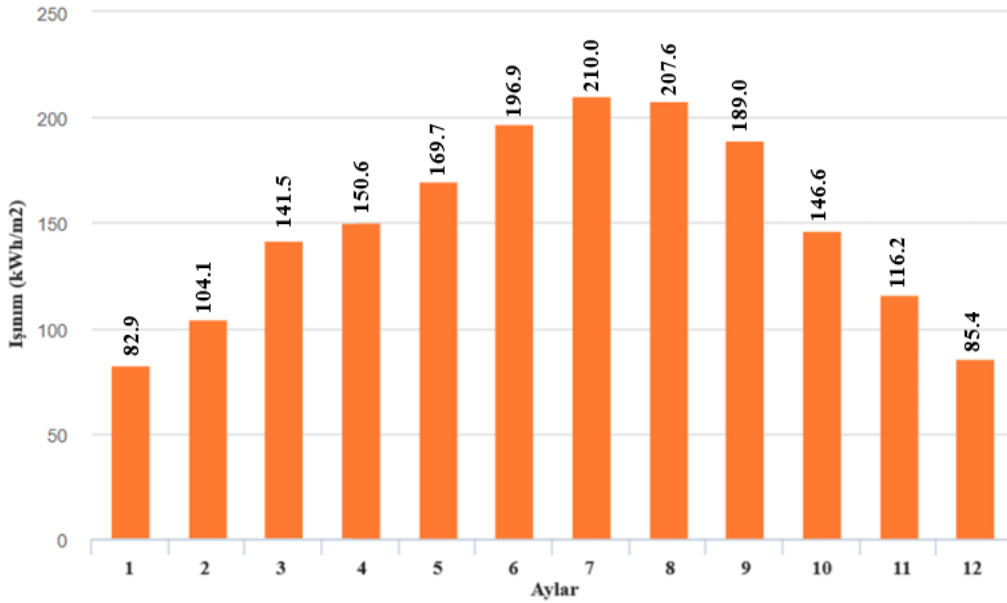
Şekil 2. İğdır ilinde toplam güneş enerjisi (kWh/m²gün) (sol) ve güneşlenme süresinin (h/yıl) (sağ) aylık değişimi (EİGM, 2024)

Çizelge 1. İğdır İlnde Güneş Enerjisi Ve Güneşlenme Süresinin Değişimi (EİGM, 2024)

Mevsimler	Toplam güneş enerjisi (kWh/m ² gün)	Toplam güneşlenme süresi (h/yıl)
İlkbahar	14,63	28,94
Yaz	18,81	36,58
Sonbahar	10,14	25,44
Kış	5,33	18,83
TOPLAM	48,91	109,79

BULGULAR VE TARTIŞMA

İğdır ilinde toplam güneş enerjisi değerlerinin aylık değişimi Şekil 3’de verilmiştir. İğdır ilinde yıllık toplam güneş enerjisi 1800,5 kWh/m² değerlerindedir (Çizelge 2). Toplam güneş enerjisi kış mevsiminde en düşük (272,4 kWh/m²) değerde iken, yaz mevsiminde ise en yüksek (614,5 kWh/m²) değerine ulaşmaktadır (Çizelge 2).



Şekil 3. İğdır ilinde toplam güneş enerjisinin (kWh/m²) yıllık değişimi

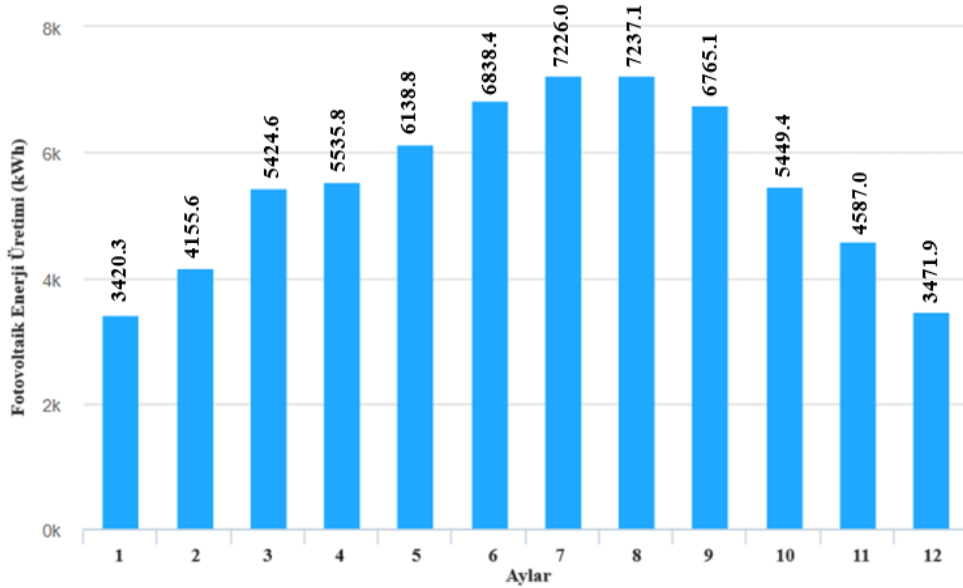
Çizelge 2. İğdır İlnde Toplam Güneş Enerjisinin Mevsimlik Değişimi (EİGM, 2024)

Mevsimler	Toplam güneş enerjisi (kWh/m ²)
İlkbahar	461,8
Yaz	614,5
Sonbahar	451,8
Kış	272,4
TOPLAM	1800,5

Aşağıdaki bölümlerde Iğdır ilinde Şekil 3 ve Çizelge 2’de verilen güneş enerji potansiyelinden, kristal silikon PV hücreler kullanılarak, 50 kW_p, 100 kW_p, 150 kW_p ve 250 MW_p kurulu kapasiteler için fotovoltaik (PV) elektrik üretimi değerleri incelenmiştir.

50 kW_p Kurulu Kapasite İçin Elektrik Üretimi

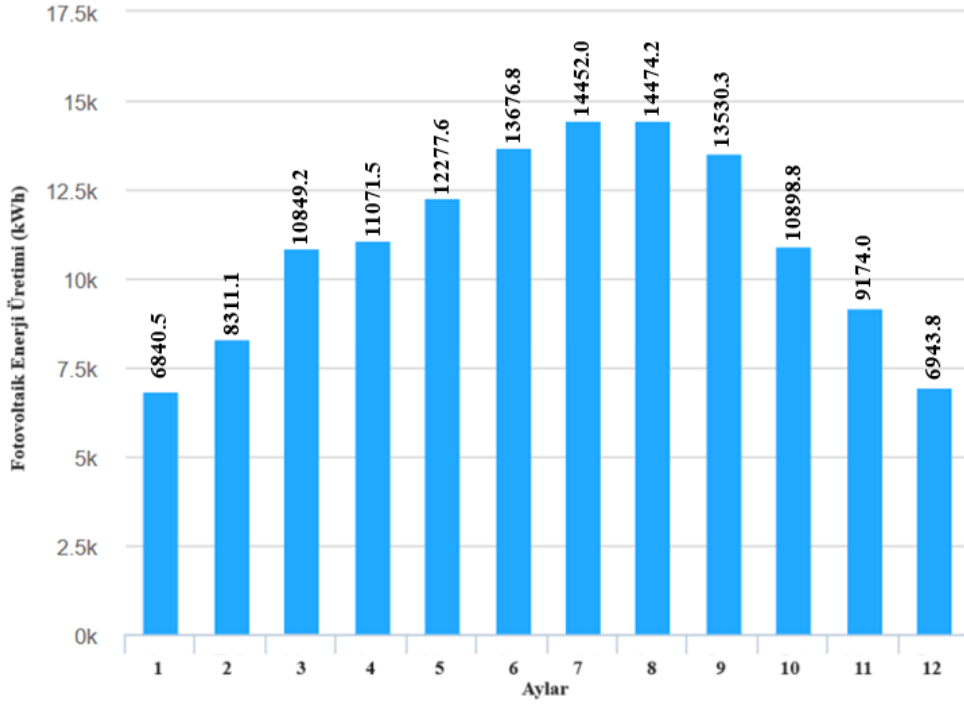
Iğdır ilinde 50 kW_p kurulu kapasite için fotovoltaik (PV) elektrik üretim değerlerinin yıllık değişimi Şekil 4’de verilmektedir. Iğdır ilinde 50 kW_p kurulu kapasite için yıllık toplam 66250,2 kWh elektrik üretilebilecektir. Toplam elektrik üretimi Ocak ayında en düşük (3420,3 kWh) değerde iken, Ağustos ayında ise en yüksek (7237,1 kWh) değerine ulaşmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Iğdır ilinde 50 kW_p kurulu kapasite için güneş enerjisinden elektrik üretiminin (kWh) yıllık değişimi

100 kW_p Kurulu Kapasite İçin Elektrik Üretimi

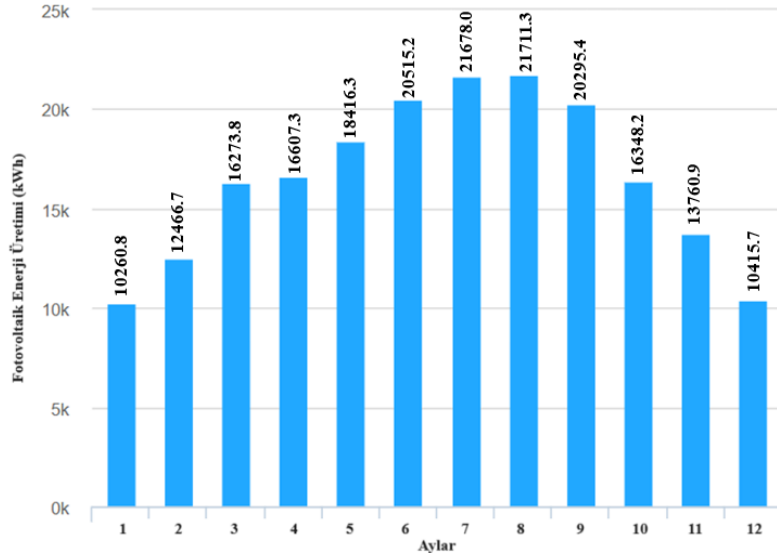
Iğdır ilinde 100 kW_p kurulu kapasite için fotovoltaik (PV) elektrik üretim değerlerinin yıllık değişimi Şekil 5’de verilmektedir. Iğdır ilinde 100 kW_p kurulu kapasite için yıllık toplam 132499,8 kWh elektrik üretilebilecektir. Toplam elektrik üretimi Ocak ayında en düşük (6840,5 kWh) değerde iken, Ağustos ayında ise en yüksek (14474,2 kWh) değerine ulaşmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Iğdır ilinde 100 kW_p kurulu kapasite için güneş enerjisinden elektrik üretiminin (kWh) yıllık değişimi

150 kW_p Kurulu Kapasite İçin Elektrik Üretimi

Iğdır ilinde 150 kW_p kurulu kapasite için fotovoltaik (PV) elektrik üretim değerlerinin yıllık değişimi Şekil 6'da verilmektedir. Iğdır ilinde 150 kW_p kurulu kapasite için yıllık toplam 198749,6 kWh elektrik üretilebilecektir. Toplam elektrik üretimi Ocak ayında en düşük (10260,8 kWh) değerde iken, Ağustos ayında ise en yüksek (21711,3 kWh) değerine ulaşmaktadır (Şekil 6).

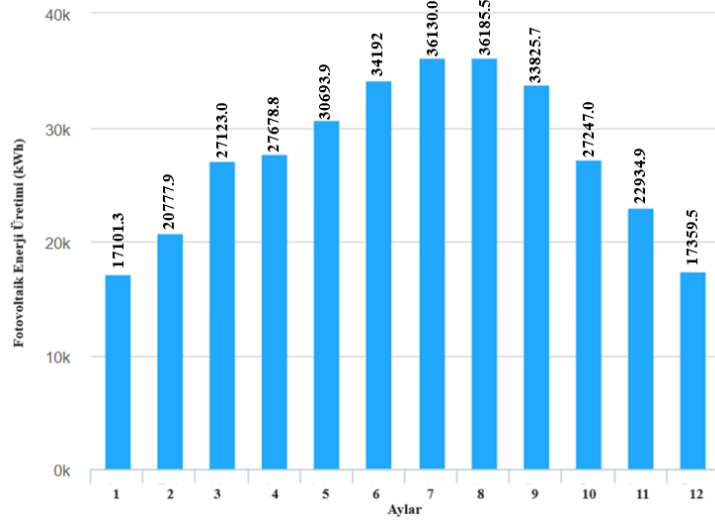


Şekil 6. 150 kW_p kurulu kapasite için elektrik üretiminin (kWh) yıllık değişimi

250 kW_p Kurulu Kapasite İçin Elektrik Üretimi

Iğdır ilinde 250 MW_p kurulu kapasite için fotovoltaik (PV) elektrik üretim değerlerinin yıllık değişimi Şekil 7'de verilmektedir. Iğdır ilinde 250 kW_p kurulu kapasite için yıllık toplam 331249,5 kWh elektrik üretilebilecektir. Toplam elektrik üretimi Ocak ayında en düşük

(17101,3 kWh) değerde iken, Ağustos ayında ise en yüksek (36195,5 kWh) değerine ulaşmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. 250 kW_p kurulu kapasite için elektrik üretiminin (kWh) yıllık değişimi

SONUÇ VE ÖNERİLER

Birçok ülke fosil yakıtlar tarafından sürdürülen enerji ve ekonomik zorluklarıyla yüzleşmek için, alternatif enerji kaynakları olarak son zamanlarda güneş dayalı teknolojiler geliştirmişlerdir. Hızlı ekonomik büyümeye ayak uydurabilmek ve iklim değişikliği riskini azaltmak için PV sistemlerin her alanda kullanımını teşvik edecek stratejiler geliştirilmiştir. PV sistemlerin maliyetinin azaltılması, bunların yaygın olarak benimsenmesi ve enerji piyasasındaki rekabet gücü açısından çok önemlidir. PV teknolojilerde maliyet azalması sağlamak için çeşitli stratejiler uygulanmıştır. Dünyadaki en ucuz elektrik kaynaklarından biri olan güneş enerjiden üretilen elektriğin MWh (1000 kWh) maliyeti 50–60 USD seviyesindedir. Bu çalışmada, Iğdır ilinde güneş enerji potansiyelinden, kristal silikon PV hücreler kullanılarak, 50 kW_p, 100 kW_p, 150 kW_p ve 250 MW_p kurulu kapasiteler için fotovoltaik (PV) elektrik üretimi değerleri incelenmiştir.

KAYNAKLAR

Atal, T., Ilgın Beyazıt, N. Öztürk, H.H., (2024). Diyarbakır İli Güneş Enerjisi Potansiyelinin Elektrik Üretiminde Değerlendirilmesi. Diyarbakır'ın Gelecek Tasavvuru Kongresi, 16-18 Şubat 2024, Diyarbakır.

GÜNDER (2022). Uluslararası Güneş Enerjisi Topluluğu – Türkiye Bölümü (GÜNDER)

Öztürk, H.H. (2024). Güneşten Elektrik Üretimi İçin Fotovoltaik Teknoloji: Tasarım-Planlama-Kurulum-İşletme-Kullanım (Basımda).

EFFECTS OF PGPR BACTERIA, MYCORRIZA AND ZINC APPLICATIONS ON LETTUCE(LACTUVA SATİVA L.) PLANT DURING WINTER MONTHS

KIŞ AYLARINDA MARUL(LACTUVA SATİVA L.) BİTKİSİNE PGPR BAKTERİLERİ, MİKORİZA VE ÇİNKO UYGULAMALARININ ETKİLERİ

Zehra ÖZŞAHİN

Erciyes University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Kayseri, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-5431-1867>

Yusuf Murat KEÇE

Erciyes University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Kayseri, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4469-0894>

Adem GÜNEŞ

Erciyes University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Kayseri, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0411-6134>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Lettuce is a vegetable that has great commercial importance and human nutrition in our country and around the world. It is produced all year round and is produced in open field conditions, greenhouses and tunnels. A lot of chemical fertilizer applications are made in production areas. As a result of these practices, soil fertility and sustainability are severely damaged. It is important to make the nutrients that are unavailable in the soil available to plants by applying PGPR bacteria and mycorrhiza to areas that were previously cultivated with chemical fertilizers. Additionally, it is known that foliar zinc applications have a positive effect on both yield and quality parameters of plants. The aim of this study was to determine the bacteria that have the most impact on yield and quality, the zinc dose and the effectiveness of mycorrhiza by applying mycorrhiza, zinc, Polyxma and M3 bacteria to lettuce plants grown during the winter months in greenhouse conditions. **Materials and Methods:** The commercial name Ice Palace lettuce seed was preferred as lettuce seed. Seeds were first planted in viols, and the seedlings that reached planting size were transplanted into pots. Zinc (25, 50 and 75 ppm) was applied to the planted seedlings from the leaves, and Polyxma and M3 bacteria were applied to the planted seedlings. Solid mycorrhizae were applied from the soil to the pots where mycorrhizae were applied. Our study was conducted on a total of 96 pots, with 4 replications for each application. **Results:** It has been determined that lettuce plants treated with polyxma, mycorrhiza and 25 ppm zinc developed more, had more leaves, and increased the amount of chlorophyll in the leaf. Additionally, it was determined that 50 and 75 ppm application doses of zinc did not have a positive effect on the lettuce plant. **Discussion and Conclusion:** This study has shown that polyxma and M3 PGPR bacteria, mycorrhiza and zinc applications can affect the yield and quality parameters of lettuce plants and that these applications can be carried out in cultivation. As a result, it was found that when polyxma, mycorrhiza and zinc (25ppm) were applied in combination on lettuce plants, they had positive effects on the yield and quality of the plant.

Key Words: Lettuce, PGPR, Mycorrhiza, Zinc

ÖZET

Giriş ve Amaç: Marul ülkemizde ve Dünya’da ticari boyutu ve insan beslenmesi konusunda oldukça fazla öneme sahip olan bir sebzedir. Üretimi tüm yıl boyunca yapılmakta olup üretim yerleri olarak açık tarla koşulları, seralar ve tünellerde üretilmektedir. Üretim sahalarında ise oldukça fazla kimyasal gübre uygulamaları yapılmaktadır. Bu uygulamalar sonucunda toprak verimliliği ve sürdürülebilirliği oldukça zarar görmektedir. Daha önce kimyasal gübre ile yetiştiricilik yapılan alanlara PGPR bakterileri ve mikoriza uygulamaları ile toprakta yararlısız halde bulunan besin elementlerinin bitkilerin kullanımına kazandırılması önem arz etmektedir. Ek olarak yapraktan çinko uygulamaları ile bitkilerin hem verim hem de kalite parametrelerini olumlu yönde etki gösterdiği bilinmektedir. Bu çalışmanın amacı ise sera koşullarında kış aylarında yetiştiriciliği yapılan marul bitkisi üzerine mikoriza, çinko, Polyxma ve M3 bakterilerin uygulanması ile verim ve kalite üzerine en fazla etki eden bakteriyi, çinko dozunu ve mikorizanın etkinliğini belirlemek amacıyla bu çalışma gerçekleştirilmiştir. **Gereç ve Yöntem:** Marul tohumu olarak ticari ismi Ice Palace marul tohumu tercih edilmiştir. Tohumlar ilk olarak viyollere ekilerek dikim büyüklüğüne ulaşan fidelerin saksılara şaşırtılması gerçekleştirilmiştir. Dikimi gerçekleştirilen fidelere yapraktan çinko (25, 50 ve 75 ppm) ve PGPR bakterilerinden ise Polyxma ile M3 bakteri uygulanmıştır. Mikoriza uygulaması yapılan saksılara ise katı mikorizalar topraktan uygulanmıştır. Çalışmamız her uygulama 4 tekerrür olacak şekilde toplam 96 saksı üzerinde yürütülmüştür. **Bulgular:** Polyxma, mikoriza ve 25 ppm çinko uygulaması gerçekleştirilen marul bitkilerinin daha fazla geliştiği, yaprak sayısının daha fazla olduğu, yaprak içerisindeki klorofil miktarında artış olduğu tespit edilmiştir. Çinkonun 50 ve 75 ppm uygulama dozlarının marul bitkisi üzerine olumlu etkisini olmadığıda ek olarak saptanmıştır. **Tartışma ve Sonuç:** Bu çalışma polyxma ve M3 PGPR bakterilerinin, mikorizanın ve çinko uygulamalarının marul bitkisinin verim ve kalite parametrelerini etkileyebileceğini ve yetiştiricilikte bu uygulamalarının gerçekleştirilebileceğini göstermiştir. Sonuç olarak, marul bitkisi üzerine polyxma, mikoriza ve çinko(25ppm) birlikte kombine şekilde uygulanmaları durumunda bitkinin verim ve kalitesi üzerine olumlu etkilerinin olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Marul, PGPR, Mikoriza, Çinko

OPTIMIZATION OF COLD INFUSION PARAMETERS OF *ANNONA MURICATA* LEAVES USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY (RSM).

Fatin Nazura Azhar

Pusat Pengajian Teknologi Industri, Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Negeri Sembilan, Kampus Kuala Pilah, 72000 Kuala Pilah, Negeri Sembilan, Malaysia

Aisyah Maisarah Awang

Pusat Pengajian Teknologi Industri, Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Negeri Sembilan, Kampus Kuala Pilah, 72000 Kuala Pilah, Negeri Sembilan, Malaysia

Adibah Zurkaffi

Pusat Pengajian Teknologi Industri, Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Negeri Sembilan, Kampus Kuala Pilah, 72000 Kuala Pilah, Negeri Sembilan, Malaysia

Farah Nurhanisah Ab Rahim

Pusat Pengajian Teknologi Industri, Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Negeri Sembilan, Kampus Kuala Pilah, 72000 Kuala Pilah, Negeri Sembilan, Malaysia

Norhayati Hussain

Faculty of Food Science and Technology, Universiti Putra Malaysia, Selangor, Malaysia

Nursabrina Munawar

Pusat Pengajian Teknologi Industri, Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA, Cawangan Negeri Sembilan, Kampus Kuala Pilah, 72000 Kuala Pilah, Negeri Sembilan, Malaysia

Abstract Consuming tea that has been steeped under cold conditions can effectively meet the body's antioxidant requirements. This discovery sheds light on an alternative method of obtaining antioxidants, which are crucial for maintaining human health or soursop leaves contain several phytochemicals (i.e. alkaloids, phenolics, and essential oils), responsible for their medicinal properties. By opting for *A.muricata* cold-infused tea, individuals can enjoy a refreshing beverage while simultaneously benefiting from its antioxidant properties. This finding has the potential to

revolutionise the way herbal tea is normally consumed. The study focused on optimising the parameters for cold infusion of *A.muricata* leaves using a three-factor Box-Behnken design. The variables of infusion temperature, duration, and water ratio were tested at different values, ranging 4, 14 and 24°C, 10, 35 and 60 minutes, and 50, 75 and 100 mL, respectively. Increased extraction durations resulted in enhanced migration of active compounds. The levels of phenolic and flavonoid compounds in *A.muricata* leaves tea were found to be influenced by the duration and temperature of infusion. The study found a positive association between the properties of scavenging, ferric reducing, and ion metal chelating in tea made from black *Annona muricata* leaves. The process of cold infusion decreases the extraction of tannin from tea leaves, resulting in a reduction of bitterness and astringency. The ideal conditions for preparing cold *Annona muricata* leaves infusion were at 8°C for 10 minutes using 100 mL of water. The overall desirability of this preparation was found to be 0.733.

Keywords: *Annona muricata*, cold infusion, optimization, antioxidant

ENERGY CONSUMPTION FOR COW MILK PRODUCTION IN ADANA PROVINCE

ADANA İLİNDE İNEK SÜTÜ ÜRETİMİNDE ENERJİ TÜKETİMİ

Prof. Dr. H. Hüseyin ÖZTÜRK

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi

ORCID ID: 0000-0001-6904-5539

Hasan Kaan KÜÇÜKERDEM

İğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem

ORCID ID: 0000-0002-1593-4725

Ümran ATAY

Mardin Artuklu Üniversitesi/Meslek Yüksekokulu

ORCID ID: 0000-0002-2248-4582

ABSTRACT

Introduction and Purpose: The dairy industry is changing towards more energy-intensive management styles, leading to higher environmental and economic burdens. The intense level of mechanization has reduced the need for labor in dairy farm activities and increased the use of devices that require fossil fuel consumption. When the total energy demand in the life cycle of milk is examined, the largest contribution to energy use is milk production, which requires almost 40% of all consumption. Efficient use of direct energy (diesel or gasoline, electricity and liquefied petroleum gas (LPG)) is one of the solutions to reduce the environmental burden and associated costs in the dairy production sector. Studies on dairy farms in Europe have shown that direct energy consumption, which accounts for approximately 25% of non-renewable primary energy use, comes from electricity consumption on the farm for milking, milk cooling, manure transport, ventilation and lighting, and approximately 15% from the use of diesel for on-farm activities. Modeling diesel and electricity requirements on dairy farms has allowed the associated CO₂ emissions and milk production costs to be estimated based on farm characteristics. In this research, direct energy (electricity + Diesel) consumption in dairy cattle farms in Adana province was determined. **Materials and Methods:** A survey was conducted with a total of 55 dairy cattle operators in 15 districts of Adana province, and the surveyed enterprises were determined by stratified random sampling method **Results:** In Adana province, a total of 10.5 MJ of direct (electricity + Diesel) energy is consumed for 1 kg of fat and protein corrected milk (FPCM). Electricity consumption constitutes 5.71% of the total energy consumption for 1 kg FPCM production, while Diesel fuel consumption constitutes 94.29%. **Discussion and Conclusion:** A total of 4554.31 MJ of direct (electricity + Diesel) energy is consumed per milking cow. While the energy consumption related to electricity consumption per milking cow is at the level of 260.19 MJ, the energy consumption related to diesel fuel consumption is at the level of 4294.12 MJ. While

electricity consumption constitutes 5.71% of the total energy consumption per lactating cow, 94.29% consists of Diesel fuel consumption.

Key Words: Adana, Cow milk, Energy consumption

ÖZET

Süt sığırcılığı sektörü, daha yüksek çevresel ve ekonomik yüklerle yol açan, daha fazla enerji gerektiren yönetim biçimlerine doğru değişmektedir. Yoğun makineleşme düzeyi, süt sığırcılığı çiftlikleri faaliyetlerinde işgücü gereksinimini azaltmış ve fosil yakıt tüketimini gerektiren cihazların kullanımını artırmıştır. Sütün yaşam döngüsündeki toplam enerji talebi incelendiğinde, enerji kullanımına en büyük katkı, tüm tüketimin neredeyse %40'ını gerektiren süt üretimidir. Doğrudan enerjinin (dizel veya benzin, elektrik ve sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) verimli kullanımı, süt üretim sektöründe çevresel yükün ve buna bağlı maliyetlerin azaltılmasına yönelik çözümlerden biridir. Avrupa'daki süt çiftliklerinde yapılan araştırmalar, yenilenemeyen birincil enerji kullanımının yaklaşık %25'ini oluşturan doğrudan enerji tüketiminin, çiftlikte sağım, süt soğutma, gübre taşıma, havalandırma ve aydınlatma için kullanılan elektrik tüketiminden ve çiftlik içi faaliyetler için yaklaşık %15 oranında dizel kullanımından kaynaklandığını göstermektedir. Süt çiftliklerindeki dizel ve elektrik gereksinimlerinin modellenmesi, ilgili CO₂ salımlarının ve süt üretim maliyetlerinin çiftlik özelliklerine bağlı olarak tahmin edilmesine olanak sağlamıştır. Bu araştırmada, Adana ilinde süt sığırcılığı işletmelerinde doğrudan enerji (elektrik+Dizel) tüketimi belirlenmiştir. Adana iline bağlı 15 ilçede toplam 55 süt sığırcılığı işletmecisi ile anket çalışması yapılmış olup, anket yapılan işletmeler tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Adana ilinde 1 kg yağı ve proteini düzeltilmiş süt (FPCM) için toplam 10,5 MJ doğrudan (elektrik+Dizel) enerji tüketilmektedir. 1 kg FPCM üretimi için toplam enerji tüketiminin %5,71'ini elektrik tüketimi oluştururken, %94,29'unu Dizel yakıt tüketimi oluşturmaktadır. Süt veren inek başına toplam 4554,31 MJ doğrudan (elektrik+Dizel) enerji tüketilmektedir. Süt veren inek başına elektrik tüketimine ilişkin enerji tüketimi 260,19 MJ düzeyinde iken, Dizel yakıt tüketimine ilişkin enerji tüketimi 4294,12 MJ düzeyindedir. Süt veren inek başına toplam enerji tüketiminin %5,71'ini elektrik tüketimi oluştururken, %94,29'unu Dizel yakıt tüketimi oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Adana, İnek sütü, Enerji tüketimi

GİRİŞ

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), küresel süt ve süt ürünleri tüketiminin 2005–2007 seviyelerine kıyasla, 2050 yılına kadar, % 19 oranında artarak 99 kg/yıl düzeyine ulaşacağını tahmin etmiştir (Bruinsma, ve Alexandratos, 2020). Bu artış büyük ölçüde gelişmekte olan ülkelerde, Gayri Safi Yurtiçi Hasılanın (GSYİH) öngörülen büyümesi nedeniyle, talebin artmasından kaynaklanmaktadır. Latin Amerika, Sahra Altı Afrika, Güney Asya, Doğu Asya ve Yakın Doğu/Kuzey Afrika'da % 46 oranında bir artış öngörülmektedir. Bu durumda, 2018–2027 yılları arasındaki on yıllık dönemde, küresel süt üretiminde % 22 oranında bir artış öngörülmektedir (FAO, 2018). Avrupa Birliği (AB-28), 2018 yılında, 153 milyar litre süt üretimi ile ABD'den % 59 oranında daha fazla süt üreten dünyada en fazla süt üreticisi durumunda idi (AHTBWMD, 2019). 2015 yılından bu yana, AB ve ABD'de süt talebindeki artış, küresel talep artışının karşılanmasına yardımcı olmak için % 6 artmıştır (AHTBWMD, 2019). Çevresel açıdan bakıldığında, artan süt hayvanı sayısı ve buna bağlı olarak artan süt üretimi, hayvancılık

işletmelerinde enerji tüketimi ve ilgili sera gazlarının (GHG) salımları ile ilgili önemli zorluklarla karşı karşıyadır.

Günümüz dünyasında fosil yakıtların tüketimi sanayi öncesi devrimden bu yana artmıştır. Fosil yakıt tüketimi artışına bağlı olarak insan faaliyetleri nedeniyle çevreye karbondioksit (CO₂) salımları da artmıştır. Karbondioksit, iklim değişikliği üzerindeki etkileri nedeniyle önemli bir sera gazıdır (GHG). Dünya atmosferinde en bol bulunan ve en kalıcı sera gazıdır. Benzer şekilde, yoğun hayvancılık üretimi ve tüm tarım sektörü, çevreye önemli miktarlarda GHG salımından sorumludur. Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), arazi kullanımından yem üretimine kadar tüm üretim zinciri dikkate alındığında, küresel GHG emisyonlarının yaklaşık %18'inin hayvancılık sektöründen kaynaklandığını bildirmektedir (FAO, 2006). Hayvansal üretim verimliliği ve dikkate alınan sistem sınırı, çevresel yük ile sıkı bir şekilde ilişkilidir. İtalya'da hayvansal üretimden kaynaklanan GHG salımları, toplam salımların yaklaşık %3'ünü oluşturmaktadır. Bu salımların %65'i kuzey bölgelerde, %9'u orta bölgelerde ve %26'sı güney bölgelerde gerçekleşmektedir. Tüm hayvancılık salımlarının %56'sı süt sığırcılığı işletmelerinde gerçekleşmektedir (Pulina ve Ark., 2012).

Süt hayvancılığı sektörü, daha yüksek çevresel ve ekonomik yüklerle yol açan, daha fazla enerji gerektiren yönetim biçimlerine doğru değişmektedir. Yoğun makineleşme düzeyi, süt sığırcılığı çiftlikleri faaliyetlerinde işgücü gereksinimini azaltmış ve fosil yakıt tüketimini gerektiren cihazların kullanımını artırmıştır. Sütün yaşam döngüsündeki toplam enerji talebi incelendiğinde, enerji kullanımına en büyük katkı, tüm tüketimin neredeyse %40'ını gerektiren süt üretimidir (IDF, 2009). Doğrudan enerjinin (dizel veya benzin, elektrik ve sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) verimli kullanımı, süt üretim sektöründe çevresel yükün ve buna bağlı maliyetlerin azaltılmasına yönelik çözümlerden biridir. Avrupa'daki süt çiftliklerinde yapılan araştırmalar, yenilenemeyen birincil enerji kullanımının yaklaşık %25'ini oluşturan doğrudan enerji tüketiminin, çiftlikte sağım, süt soğutma, gübre taşıma, havalandırma ve aydınlatma için kullanılan elektrik tüketiminden ve çiftlik içi faaliyetler için yaklaşık %15 oranında dizel kullanımından kaynaklandığını göstermektedir. (IDF, 2009). Süt çiftliklerindeki dizel ve elektrik gereksinimlerinin modellenmesi, ilgili CO₂ salımlarının ve süt üretim maliyetlerinin çiftlik özelliklerine bağlı olarak tahmin edilmesine olanak sağlamıştır.

Enerji tüketimleri, dikkate alınan üretim sisteminin verimliliğiyle sıkı bir şekilde ilişkilidir. Aynı zamanda teknolojik seviye, yönetim türü ve sürü boyutlarıyla da ilişkilidir. Ludington ve Johnson (2003) tarafından yapılan ABD'deki 32 süt sığırcılığı çiftliğini kapsayan bir çalışmada, elektrik tüketimi sığır başına yılda 800–1200 kWh arasında değiştiği belirlenmiştir. Avrupa'daki çiftliklerde elektrik tüketimi laktasyondaki sığır başına İtalya'da 401 kWh (Murgia ve Ark., 2013) ve Fransa'da 420 kWh (IE, 2009) olarak bildirilmiştir. Almanya'da elektrik tüketimi bir ton süt başına 90 kWh olarak bildirilmiştir (Jakel, 2003).

Bu çalışmada, Adana ilinde süt sığırcılığı işletmelerinde doğrudan enerji (elektrik+Dizel) tüketimi belirlenmiştir. Adana iline bağlı 15 ilçede toplam 55 süt sığırcılığı işletmecisi ile anket çalışması yapılmış olup, anket yapılan işletmeler tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Süt üretiminde enerji tüketiminin belirlenmesi için; litre (L) süt, kilogram (kg) süt (Eşitlik 1), yağ ve proteini düzeltilmiş süt (FPCM) (Eşitlik 2) ve enerji düzeltilmiş süt (ECM) (Eşitlik 3) terimleri kullanılır (Sjaunja, 1990). FPCM ve ECM birimleri, farklı ırklara veya besleme rejimlerine sahip çiftlikler arasında eşit bir değerlendirme yapılmasını sağladığı için uluslararası karşılaştırmalarda

yaygın olarak kullanılmaktadır (Shine ve Ark., 2020). Çalışmada FPCM değerleri Uluslararası Sütçülük Federasyonu (IDF, 2010) tarafından tanımlanan eşitlik (3) kullanılarak belirlenmiştir.

$$kg_{süt} = L_{süt} \times (\text{sütün hacimsel kütlesi}) \dots \dots \dots (1)$$

$$FPCM = kg_{süt} \times [(0,1226 \times \% \text{ yağ}) + (0,0776 \times \% \text{ protein}) + 0,2534] \quad [kg_{FPCM}] \dots (2)$$

$$ECM = L_{süt} \times [(0,383 \times \% \text{ yağ}) + (0,242 \times \% \text{ protein}) + 0,7832] / 3,1138 \quad [kg_{ECM}] \dots (3)$$

Bu eşitliklerde; sütün hacimsel kütlesi 1,03 kg/L değerine eşit olduğunda, $L_{süt}$ - litre olarak süt hacmi, % yağ- sütteki yağ yüzdesi (%) ve (%) protein- sütteki protein yüzdesidir.

İnek Sütü Üretiminde Enerji Tüketiminin Belirlenmesi

İnek sütü üretim işlemleri sırasında kullanılan traktör ve elektrik motorları tarafından tüketilen yakıt ve elektrik miktarları doğrudan enerji girdisi olarak dikkate alınmıştır.

$$ET_{dğ} = ET_{Dizel} + ET_{Elektrik} \dots \dots \dots (4)$$

Burada;

$$ET_{dğ} = \text{Doğrudan enerji tüketimi (MJ),}$$

$$ET_{Dizel} = \text{Üretilen süt için yakıt enerjisi tüketimi (MJ) ve}$$

$$ET_{Elektrik} = \text{Üretilen süt için elektrik enerjisi tüketimidir (MJ).}$$

Yakıt Enerjisi Tüketimi

Tüketilen yakıt enerjisi miktarı, inek sütü üretim işlemleri sırasında traktör ve su pompası motoru tarafından tüketilen dizel yakıt miktarı ve yakıtın ısıl değerine bağlı olarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$ET_{Dizel} = \frac{(M_{Dizel} \times LHV_{Dizel})}{SM_{FPCM}} \dots \dots \dots (5)$$

Burada;

$$ET_{Dizel} = \text{Üretilen süt için Dizel yakıt enerjisi tüketimi (MJ/kg}_{FPCM}),$$

$$M_{Dizel} = \text{Süt üretimi için Dizel yakıt tüketimi (kg),}$$

$$LHV_{Dizel} = \text{Dizel yakıtının alt ısıl değeri (MJ/kg) ve}$$

$$SM_{FPCM} = \text{Yağı ve proteini düzeltilmiş toplam süt miktarıdır (kg}_{FPCM}).$$

Süt üretim işlemleri sırasında traktör ve su pompası motoru tarafından tüketilen dizel yakıtının alt ısıl değeri $LHV = 44,56$ MJ/kg ($LHV=37,1$ MJ/L / $0,8325$ kg/L) olarak dikkate alınmıştır (IPCC, 2006).

Elektrik Enerjisi Tüketimi

İnek sütü üretiminde elektrik enerjisi tüketimi, üretim işlemleri sırasında kullanılan elektrik motorlarının elektrik tüketimi değerleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu durumda, birim üretilen süt (1 kg_{FPCM}) miktarı için elektrik enerjisi tüketimi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$ET_{Elektrik} = \frac{(M_{Elektrik} \times 3,6)}{SM_{FPCM}} \dots\dots\dots(6)$$

Burada;

$ET_{Elektrik}$ = Üretilen süt için elektrik tüketimi (MJ/kg_{FPCM}),

$M_{Elektrik}$ = Süt üretimi için tüketilen elektrik miktarı (kWh),

3,6 = 1 kWh = 3,6 MJ (kWh/MJ) ve

SM_{FPCM} Yağı ve proteini düzeltilmiş toplam toplam süt miktarıdır (kg_{FPCM}).

Enerji Etkinliğinin Belirlenmesi

İnek sütü üretimine ilişkin enerji kullanım etkinliği, süt üretiminde doğrudan (Dizel+elektrik) enerji tüketimi ve üretim sonucunda elde edilen süt miktarı (kg_{FPCM}) esas alınarak aşağıdaki gibi tanımlanmıştır. Birim üretim değerine (1 kg_{FPCM}) karşılık tüketilen enerji miktarına karşılık gelen enerji etkinliği aşağıdaki eşitlik ile belirlenmiştir.

$$EE = \frac{ET_{dğ}}{SM_{FPCM}} = \frac{MJ}{kg_{FPCM}} \dots\dots\dots(7)$$

Burada;

EE = Süt üretiminde enerji etkinliği (MJ/kg_{FPCM}),

$ET_{dğ}$ = Süt üretimi için doğrudan enerji (elektrik+Dizel) tüketimi (kWh) ve

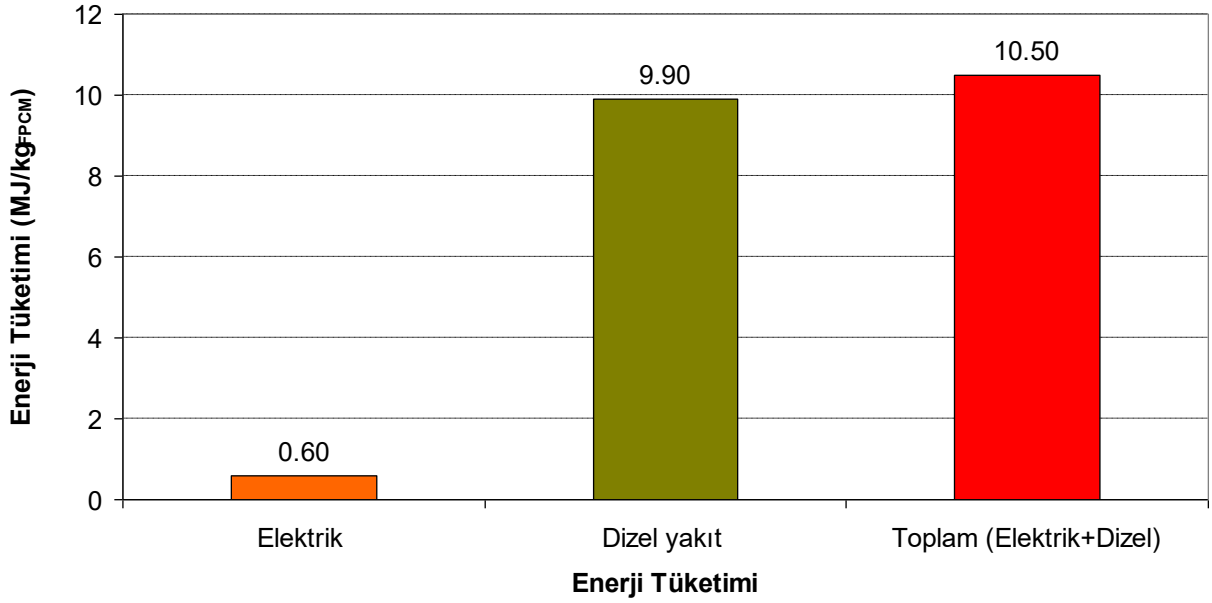
SM_{FPCM} Yağı ve proteini düzeltilmiş toplam toplam süt miktarıdır (kg_{FPCM}).

BULGULAR VE TARTIŞMA

İnek Sütü Üretiminde Enerji Tüketimi

Adana ilinde süt sığırcılığı yapan işletmelerinin günlük ortalama süt üretimi 19,5 L olarak belirlenmiştir. Bir ineğin yıllık süt verimi 305 günlük laktasyon süresinde $19,5 \times 305 = 5947,5$ L olarak hesaplanmıştır. İnek başına yıllık litre (L) olarak süt verimi, yağ ve proteini düzeltilmiş süt olarak 6125,93 kg_{FPCM}/inek-yıl değerine karşılık gelmektedir.

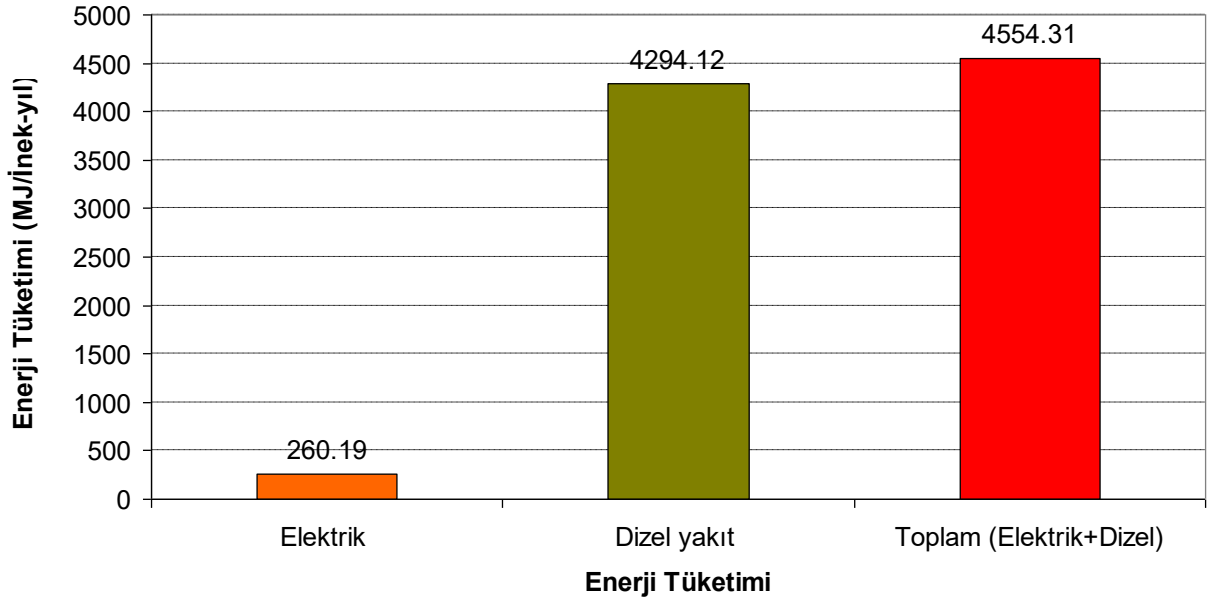
Adana ilinde 1 kg FPCM üretimi için enerji tüketimi değerleri Şekil 1’de verilmiştir. Adana ilinde 1 kg FPCM için toplam 10,5 MJ doğrudan (elektrik+Dizel) enerji tüketilmektedir. Birim (1 kg FPCM) inek sütü üretimi için elektrik tüketimine ilişkin enerji tüketimi 0,60 MJ düzeyinde iken, Dizel yakıt tüketimine ilişkin enerji tüketimi 9,90 MJ düzeyindedir. 1 kg FPCM üretimi için toplam enerji tüketiminin %5,71’ini elektrik tüketimi oluştururken, %94,29’unu Dizel yakıt tüketimi oluşturmaktadır.



Şekil 1. Adana ilinde süt (1 kg_{FPCM}) üretimi için enerji tüketimi değerleri

İnek Başına Enerji Tüketimi

Adana ilinde süt sığırcılığı işletmelerinde süt veren inek başına enerji tüketimi değerleri Şekil 2’de verilmiştir. Adana ilinde süt veren inek başına toplam 4554,31 MJ doğrudan (elektrik+Dizel) enerji tüketilmektedir. Süt veren inek başına elektrik tüketimine ilişkin enerji tüketimi 260,19 MJ düzeyinde iken, Dizel yakıt tüketimine ilişkin enerji tüketimi 4294,12 MJ düzeyindedir. Süt veren inek başına toplam enerji tüketiminin %5,71’ini elektrik tüketimi oluştururken, %94,29’unu Dizel yakıt tüketimi oluşturmaktadır.



Şekil 2. Adana ilinde süt sığırcılığı işletmelerinde süt veren inek başına enerji tüketimi

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, Adana ilinde süt sığırcılığı işletmelerinde doğrudan enerji (elektrik+Dizel) tüketimi ve su tüketimine ilişkin sera gazı (GHG) salımları belirlenmiştir. Adana iline bağlı 15 ilçede toplam 55 süt sığırcılığı işletmecisi ile anket çalışması yapılmış olup, anket uygulanacak işletmeler tabakalı tesadüfî örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir.

Adana ilinde 1 kg yağı ve proteini düzeltilmiş süt (FPCM) için toplam 10,5 MJ doğrudan (elektrik+Dizel) enerji tüketilmektedir. 1 kg FPCM üretimi için toplam enerji tüketiminin %5,71'ini elektrik tüketimi oluştururken, %94,29'unu Dizel yakıt tüketimi oluşturmaktadır.

Adana ilinde süt veren inek başına toplam 4554,31 MJ doğrudan (elektrik+Dizel) enerji tüketilmektedir. Süt veren inek başına elektrik tüketimine ilişkin enerji tüketimi 260,19 MJ düzeyinde iken, Dizel yakıt tüketimine ilişkin enerji tüketimi 4294,12 MJ düzeyindedir. Süt veren inek başına toplam enerji tüketiminin %5,71'ini elektrik tüketimi oluştururken, %94,29'unu Dizel yakıt tüketimi oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

AHTBWMD, (2019). Agriculture and Horticulture Development Board-World Milk Deliveries 2019. Available online: https://dairy.ahdb.org.uk/non_umbraco/download.aspx?media=26233 (accessed on 1 August 2019).

Bruinsma, J.; Alexandratos, N. (2020). World Agriculture towards 2030/2050: The 2012 Revision. Available online: <http://www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf> (accessed on 9 March 2020).

FAO (2006). Food and Agriculture Organization. *Livestock's Long Shadow*; Environmental Issues and Options; Animal Production and Health Division: Rome, Italy, 2006.

FAO (2018). Agricultural Outlook 2018-2027 Dairy and Dairy Products 2018. Available online: <http://www.agrioutlook.org/commodities/Agricultural-Outlook-2018-Dairy.pdf> (accessed on 8 March 2020).

IDF (2009). *Environmental/Ecological Impact of the Dairy sector: Literature Review on a Dairy Products for an Inventory of Key Issues, List of Environmental Initiatives and Influence on the Dairy Sector*; Bulletin of International Dairy Federation: Belgium, 2009; p. 436.

IDF (2010). International Dairy Federation. A Common Carbon Footprint Approach for Dairy, The IDF Guide to Standard Lifecycle Assessment Methodology for the Dairy Sector; Bulletin of International Dairy Federation: Belgium, 2010, p. 445.

IE (2009). Institut de l'Élevage. *Les Consommations D'énergie en Bâtiment D'élevage Laitier*; Repères de Consommations et Pistes D'économies; Collection: Synthèse, Janvier, 2009.

IPCC, (2006). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) "Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2 Energy", Japonya, 2006

Jäkel, K. (2003). *Analyse der Elektroenergieanwendung und Einsparpotentiale am Beispielsächsischer Milchviehanlagen*; Forschungsbericht Agrartechnik; Martin-Luther-Universität: Halle, Germany, 2003; p. 414.

Ludington, D.; Johnson, E. (2003). Dairy Farm Energy Audit Summary. Available online: <https://www.nyserda.ny.gov/-/media/Files/Publications/Research/Energy-Audit-Reports/dairy-farm-energy.pdf> (accessed on 8 March 2020).

Murgia, L.; Todde, G.; Caria, M.; Pazzona, A. (2013). A partial life cycle assessment approach to evaluate the energy intensity and related greenhouse gas emission in dairy farms. *J Agric. Eng.* 2013, 44, e37.

Pulina, G.; Atzori, A.S.; Battacone, G.; Francesconi, A.H.D.; Mele, M.; Ronchi, B.; Stefanon, B.; Sturaro, E.; Trevisi, E. (2012). Italian animal footprint: L'impatto ecologico delle attività zootecniche italiane. *Manag. Delle Util.*

Shine, P., Upton, J., Sefeedpari, P., Murphy, M.D. (2020). Energy Consumption on Dairy Farms: A Review of Monitoring, Prediction Modelling, and Analyses. *Energies* 2020, 13, 1288; doi:10.3390/en13051288.

Sjaunja, L.O.; Baevre, L.; Junkkarinen, L.; Pedersen, J.J.; Setälä, A. (1990). Nordic proposal for an energy corrected milk (ECM) formula. In Proceedings of the 27th Session International Committee for Recording and Productivity of Milk Animals, Paris, France.

ENHANCING THE HEALTH BENEFITS OF HAZELNUT CREAM THROUGH THE INTEGRATION OF GOLDEN NANOTECHNOLOGY: A SYSTEMATICAL NUTRITIONAL ANALYSIS

FINDIK KREMİNİN SAĞLIĞA FAYDALARININ ALTIN NANOTEKNOLOJİNİN ENTEGRASYONU İLE ARTIRILMASI: BİR SİSTEMATİK BESLENME ANALİZİ

Zeynep Birsu ÇİNÇİN

Nisantasi University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Istanbul, Turkey,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6948-5382>

Soner ŞAHİN

Istanbul Nişantaşı University, Department of Neurosurgery, Istanbul, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9391-8088>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: The application of golden nanotechnology has the ability to augment the nutritious composition of hazelnut cream. This implies that targeted constituents, like antioxidants or vitamins, can be administered more efficiently to the body, hence potentially augmenting the health advantages of the hazelnut cream. This study aims to evaluate the utilization of nanotechnology in hazelnut cream food products to showcase the forefront of advancements in food science. **Materials and Methods:** We performed for the SCOPUS database to conduct our literature investigation, employing specific keywords such as hazelnut, golden additives, nanotechnology, hazelnut cream and nutrient technology. We established certain criteria for the selection or exclusion of studies, which included the following: peer-reviewed papers, English language, and special fields. We initially obtained the following information: author, year, study type, sample size and nanotechnology approach employed. Subsequently, we arranged the extracted data into tables to facilitate comparison and analysis. We conducted an examination to identify any potential bias in the research that could influence the results. **Results:** We have identified 75 documents and excluded a total of 58 of them based on our criteria. 36.6% of the studies were recorded in the domain of agricultural and biological sciences, while 12.5% of the studies were recorded in chemistry. Furthermore, 10.7% of the study was recorded in the fields of biochemistry, genetics, and molecular biology, while 8.9% of the studies were recorded in the field of medicine. **Discussion and Conclusion:** The significance of our research is based on its ability to understand the the utilization of golden nanotechnology to enhance the health advantages of hazelnut cream is not solely a scientific and technological pursuit but also encompasses consumer health, food safety, and commercial requirements, hence emphasizing its multifaceted significance.

Key Words: Hazelnut, Golden Additives, Nanotechnology, Preventive Nutrition

ÖZET

Giriş ve Amaç: Altın nanoteknolojinin uygulanması, fındık kremasının besleyici bileşimini artırma yeteneğine sahiptir. Bu durum, antioksidanlar veya vitaminler gibi hedeflenen bileşenlerin vücuda daha verimli bir şekilde uygulanabileceği bu nedenle fındık kremasının sağlık açısından faydalarının potansiyel olarak etkili olabileceğini göstermektedir. Bu çalışma, gıda bilimindeki ilerlemeleri ön plana çıkarmak için fındık kremalı gıda ürünlerinde nanoteknolojinin kullanımını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. **Gereç ve Yöntem:** Fındık, altın katkı maddeleri, nanoteknoloji, fındık kreması ve besin teknolojisi gibi spesifik anahtar kelimeleri kullanarak literatür araştırmamızı gerçekleştirmek için SCOPUS veri tabanı için çalışma yapılmıştır. Çalışmaların seçimi veya hariç tutulması için aşağıdakileri içeren belirli kriterler belirlenmiştir: hakemli makaleler, İngilizce dili ve özel alanlar. Başlangıçta şu bilgileri elde edilmiştir: yazar, yıl, çalışma türü, örneklem büyüklüğü ve kullanılan nanoteknoloji yaklaşımı. Takibinde, karşılaştırma ve analizi kolaylaştırmak için çıkarılan verileri tablolar halinde düzenlenmiştir. Araştırmada sonuçları etkileyebilecek olası yanlışlıkları tespit etmek için bir inceleme yaptık. **Sonuçlar:** 75 belge belirlenmiş ve belirlenen kriterlere göre toplam 58 tanesini hariç tutulmuştur. Çalışmaların %36,6'sı tarım ve biyolojik bilimler alanında, %12,5'i ise kimya alanındadır. Ayrıca çalışmanın %10,7'si biyokimya, genetik ve moleküler biyoloji alanlarında, %8,9'u ise tıp alanındadır. **Tartışma ve Sonuç:** Araştırmamızın önemi, fındık kremasının sağlık açısından faydalarını arttırmak için altın nanoteknolojinin kullanımının yalnızca bilimsel ve teknolojik bir arayış değil aynı zamanda tüketici sağlığı, gıda güvenliği ve ticari gereklilikleri de kapsadığını anlama becerisine dayanmaktadır bu nedenle çok disiplinli çalışmada önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fındık, Altın Besin İlaveleri, Nanoteknoloji, Koruyucu Beslenme

İTHALAT KISKACINDA YAĞLIK AYÇİÇEĞİ ÜRETİMİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ: ARDL SINIR TESTİ YAKLAŞIMI İLE BİR İNCELEME

SUSTAINABILITY OF OILY SUNFLOWER PRODUCTION UNDER THE IMPORTATION STRANGLEHOLD: AN EXAMINATION WITH THE ARDL BOUNDS TESTING APPROACH

Enver KEN

Aydın Adnan Menderes University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of
Agricultural Economics, Aydın, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7472-3883>

Ferit ÇOBANOĞLU

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural
Economics, Aydın, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7706-2993>

ÖZET

Yağlı tohumlu bitkiler, hem insan beslenmesi hem de sanayi açısından oldukça önemli ürünlerdir. Dünya genelinde bitkisel yağ tüketiminin %10-15'i ayçiçeğinden karşılanırken, Türkiye'de bu oran yaklaşık %60 seviyelerindedir. Ancak, Türkiye'de yağlık ayçiçeği üretiminin kendine yeterliliği yıllar itibariyle %60 seviyelerinde kalmıştır. Bu durum, Türkiye'yi ayçiçeği ithalatında lider ülke konumuna getirmiştir. Bu bağlamda, ithalat ile yaşanan döviz kaybının engellenmesi, kaynakların etkin kullanılması, çevre kirliliğinin en aza indirgenmesi, üreticilerin refahının artırılması ve sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlanmasında ilk odak noktalarından birisi üretim alanlarıdır. Bu çalışmada, üreticilerin ekim kararlarını etkileyebilecek faktörler incelenmiştir. Çalışmada kullanılan veriler 2004-2021 yıllarını kapsamakta olup, ARDL Sınır Testi Yaklaşımı ile analiz edilmiştir. Bulgular, uzun dönemde girdi fiyatının %1'lik artışının ekim alanlarını %0,76 oranında azaltacağını göstermiştir. Buna karşılık, ithalat fiyatında ve verim değerinde gerçekleşecek %1'lik artışın yağlık ayçiçeği ekim alanlarını sırasıyla %0,28 ve %0,21 oranında artıracığı saptanmıştır. Çalışmada hata düzeltme katsayısı -1,11 olarak bulunmuş olup, kısa dönemde meydana gelecek bir sapmanın 0,90 (1/1,11) yıl sonra denge seviyesine geri döneceği tespit edilmiştir. Elde edilen tüm katsayılar %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Türkiye'nin kendine yeterliliğini sağladığı sürdürülebilir bir üretim için yağlık ayçiçeği üretiminde verimliliğin artırılması ve fahiş girdi fiyatlarından üreticilerin korunması gerekmektedir. Ayrıca, ithalata dayalı ürünlerde alınacak kararlarda dış ticaret politikalarının dikkate alınması önemlidir. Ek olarak, sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için Türkiye'nin ihtiyaç duyduğu stratejik ürünlerin gözden geçirilerek üretim planlaması ve etkin kaynak kullanımının sağlanması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yağlık Ayçiçeği, ARDL Sınır Testi, İthalat, Kendine Yeterlilik, Sürdürülebilirlik

ABSTRACT

Oilseed plants are significant products both for human nutrition and industry. While 10-15% of vegetable oil consumption worldwide is met by sunflower seeds, this rate is approximately 60% in Turkey. Despite this demand, self-sufficiency in oily sunflower production in Turkey has remained around 60% over the years. This situation has positioned Turkey as a leading country in sunflower seed imports. In this context, one of the primary focal points for preventing currency loss from imports, effectively utilizing resources, minimizing environmental pollution, increasing producers' welfare, and contributing to sustainable development is production areas. This study examines factors that may influence producers' planting decisions. The data used in the study covers the years 2004-2021 and is analysed using the ARDL Bounds Testing Approach. The findings show that a 1% increase in input prices will reduce planting areas by 0.76% in the long run. Conversely, a 1% increase in import prices and yield value will increase oily sunflower planting areas by 0.28% and 0.21%, respectively. The error correction coefficient in the study was found to be -1.11, indicating that a deviation occurring in the short term will return to the equilibrium level after 0.90 (1/1.11) years. All coefficients obtained were statistically significant at the 1% level. Increasing productivity in oily sunflower production and protecting producers from exorbitant input prices are necessary for Turkey to achieve self-sufficiency and ensure sustainable production. Moreover, trade policies should not be disregarded when making decisions regarding imports-dependent products. Additionally, to achieve sustainability, it is essential to review the strategic products Turkey needs, plan production, and ensure efficient resource utilization.

Keywords: Oily Sunflower, ARDL Bounds Testing, Importation, Self-Sufficiency, Sustainability

LEVERAGING AI TOOLS FOR EFFECTIVE MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS (MIS) IN BIG DATA ANALYTICS

MUHAMMAD FAISAL

Ph.D. in AI Scholar – Faculty of Computer Science and Information Technology, Universiti Malaysia Sarawak

ABSTRACT

In the era of big data, Dr Faisal define the harnessing the power of Artificial Intelligence (AI) is imperative for organizations to create robust and effective Management Information Systems (MIS) that empower data-driven decision-making. Here, we'll explore key AI tools, provide relevant programming. AI-powered ETL (Extract, Transform, Load) platforms, data governance and quality management solutions. Python ETL pipelines with libraries like dask or pyspark to efficiently handle large datasets. Cloud-based platforms like Google Cloud Dataflow or Microsoft Azure Data Factory for simplified data ingestion and cleansing. Data governance frameworks like Collibra or Informatica Data Governance ensure data quality and compliance. Reduced data preparation time by 50% to 80% through automation. Improved data quality and consistency, leading to more reliable insights. Interactive dashboards, AI-driven visual discovery platforms, anomaly detection systems. Dashboards built with Plotly or Bokeh for rich and interactive data representation. Tools like Tableau or Power BI with AI-powered insights generation. Anomaly detection frameworks like Isolation Forest or Local Outlier Factor for identifying unusual patterns. Faster identification of actionable insights from complex data. Improved communication and collaboration through data-driven storytelling. Natural Language Processing (NLP) for report generation, Machine Learning (ML) for predictive modeling. Python libraries like pandas and scikit-learn for building predictive models. NLP tools like spaCy or NLTK to automatically generate reports based on insights. Cloud platforms like AWS Sage Maker or Azure Machine Learning for scalable model deployment. Streamlined reporting processes, saving time and resources. More accurate forecasts, enabling proactive decision-making. Recommendation engines, chatbots, knowledge graphs. Recommendation systems built with collaborative filtering or matrix factorization techniques. Chatbots powered by NLP frameworks like Rasa or Dialog flow for automated customer service. Knowledge graphs built with tools like Neo4j or Virtuoso for knowledge representation and inference. Improved operational efficiency and customer satisfaction. Better risk mitigation and problem-solving capabilities. Accenture reports that AI can lead to a 26% revenue uplift and 10% cost reduction across industries. McKinsey Global Institute estimates that AI-driven insights could have a \$3.3 trillion global impact by 2025. A study by MIT Sloan Management Review found that companies using AI analytics outperform their peers by 10% to 20% in profitability. Integration: AI tools should seamlessly integrate with existing MIS architecture. Solutions must be able to handle large and growing datasets. Insights generated by AI should be interpretable for trust and user adoption. Data privacy and security regulations must be adhered to. By carefully selecting and implementing AI tools for each stage of the MIS process, organizations can unlock the true potential of big data, extract valuable insights, and make data-driven decisions for sustainable success.

Keywords: imperative, efficiently, Collibra, pandas, Virtuoso, interpretable, adhered.

EDAPHIC FAUNA INVERTEBRATES FROM PONTO-SARMATIC STEPPES, IN MĂCIN MOUNTAINS NATIONAL PARK, ROMANIA

Minodora Manu

Institute of Biology Bucharest, Department of Ecology, Taxonomy and Nature Conservation.
Romanian Academy Bucharest, Romania
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4372-8208>

Anca Rovena Lăcătușu

National Research & Development Institute for Soil Science, Agrochemistry and
Environment - ICPA Bucharest, Romania
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9724-5837>

Florian Bodescu

Multidimension SRL, Săveni, Ialomița, Romania
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8979-6660>

Roxana Georgiana Nicoară

Institute of Biology Bucharest, Department of Ecology, Taxonomy and Nature Conservation.
Romanian Academy Bucharest, Romania
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8191-5522>

Luiza Silvia Mihai

Institute of Biology Bucharest, Department of Ecology, Taxonomy and Nature Conservation.
Romanian Academy Bucharest, Romania
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7605-971>

Marilena Onete

Institute of Biology Bucharest, Department of Ecology, Taxonomy and Nature Conservation.
Romanian Academy Bucharest, Romania
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1439-9975>

Abstract

Many studies in all over the world demonstrated that the vegetation type influence the structure of soil fauna or vice-versa. The loss of soil fauna would deteriorate the ecosystems functions. The invertebrate decline may contribute to relations between plants and animals, with potential negative consequences for ecosystem services like food provision and soil production. Taking this aspect into account, we consider that the study of soil fauna taxa in some monitoring plots from Măcin Mountains National Park will constitute a new and innovative approach of soil invertebrates' ecology. The main objectives of the present study were to highlight the structural differences of the soil fauna taxa from investigated plots; to characterize the environmental parameters from investigated plots, and to show the different influence of the abiotic parameters on soil fauna taxa. In order to fulfill these objectives some population parameters were analyzed as: taxa diversity, numerical abundance, dominance, evenness, equitability. In order to assess the microclimatic conditions, sixteen environmental variables were quantified, as: the thickness of three soil layers, air temperature and humidity, soil temperature and moisture, soil acidity, soil penetration resistance, amount of organic

carbon, total nitrogen, C/Nt ratio, humus content, potassium content, phosphorous content and the vegetation cover. They had a significant influence on structure composition of the edaphic taxonomic groups.

Keywords: environment, fauna, protected area, soil.

A REVIEW OF MEDICINAL AND THERAPEUTIC USES OF *SPIRULINA* MICROALGA

Dr. Malihe JAHANI

Department of Biology, Shandiz Institute of Higher Education, Mashhad, Iran
ORCID ID: 0000-0003-4755-8258

Dr. Mohammad Reza ZARGARAN KHOUZANI

Department of Plant Genetics and Production Engineering, Khuzestan University of
Agricultural Sciences and Natural Resources, Khuzestan, Iran
ORCID ID: 0000-0002-7947-2240

Dr. Sedighe JAHANI

Department of Biology, Science and Research Branch, Tehran Islamic Azad University,
Tehran, Iran
ORCID ID: 0000-0003-2661-1013

ABSTRACT

Health properties of *Spirulina* microalga include antimicrobial, anti-arthritis, nerve protection, heart protection, anticancer, antibacterial and effective in allergies, stomach ulcers, anemia, heavy metal poisoning and radiation poisoning. *Spirulina* is non-toxic and its fats are in the form of unsaturated fatty acids that do not contain cholesterol, therefore due to the less side effects, it can be used in the treatment of arteriosclerosis and obesity. Natural antioxidant compounds, these compounds can be a good substitute for synthetic antioxidants. Among other effects of this alga, we can mention the prevention of fatty liver and cardiovascular diseases, reduction of serum fat levels, increase of hemoglobin levels, increase of antibodies and macrophage phagocytic function and inhibition of HIV virus progression. *Spirulina* plays a role in the treatment of depression because it is a good source of folic acid, which supports the production of energy and blood cells. By reducing blood cholesterol, it increases the absorption of vital minerals. *Spirulina* is effective in preventing diabetes, because it has low calories and contains large amounts of vitamin B₁ (which improves the metabolism of sugars in the body), vitamin B₂ (which helps burn calories and prevents obesity) and vitamin B₆ (which plays a role in the production of insulin hormone in the body). In addition, *Spirulina* is an alkaline supplement that helps to return the acidic state of the blood to an alkaline state, and that is why *Spirulina* is called as an ideal food product to prevent and improve diabetes. The effect of plants on infectious agents has been the focus of researchers and ordinary people since the past. Today, the discussion of drug resistance and the need of societies to discover new drugs with less side effects and more therapeutic effect is of great interest. Herbal compounds can be used for the treatment of infectious and non-infectious diseases due to having chemical compounds and natural biological active components. Phycocyanin is one of the important proteins in *Spirulina*. The phycocyanin present in *Spirulina* inhibits hydroxy, hydroxyl and peroxy radicals, reduces nitrite production and inhibits lipid peroxidation in liver microsomes; Also, many studies showed that *Spirulina* effectively reduces oxidative stress. Also, this substance is used in the treatment of Parkinson's and Alzheimer's and plays a very important role in the prevention of skin-mucosal cancers and chronic myeloid leukemia in humans. *Spirulina* plays a big role in liver health, people with liver problems usually suffer from potassium deficiency and this alga contains a good amount of potassium that can speed up the healing process. Phycocyanin can be a suitable alternative to chemotherapy drugs with

many side effects in cancer treatment. This protein is used in kidney diseases, blood pressure, central nervous system diseases and skin care drug combinations, whose effects have also been proven. In several observed cases, complete consumption of *Spirulina* or its extract has largely prevented the development of cancer. *Spirulina* has a large amount of phenylalanine, which helps reduce appetite and makes a person able to consume less food, thus preventing obesity. *Spirulina* is also rich in iodine. This combination is essential for the functioning of the thyroid gland and increases the body's metabolism.

Keywords: *Spirulina* microalga, medicinal properties, therapeutic uses, antioxidant, phycocyanin

**THE EFFECT OF SLOW-RELEASING COMPOSITE FERTILIZER ON THE
GRADE QUALITY ELEMENTS IN BLUE GRASS (FESTUCA OVINA L.) UNDER
ECOLOGICAL CONDITIONS**

**İĞDIR EKOLOJİK ŞARTLARINDA MAVİ ÇİMDE (FESTUCA OVINA L.) YAVAŞ
SALINIMLI KOMPOZE GÜBRENİN ÇİM KALİTE UNSURLARI ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Neslihan BALLI

Iğdır University Rectorate, Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-0223-3049>

Ibrahim HOSAFLIOĞLU

Iğdır University Agricultural Faculty Department of Landscape Architecture, Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0455-0515>

ABSTRACT

Festuca ovina L. (Blue grass) which is one of the cool climate grass species's grass performance values were examined under the Iğdır ecological conditions of the species. This study was carried out to determine the effect of slow-release compound fertilizer applied in nine different doses on (12-5-20+2CaO+2MgO) *Festuca ovina* L. (Blue grass) in the vegetation period of 2021 at the trial site of the Faculty of Agriculture of Iğdır University in Iğdır conditions in order to determine the effects on its quality. In the study conducted, 9 different slow-release doses of composite fertilizer one of which was controlled (0-8-16-24-32-40-48-56-64 g/m²) were used as monthly amounts. Type; the ratio of grass cover, leaf width, blue tint, plant diameter and plant height were examined. Analysis of variance of the obtained data and multiple comparison tests of LSD JMP 5.0.1. analysis was performed according to the the statistical package program. At the end of the study, *Festuca ovina* L. the most ideal performance values of its kind were dose in October 56 g/m² slow-release compound fertilizer. These values ranged from %89,00, for decking ratio, 11,93 mm for leaf width, 9,0 scale value for blue tint, 41,50 cm, for ball diameter, 30,23 cm for plant diameter.

Key Words: *Festuca ovina* L., compound fertilizer, grass quality element

ÖZET

Serin iklim çim türlerinden *Festuca ovina* L.(Mavi çim) türünün Iğdır ekolojik şartları altında çim performans değerlerine bakılmıştır. Bu araştırma, dokuz farklı dozda uygulanan yavaş salımlı kompoze gübrenin (12-5-20+2CaO+2MgO) *Festuca ovina* L. (Mavi çim) kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla Iğdır koşullarında Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme sahasında 2021 yılı vejetasyon döneminde yürütülmüştür. Yürütülen çalışmada; biri kontrollü olmak üzere 9 farklı yavaş salımlı kompoze gübre dozu (0-8-16-24-32-40-48-56-64 g/m²) aylık miktar olarak kullanılmıştır. Türde; çim kaplama oranı, yaprak eni, mavi renk tonu, bitki çapı ve bitki boyu incelenmiştir. Elde edilen verilerin varyans analizleri ve LSD çoklu karşılaştırma testleri JMP 5.0.1. istatistik paket programına göre yapılmıştır. Araştırmanın sonunda *Festuca ovina* L. türünün en ideal performans değerleri ekim ayında 56 g/m² yavaş salımlı kompoze gübre dozu olarak bulunmuştur. Bu değerler kaplama oranı için % 89,00, yaprak eni için 11,93 mm, mavi renk tonu için 9,0 skala değeri, yumak çapı için 41,50 cm, bitki boyu için 30,23 cm arasında yer almıştır.

Anahtar Kelimeler: *Festuca ovina* L., kompoze gübre, çim kalite unsurları.

EFFECTS OF DIFFERENT DOSES OF VERMICOMPOST APPLICATIONS ON YIELD AND QUALITY PARAMETERS IN BARLEY

FARKLI DOZLARDA VERMİKOMPOST UYGULAMALARININ ARPADA VERİM VE KALİTE PARAMETRELERİNE ETKİLERİ

Ayten NAMLI

Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition,
Ankara, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1913-2751>

Nihal Ceren ALICI SUNGUR

Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition,
Ankara, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2147-0760>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Turkey is one of the important countries in the world in barley (*Hordeum vulgare L.*) agriculture in terms of both cultivation area and production and consumption amount. The aim of this study was to investigate the effects of vermicompost applied with chemical fertilisers on barley yield and quality parameters and some soil chemical and biological properties. **Materials and Methods:** The study was carried out as a field trial established according to the coincidence plots experimental design. In the experiment, decreasing doses of chemical fertiliser (100%, 75%, 50% and 0%) and increasing doses of vermicompost (0%, 25%, 50% and 100%) were applied over the total nitrogen (N) required for barley cultivation in dry farming in Central Anatolia. **Results:** According to the results obtained from the field trial, the best results for barley yield parameters such as stalk length, spike length, plant height, number of grains per spike and total grain weight were obtained from the treatment in which chemical fertiliser was reduced by 50% and vermicompost was used at 50%. There was a statistically significant difference between the treatments and control at $p < 0.05$ level. Grain nitrogen and protein content, which are barley quality parameters, reached the highest value as a result of the same application. According to the results of soil analyses, vermicompost applications increased total nitrogen content among soil chemical properties. Vermicompost applications also had positive effects on soil respiration and microbial biomass carbon, which are indicators of the activity of soil microorganisms, and a statistically significant difference was determined between the treatments and the control at $p < 0.05$ level. **Discussion and Conclusion:** In this study, vermicompost, which was produced in a controlled manner and freshly used, decreased the dose of chemical fertiliser use and acted as a good soil regulator and provided a significant increase in terms of yield and quality parameters in barley. Vermicompost is a very rich product that not only supports plant growth but also acts as a soil conditioner. Vermicompost use is one of the most effective ways to increase soil organic matter and soil microbial vitality, which are important parameters for sustainable agricultural practices.

Key Words: Vermicompost; Barley, Yield; Sustainable Agriculture

ÖZET

Giriş ve Amaç: Ülkemiz arpa (*Hordeum vulgare L.*) tarımında, hem ekim alanı hem de üretim ve tüketim miktarı açısından dünyada önemli ülkeler arasında yer almaktadır. Bu çalışmanın amacı, arpa tarımında kimyasal gübrelerle birlikte uygulanacak vermikompostun arpa verim ve kalite parametreleri ile bazı toprak kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etkilerinin araştırılmasıdır. **Gereç ve Yöntem:** Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulup tarla denemesi olarak yürütülmüştür. Denemede Orta Anadolu’ da kuru tarımla arpa yetiştiriciliğinde gerekli toplam azot (N) miktarı üzerinden azalan dozlarda kimyasal gübre (%100, %75, %50 ve 0) ile artan dozlarda vermikompost (0, %25, %50 ve %100) uygulamaları yapılmıştır. **Bulgular:** Tarla denemesinden elde edilen sonuçlara göre arpada verim parametrelerinden, sap uzunluğu, başak uzunluğu, bitki boyu, başakta tane sayısı ve toplam tane ağırlığı için en iyi sonuçlar kimyasal gübrenin %50 azaltılarak vermikompostun %50 oranında kullanıldığı uygulamadan elde edilmiştir. Uygulamalar ile kontrol arasında istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli fark belirlenmiştir. Arpa kalite parametrelerinden tane azot ve protein içeriği yine aynı uygulama sonucunda en yüksek değerine ulaşmıştır. Toprak analiz sonuçlarına bakıldığında vermikompost uygulamaları toprak kimyasal özelliklerinden toplam azot içeriğini arttırmıştır. Vermikompost uygulamalarının toprak biyolojik özelliklerinden toprak mikroorganizmalarının aktivitesinin göstergesi olan toprak solunumu ve mikrobiyal biyokütle karbonu üzerinde de olumlu etkileri olduğu görülmüş ve uygulamalar ile kontrol arasında istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli fark belirlenmiştir. **Tartışma ve Sonuç:** Yapılan çalışmada kontrollü üretilmiş ve taze kullanımına dikkat edilmiş vermikompost kimyasal gübre kullanım dozunu azaltmakla birlikte iyi bir toprak düzenleyici görevi görerek arpada verim ve kalite parametreleri açısından önemli düzeyde artış sağlamıştır. Vermikompost bitki gelişimini desteklemesinin yanında toprak düzenleyici olarak da etki gösteren oldukça zengin içerikli bir üründür. Vermikompost kullanımını sürdürülebilir tarım uygulamaları için önemli parametrelerden olan toprak organik maddesi ve toprak mikrobiyal canlılığını arttırmak üzere kullanılacak en etkili yollardan biridir.

Anahtar Kelimeler: Vermikompost; Arpa; Verim; Sürdürülebilir Tarım

BAZI NOHUT GENOTİPLERİNİN CEYLANPINAR KOŞULLARINDA VERİM VE ADAPTASYONLARI

YIELD AND ADAPTATIONS OF CERTAIN CHICKPEA GENOTYPES (*Cicer arietinum* L.) UNDER CEYLANPINAR CONDITIONS

Baş Uzman Ali KOÇ

General Directorate of Agricultural Affairs, Ankara/Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8744-5939>

Doç. Dr. Hakkı AKDENİZ

Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 7600-Iğdır
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5806-5710>

Ziraat Mühendisi Yunus Emre KOÇ

Department of Life and Food Sciences, Graduate School of Science and Technology,
Niigata University, Niigata 950-2181, Japan
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-5568-8531>

Bu araştırma 1997/1998 yılında, 20 adet nohut genotipi Ceylanpınar ekolojik koşullarındaki verim ve verim kamyonetlerini belirlenmesi amacı ile tesadüf blokları deneme deseninde göre ve üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Genotipler arasındaki başta verim olmak üzere birçok parametre arasında önemli istatistikî farklılıklar tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan genotipler ait bir yıllık sonuçlara göre, bitki boyu 38.2-56.3 cm, bitkide bakla sayısı 16.3-26.3 adet, bitkide en alt bakla yüksekliği 16.0-34.0 cm, 100 tane ağırlığı 22.6.0-45.3 g, tane verimi 56.6-184.5 kg/da, olarak bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda en yüksek verim AkN964/113 genotipi ve ile Damla-89 çeşidinde elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nohut, Verim, Kalite, Ceylanpınar.

ABSTRACT

This research was conducted with the aim of determining the yield and yield components of 20 chickpea genotypes under Ceylanpınar ecological conditions, using a randomized complete block design with three replications during the 1997/1998 period.

Significant statistically differences were determined among genotypes, especially in respect of yield and various parameters. The plant height ranged from 38.2 to 56.3 cm, the number of pods per plant with 16.3 to 26.3, the lowest pod height on the plant with 16.0 to 34.0 cm, 100-seed weight with 22.6 to 45.3 g, and grain yield with 56.6 to 184.5 kg/ha. Based on the one-year results for the genotypes used in the study. Consequently, the highest yield was obtained with the AkN964/113 genotype and the Damla-89 variety according to the results of the study.

Keywords: Chickpea, Yield, Quality, Ceylanpınar.

**EFFECT OF PROVENANCE ON LEAF MORPHOLOGICAL TRAITS AND
SECONDARY METABOLITE LEVELS IN LEAF EXTRACTS OF MYRTLE
(*MYRTUS COMMUNIS* L.) IN MOROCCO**

Nora SALIM

Sultan Moulay Slimane University, Environmental, Ecological and Agro-Industrial
Engineering Laboratory, Department of Life Sciences, Faculty of Science and Technology,
Beni-Mellal, Morocco.

Jamal AABDOUSSE

Higher School of Technology Fkih Ben Salah, Sultan Moulay Slimane University, Tighnari
District, National Route N11 from Casablanca, Fkih Ben Salah, PB. 336, Morocco.

Ilias OUSSIF

Sultan Moulay Slimane University, Environmental, Ecological and Agro-Industrial
Engineering Laboratory, Department of Life Sciences, Faculty of Science and Technology,
Beni-Mellal, Morocco

Noureddine HAMAMOUCHE

*Biotechnology and Plant Physiology Laboratory, Department of Biology, Faculty of Science,
Mohammed V University, Rabat.*

Nadya WAHID

Sultan Moulay Slimane University, Environmental, Ecological and Agro-Industrial
Engineering Laboratory, Department of Life Sciences, Faculty of Science and Technology,
Beni-Mellal, Morocco

Abstract

Common myrtle (*Myrtus communis* L.) is an aromatic and medicinal plant widely used and sought after, particularly in the Mediterranean region, due to the beneficial properties of its secondary metabolites. In ethnobotany, it is highly recommended for addressing human health issues. We examined the variation in morphological traits and secondary compound levels in the leaves in relation to provenance effects. Samples of myrtle from different geographically distinct areas were measured, ground, and analysed for polyphenols, flavonoids, condensed tannins, and antioxidant activity using the DPPH test.

We observed variance among populations in terms of morphological traits and levels of secondary compounds (polyphenols, flavonoids, condensed tannins, and reducing power). Correlations between certain studied traits and environmental conditions were recorded. Leaf size and methanolic leaf extract yields from Moroccan myrtle were good criteria for natural population selection. Precipitation, temperature, and altitude were determinants of variation in leaf morphological traits, extract yield, and their polyphenolic, tannin, and flavonoid compounds.

Based on the studied traits, three major groups were identified with more or less clear geographical affiliations. The IZA population from the Western Rif and GHA from the Pre-Rif formed a separate group from the other populations, characterized by the highest extract yields. The BRA population from the central plateau formed a distinct isolated group from the others. This population, which recorded low annual rainfall values, was the richest in tannins with relatively high levels of polyphenols and flavonoids compared to other populations. The geographical structure of the third group is mixed, including the IKA and AGH (Pre-Rif) populations, BS and RAB from the Central Plateau, and BT from the Western Rif.

Keywords: *Myrtus communis* L., leaf morphology, leaf extract yield, phenolic compounds, antioxidant activity, provenance effect.

OPTIMIZING CLOUD-ENABLED CULTIVATION WITH DEEP LEARNING

Abhishek Pandey

PhD. Research Scholar, SCSVMV University, Kanchipuram (Tamil Nadu)

Dr. V. Ramesh

Assistant Professor, SCSVMV University, Kanchipuram (Tamil Nadu)

Abstract

As modern agriculture increasingly relies on data from various sources to understand crop, soil, and environmental conditions, the industry is transitioning towards a more data-driven approach. Despite initial resistance, the concept of "smart farms" is gaining traction, utilizing time-series data and IoT technologies to leverage environmental and historical information. Recent advancements in deep learning, previously successful in tasks like voice and image recognition, present opportunities for optimizing agricultural resource utilization such as water, fertilizers, and pesticides. This study aims to explore the potential of deep learning algorithms in optimizing agricultural resource management by analysing cloud data for crop development trends. The study focuses on real-world tasks like predicting harvests and correcting missing or inaccurate sensor data. It compares various machine learning algorithms to determine the most effective approaches for resource optimization. The findings illustrate the potential for innovation in meeting the demands of businesses seeking optimized and sustainable agricultural practices. Investments in technology, expertise, and skilled personnel are highlighted as essential for realizing these benefits. Utilizing novel deep learning techniques can lead to improved accuracy and faster inference times, with practical applications benefiting from these models. The study suggests future directions for research in this field.

Keywords: Deep Learning, Machine Learning, Smart Farming, Cloud Computing, Precision Agriculture, Big Data.

ORGANİK TARIM

ORGANIC FARMING

Mastr Fize Kazımova

Naxçıvan Devlet Üniversitesi, Bioloji öğretim metodolojisi

ORCID ID:0773248525

ÖZET

Her şeyin başlangıcı tohumla başlar. Hep akla gelen bir soruyla başlamak istedim. Önce tarımmı, yoksa yerleşimmi var oldu? Toplumlar tarımın geçim ekonomisine dahiliyyetinden önce yerleşik hayata başladılar. Yiyecekler çoğaldıkça yerleşik hayata adapte oldular. Bu yolda insanlık çok şey kazandı. Kültüre alınmış ekinler, evcilleştirilmiş hayvanlar , neolit döneme uzanan bir sürü ekin icatları. Günümüz insanı hareketli, avcı-toplayıcı göçmen yaşamlarını bırakıp büyük yerleşimlere yöneldi. Toprakdan tarımdan uzaklaştı. Tarıma geçiş dünyanın farklı noktalarında bir-birinden bağımsız olarak başladı. Mesela orta amerikadaki insanlar mısır ve fasulyeyi, orta doğudaki buğday ve bezelye tarımından hiç haberleri yokken evcilleştirdi. Buğday ilk olarak mezopotomiyadan dünyaya yayıldı. Anadolu kültürlerin sentezlendiği, buluşduğu, uygarlıkların yayıldığı, eşi benzeri olmayan bir bölgedir. Dünyada 3 önemli kültür bitkisi vardır. Buğday, mısır, çeltik. Şehirlerdeki rahatlık arttıkça köylerden kentlere göç tetiklendi. Köylerde nüfus azaldığı için tarım ve hayvancılıkta da azalma oldu. Sanayileşmiş tarım ön plana çıktı.Fakat zaman geçtikçe bu tarımın insan sağlığını tehdit etmeyi ortaya konulunca insanlar organik tarıma geçiş yaptı. Sanayileşmiş tarımda kullanılan kimyasallar beinlerin can damarı olan toprağa , insan sağlığına olumsuz etki ediyor. Organik tarımın amacı insanları doyurmaktan önce, doğal kaynakları korumaktır. Organik tarımın talep etmeyi bazı faktörler var.

1.organik tarımın asıl amacı doğal kaynakları sorumlu bir şekilde kullanmak.

2.Ekolojik dengelere sahip çıkmak, bioçeşitliliyi korumak.

3.toprağın çeşitliliğini artırmak, su kalitesini korumak.

Organik tarım organik ve yeşil gübrelemeyi, ekin rotasyonunu , toprağın korumasını, bitkilerin zararlılara ve hastalığa karşı direncini artırma için önemli yöntemdir.

ANAHTAR KELİMELELER. Tohum, toprak, organik tarım, hibrid tohum, sağlıklı beslenme ORGANIC FARMING .

ABSTRACT

The beginning of everything begins with a seed. I wanted to start with a question that always comes to mind. Did agriculture or settlement come into existence first? Societies started settled life before agriculture was included in the subsistence economy. As food increased, they adapted to settled life. Humanity has gained a lot on this path. Cultivated crops, domesticated animals, many crop inventions dating back to the Neolithic period. Today's people abandoned their mobile, hunter-gatherer nomadic lives and turned to large settlements. He moved away from the land and agriculture. The transition to agriculture began independently of each other in different parts of the world. For example, people in Central America domesticated corn and beans without having any knowledge of the cultivation of wheat and peas in the Middle East. Wheat first spread to the world from Mesopotamia. Anatolia is a unique region where cultures synthesize and meet and civilizations spread. There are three important cultivated plants in the world. Wheat, corn, paddy. As the comfort in cities increased, migration from villages to cities was triggered. influence in villages As it decreased, there was also a decrease in agriculture and animal husbandry. Industrialized agriculture came to the fore. However, as time passed, it was revealed that this agriculture threatened human health, and people switched to organic agriculture. The chemicals used in industrialized agriculture have a negative impact on the soil, which is the lifeblood of the brain, and on human health. The aim of organic agriculture is to protect natural resources before feeding people. There are some factors that organic farming demands.

1. The main purpose of organic agriculture is to use natural resources responsibly.
2. To protect ecological balances and protect biodiversity.
3. Increasing soil diversity and protecting water quality.

Organic farming is an important method for increasing organic and green fertilization, crop rotation, soil protection, and the resistance of plants to pests and diseases

KEYWORDS. Seed, soil, organic agriculture, hybrid seed, healthy nutrition

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF SUSTAINABLE AGRICULTURE ARTICLES

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM MAKALELERİNİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

Elvan KOÇ

Artvin Çoruh University, Yusufeli Vocational School, Plant Protection, Artvin, Turkey
ORCID ID:0000-0002-9225-4336

ABSTRACT

With the increase in the world population, the need for agricultural products has increased. Accordingly, input-intensive agricultural practices have gained importance in agricultural production areas. However, rapid change based on intensive input use in agriculture has also led to the emergence of important environmental problems arising from conventional agriculture. These problems brought to the agenda with conventional agriculture have revealed the concept of sustainable agriculture, which uses agricultural production techniques that do not harm the environment and protect natural resources for future generations. Sustainable agriculture states that there is a balanced relationship between agriculture and the environment. For this reason, it requires that natural resources be managed in a way that will provide benefits in the future. As the issue of sustainable agriculture has gained importance in the world, there has been an increase in the number of scientific studies on this subject. In addition to studies conceptually presenting the definition, principles and development of sustainable agriculture in the world, the number of studies dealing with sustainable agriculture with its social, economic and environmental effects has also increased. In this study, it is aimed to examine the articles published in the international field literature between 2020 - 2024 on the subject of sustainable agriculture within the scope of certain parameters. In the study, parameters such as the year of publication of the article, the journal in which it was published, the keyword used, the collaboration networks of the countries, the distribution of the articles by country, and the three-area diagram were used. In line with these parameters, 3,061 articles on sustainable agriculture from Web of Science (WOS) and Scopus database were examined with the bibliometric analysis method. VOSviewer and RStudio programs developed for the bibliometric analysis method were used in the research. As a result of the analysis, it was determined that the most articles on sustainable agriculture were written in 2023, the most articles were published in Agronomy magazine, the most used keyword was Sustainable Agriculture, and the country with the most cooperation and the most articles among countries was China.

Key Words: Sustainability, Agriculture, Vosviewer, Web of Science

ÖZET

Dünya nüfusundaki artışla birlikte, tarım ürünlerine olan ihtiyaçta artmıştır. Buna bağlı olarak tarımsal üretim alanlarında yoğun girdili tarımsal uygulamalar önem kazanmıştır. Ancak tarımda yoğun girdi kullanımına dayanan hızlı değişim, konvansiyonel tarımdan kaynaklanan önemli çevresel sorunların da ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Konvansiyonel tarımla gündeme gelen bu sorunlar, gelecek nesiller için çevreye zarar vermeyen ve doğal kaynakları koruyan tarımsal üretim tekniklerinin kullanıldığı sürdürülebilir tarım anlayışını ortaya çıkarmıştır. Sürdürülebilir tarım, tarım ve çevre arasında dengeli bir ilişki olduğunu ifade etmektedir. Bu sebeple doğal kaynakların gelecekte de yarar sağlayacak şekilde yönetilmesini zorunlu kılmaktadır. Sürdürülebilir tarım konusunun dünyada önem kazanmasıyla birlikte, bu konu ile ilgili yapılan bilimsel çalışmaların sayısında artış olmuştur. Sürdürülebilir tarımın tanımını, ilkelerini ve dünyadaki gelişimini kavramsal olarak ortaya koyan çalışmaların yanı sıra, sürdürülebilir tarımı sosyal, ekonomik ve çevresel etkileriyle konu alan çalışmaların sayısı da artmıştır. Bu çalışmada sürdürülebilir tarım konusu ile ilgili 2020-2024 yılları arasında uluslararası alan yazınında yayınlanan makalelerin belirli parametreler kapsamında incelenmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada, makalenin yayınlanma yılı, yayımlandığı dergi, kullanılan anahtar kelime, ülkelerin iş birliği ağları, Makalelerin ülkelere göre dağılımı, Üç alan diyagramı gibi parametreler kullanılmıştır. Bu parametreler doğrultusunda Web of Science (WOS) ve Scopus veri tabanından sürdürülebilir tarım ile ilgili 3.061 makale bibliyometrik analiz yöntemi ile incelenmiştir. Araştırmada bibliyometrik analiz yöntemi için geliştirilen VOSviewer ve RStadio programı kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda sürdürülebilir tarım ile ilgili en çok makalenin 2023 yılında yazıldığı, en fazla makalenin Agronomy dergisinde yayımlandığı, en çok kullanılan anahtar kelime Sustainable Agriculture, ülkeler arasında en fazla iş birliği ve en fazla makale yapan ülkenin Çin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Tarım, Vosviewer, Web of Science

COMPARISON OF PHENOLOGICAL AND POMOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DİRLİŞ AND CHANDLER WALNUT VARIETIES

DİRLİŞ VE CHANDLER CEVİZ ÇEŞİDİNİN FENOLOJİK VE POMOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Mehmet SÜTYEMEZ

Kahramanmaraş sutcu Imam University, Faculty of Agriculturea, Department of
Horticulturea Kahramanmaraş, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0417-6495>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: This study was carried out in the Sekamer walnut breeding and application areas of Kahramanmaraş Sütçü İmam University between 2022-2023. The research was carried out to determine and compare the phenological and pomological characteristics of the Diriliş variety, Turkey's first hybrid walnut variety, and the Chandler variety of American origin.

Materials and Methods: The study was carried out on 10 trees, 11 years old, belonging to the same two varieties. Phenological and pomological characteristics of the varieties were recorded according to UPOV criteria.

Results: It was observed that the Diriliş variety started to develop its first leaves 4 days after the Chandler variety. While it was determined that the harvest time started 20 days earlier in the Diriliş variety compared to the Chandler variety, it was observed that the first defoliation period started 28 days earlier. In terms of characteristics such as fruit weight and kernel ratio, Diriliş variety had values of 13.5-15g, 7-7.9g, and 51-54%, respectively, while Chandler variety had values of 12-13g, 5.5-6g and 47-49%.

Discussion and Conclusion: It has been determined that the Diriliş variety has superior characteristics in terms of plant and fruit quality criteria compared to the Chandler variety, which is the most grown in the world.

Key Words: walnut, breeding, cultivar, Diriliş, chandler

ÖZET

Giriş ve Amaç: Bu çalışma, 2022-2023 yılları arasında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sekamer ceviz ıslah ve uygulama alanlarında yürütülmüştür. Araştırma, Türkiye'nin ilk melez ceviz çeşidi olan Diriliş çeşidi ile Amerikan orjinli Chandler çeşidinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi karşılaştırılması amacıyla yapılmıştır.

Gereç ve Yöntem: Çalışma aynı her iki çeşide ait 11 yaşlarındaki 10' ar ağaç üzerinde yürütülmüştür. Çeşitlerin fenolojik ve pomolojik özellikleri UPOV kriterlerine göre kayıt altına alınmıştır.

Bulgular: Diriliş çeşidinin Chandler çeşidinden 4 gün sonra ilk yapraklanmaya başladığı gözlenmiştir. Diriliş çeşidinde hasat zamanının Chandler çeşidine göre 20 gün önce başladığı belirlenirken, ilk yaprak döküm periyodunun ise 28 gün önce başladığı gözlenmiştir. Meyve ağırlığı iç ağırlığı ve iç oranı gibi özellikler yönünden Diriliş çeşidi sırasıyla 13.5-15g, 7-7.9 g, ve %51-54 değerlerine sahip olurken, Chandler çeşidinin 12-13g, 5.5-6g ve %47-49 değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Tartışma ve Sonuç: Diriliş çeşidinin, Dünyada en fazla yetiştiriciliği yapılan Chandler çeşidine göre, bitkisel ve meyve kalite kriterleri yönünden daha üstün özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Islah, Ceviz, Çeşit, Diriliş, Chandler

SYSTEMATIC ANALYSIS AND DISTRIBUTION ZONES OF SPECIES INCLUDED
IN THE GENUS *SCLERANTHUS* L. IN THE FLORA OF NAKHCHIVAN
AUTONOMOUS REPUBLIC

NAHÇIVAN ÖZERK CUMHURİYETİ FLORASINDA *SCLERANTHUS* L.
CİNSİNDE BULUNAN TÜRLERİN SİSTEMATİK ANALİZİ VE
DAĞILIM BÖLGELERİ

ENZALA NOVRUZOVA

Nakhchivan State University, Faculty of Natural Sciences and Agriculture, Department of
Biology, Nakhchivan, Azerbaijan
ORCID ID: 0009-0003-3547-6025

ABSTRACT

Introduction and Purpose: The ecological and geographical position of the Nakhchivan Autonomous Republic creates conditions for the flora of the area to have a rich biodiversity. Among the plants distributed in the territory of the autonomous republic, we can mention the species of the genus *Scleranthus* L. The species included in the genus are annual and biennial herbs that grow in stony-rocky, sandy, arid areas, along rivers and roadsides from the low to mid-mountain belt. Some species are also found as weeds in cultivated fields. Out of 10 species of *Scleranthus* L. genus distributed in Europe, North Africa, Western Asia and Australia, 3 species are distributed in Azerbaijan and 2 species are distributed in Nakhchivan Autonomous Republic.

Material and Methods: In the conducted research, species belonging to the genus *Scleranthus* L. collected by us during expeditions in the territory of the Nakhchivan Autonomous Republic were taken as material.

The species of the genus *Scleranthus* L. included in the flora of the autonomous republic were determined based on the works of A.A.Grossheym "Flora Caucasus" and A.M.Asgarov "Plants of Azerbaijan". The last additions and changes in the systematic composition of species were made according to the APG IV (2023) system based on the researches of T.H.Talibov and E.M.Gurbanov.

Result: As a result of our research during 2018-2023 and based on literature data, it was determined that 2 species (*Scleranthus polycarpus* L., *Scleranthus uncinatus* Schur) of the genus *Scleranthus* L. are distributed in the territory of the Nakhchivan Autonomous Republic. The species *Scleranthus polycarpus* L. was collected from the stony and gravelly rocky area around the villages of Pazmari of Ordubad district and Kolani of Shahbuz district, and the herbariums were prepared and handed over to the Herbarium funds of the Institute of Bioresources of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan and Nakhchivan State University. The species is included in the Atlantic-Mediterranean irradiated geographic type.

The species *Scleranthus uncinatus* Schur was collected from Nahajir of Babek region, Chalkhangala villages of Kangarli region and around of Garagush mountain. The species is included in the North Mediterranean - Central Asian geographical type.

Discussion and Conclusion: During the study, the taxonomic spectrum of the species included in the genus *Scleranthus* L. was determined in the territory of Nakhchivan AR. It was determined that *Scleranthus polycarpus* L. and *Scleranthus uncinatus* Schur species, which are part of the genus, are common in the local flora from the low to upper mountain belt. The biological characteristics of the species were studied according to the place of their distribution, and the determination was made. *Scleranthus polycarpus* L. and *Scleranthus uncinatus* Schur species were analyzed by areological analysis and their geographical types

were determined. Thus, the species *Scleranthus polycarpus* L. is included in the Mediterranean irradiated geographic type, and the species *Scleranthus uncinatus* Schur is included in the Northern Mediterranean - Central Asian geographic type.

Key Words: *Scleranthus* L., genus, species, areological analysis

ÖZET

Giriş ve Amaç: Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin ekolojik ve coğrafi konumu, bölgenin florasının zengin bir biyolojik çeşitliliğe sahip olması için koşullar yaratmaktadır. Özerk cumhuriyet topraklarında dağıtılan bitkiler arasında *Scleranthus* L. cinsinin türlerini sayabiliriz. Cinsin dahil olan türler, taşlı-kayalık, kumlu, kurak alanlarda, nehirler ve yol kenarları boyunca yetişen tek ve iki yıllık bitkilerdir. alçaktan orta dağ kuşağına kadar. Bazı türlere ekili tarlalarda yabancı ot olarak da rastlanır. *Scleranthus* L. cinsinin Avrupa, Kuzey Afrika, Batı Asya ve Avustralya'da yayılış gösteren 10 türünden 3 türü Azerbaycan'da, 2 türü ise Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nde yayılış göstermektedir.

Gereç ve Yöntemler: Yapılan araştırmada materyal olarak Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti topraklarında yaptığımız keşif gezileri sırasında tarafımızdan toplanan *Scleranthus* L. cinsine ait türler alınmıştır.

Özerk cumhuriyetin florasında yer alan *Scleranthus* L. cinsinin türleri, A.A.Grossheym "Flora Caucasus" ve A.M.Asgarov'un "Azerbaycan Bitkiler Alemi" çalışmalarına dayanılarak belirlendi. Türlerin sistematik kompozisyonundaki son eklemeler ve değişiklikler T.H.Talibov ve E.M.Gurbanov'un araştırmalarına dayanan APG IV (2023) sistemine göre yapılmıştır.

Sonuç: 2018-2023 yılları arasında yaptığımız araştırma sonucunda ve literatür verilerine dayanarak *Scleranthus* L. cinsine ait 2 türün (*Scleranthus polycarpus* L., *Scleranthus uncinatus* Schur) Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti topraklarında yayılış gösterdiği tespit edilmiştir.

Ordubad ilçesine bağlı Pazmari ve Şahbuz ilçesine bağlı Kolani köyleri civarındaki taşlık ve çakıllı kayalık alandan *Scleranthus polycarpus* L. türü toplanmış, herbaryumlar hazırlanarak Bakanlık Biyolojik Kaynaklar Enstitüsü Herbaryum fonuna teslim edilmiştir. Azerbaycan Cumhuriyeti Bilim ve Eğitim ve Nahçıvan Devlet Üniversitesi. Tür Atlantik-Akdeniz ışınlanmış coğrafi tipe yer almaktadır.

Scleranthus uncinatus Schur türü Babek bölgesinin Nahajir'inden, Kangarlı bölgesinin Chalkhangala köylerinden ve Garaguş dağı çevresinden toplanmıştır. Tür, Kuzey Akdeniz - Orta Asya coğrafi tipine dahildir.

Tartışma ve Sonuç: Çalışma sırasında Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti arazilerinde *Scleranthus* L. cinsine dahil olan türlerin taksonomik spektrumu belirlenmiştir. Cinsin bir parçası olan *Scleranthus polycarpus* L. ve *Scleranthus uncinatus* Schur türlerinin alçak dağ kuşağından yukarıya kadar yerel florada yaygın olduğu belirlendi. Türün biyolojik özellikleri yayılış yerlerine göre incelenerek tespitler yapılmıştır. *Scleranthus polycarpus* L. ve *Scleranthus uncinatus* Schur türlerinin areolojik analizleri yapılarak coğrafi tipleri belirlenmiştir. Böylece *Scleranthus polycarpus* L. türü Akdeniz ışınlanmış coğrafi tipe, *Scleranthus uncinatus* Schur türü ise Kuzey Akdeniz - Orta Asya coğrafi tipine dahil edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Scleranthus* L., cins, tür, areolojik analiz

ANALYSIS RESULTS OF 82 YEARS (1940-2021) METEOROLOGICAL DATA OF IĞDIR PROVINCE REGARDING GLOBAL CLIMATE CHANGE

IĞDIR İLİNE AİT 82 YILLIK (1940-2021) METEOROLOJİK VERİLERİN KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE İLGİLİ ANALİZ SONUÇLARI

Mehmet Kâzım KARA

Iğdır University, Agricultural Faculty, Zootechnics Department, Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4926-6881>

Mücahit KARAOĞLU

Iğdır University, Agricultural Faculty, Soil Science and Plant Nutrition Department,
Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

ABSTRACT

Climate is the average of weather or meteorological events (temperature, precipitation, relative humidity, wind, etc.) in a place over a long period (ideally at least 30 years). Climate is a very important data source for a region. Global climate change is the permanent, that is, long-term and statistically significant differences in the averages of climate parameters of a region for which meteorological data have been obtained for many years. Global Climate change and Global Warming are confused with each other. Climate change is the main topic and global warming is a sub-heading of climate change. Climate change scenarios and studies based on meteorological data, which started in the 19th century and continue to increase until today, are of great importance in revealing Global Climate Change. For the same purpose, in this study conducted for Iğdır province, for the last 82 years (1940-2021) annual total precipitation, average temperature and average humidity values were analysed. For Logistic Regression Analysis, the years 1990, 1994 and 2000 were accepted as estimated turning points, and meteorological data were divided into two periods according to the turning points. According to the results of Logistic Regression Analysis, the models obtained are insignificant for the 1990 year ($p>0.05$) and the percentage of climate data explaining the period is $R^2=0.80$. Although significant for the year 2000 ($p<0.01$), it was low as $R^2=0.61$. It was found to be significant ($p<0.05$) and high as $R^2=0.93$ for the 1994 turning year. According to the results of the Discriminant Analysis applied for three periods as 1941-1966, 1967-1993 and 1994-2021, the separation was less in the first two periods, and the separation was significantly higher in the 1994-2021 period. As a result of this study conducted in Iğdır province, it is possible to say that 1994 can be considered a turning point for global climate change due to the significant temperature increase seen especially in 1994 and after. It is envisaged that it would be useful to investigate the year 1994 in terms of Carbon Emission.

Key words: Global Climate Change, Global Warming, Logistic Regression Analysis, Discriminant Analysis.

ÖZET

İklim, bir yerdeki meteorolojik ya da hava olaylarının (sıcak, yağış, nem, rüzgâr vb.) uzun bir döneme (ideal olarak en az 30 yıl) ait ortalamasıdır. İklim, bir bölge için çok önemli bir veri kaynağıdır. Küresel İklim değişikliği, uzun yıllar meteorolojik verileri elde edilen bir bölgeye ait iklim parametrelerinin ortalamalarındaki kalıcı, yani uzun dönem ve istatistiksel olarak anlamlı farklılıklardır. Küresel İklim değişikliği ile Küresel Isınma birbirine karıştırılmaktadır. Aslında iklim değişikliği ana başlık, küresel ısınma ise iklim değişikliğinin bir alt başlığıdır. XIX. Yüzyılda başlayıp artarak günümüze kadar devam eden, meteorolojik verilere bağlı, iklim değişikliği senaryoları ve çalışmaları, Küresel İklim Değişikliğini ortaya koymak adına büyük önem arz etmektedir. Aynı amaçla, Iğdır ili için yapılan bu çalışmada, son 82 yıla (1940-2021) ait; yıllık toplam yağış, ortalama sıcaklık ve ortalama nem değerleri analiz edilmiştir. Lojistik Regresyon Analizi için 1990, 1994 ve 2000 yılları tahmini dönüm noktaları olarak kabul edilmiş ve meteorolojik veriler bu dönüm noktalarına göre ikiye bölünmüş ve ayrılmıştır. Bu dönemler için uygulanan Lojistik Regresyon Analizi sonuçlarına göre elde edilen modeller, dönüm noktası olarak alınmış olan 1990 yılı için anlamsız ($p>0.05$) ve iklim verilerinin dönemleri açıklama yüzdesi; $R^2=0.80$ olarak bulunmuştur. 2000 yılı için anlamlı olmakla beraber ($p<0.01$), $R^2=0.61$ olarak düşük çıkmıştır. 1994 yılı için anlamlı ($p<0.05$) ve $R^2=0.93$ olarak yüksek bulunmuştur. 1941-1966, 1967-1993 ve 1994-2021 olmak üzere üç dönem için uygulanan Diskriminant Analizi sonuçlarına göre ilk iki dönemde ayrışma daha az, 1994-2021 döneminde ise ayrışma önemli ölçüde yüksek olmuştur. Ortaya çıkan bu sonuçlara göre, küresel iklim değişikliği için 1994 ve sonrası dönemde belirgin olarak görülen sıcaklık artışı da dikkate alınarak, küresel ısınma adına 1994 yılının milat sayılabileceğini söylemek mümkündür. 1994 yılının Karbon Salınımı açısından araştırılmasının da yararlı olacağı öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: Küresel İklim Değişikliği, Küresel Isınma, Lojistik Regresyon Analizi, Diskriminant Analizi.

SOIL DEGRADATION IN THE UNITED PROVINCES DURING THE NINETEENTH CENTURY

ON DOKUZUNCU YÜZYILDA BİRLEŞİK EYALETLERDE TOPRAK BOZULMASI

Dr. Nikhil Gangwar

Yardımcı Doçent, Tarih Bölümü, Daulat Ram Koleji, Delhi Üniversitesi

<https://orcid.org/0000-0002-9756-5192>

Özet

Toprak, ekim için gerekli temel faktörlerden biridir. Toprağın gelişimi, oluşumu ve erozyonu jeomorfik ve antropojenik etkenlerle ilişkili bir süreçtir. Artan antropojenik müdahale nedeniyle toprak erozyonu zamanla bir sorun haline geldi. Hindistan'daki sömürge yönetimi bu süreçte bir dönüm noktası oldu. Bu makale Ondokuzuncu Yüzyıl Birleşik Eyaletlerindeki (şu anda Hindistan'da Uttar Pradesh olarak biliniyor) toprak erozyonunun tarihsel bağlamını tartışmaktadır. Bu bölge bu dönemde ekim düzeni ve uygulamalarında önemli değişikliklere tanık oldu. Bu makale toprak erozyonunun nedenlerini ve çalışma alanındaki tarım toplumu üzerindeki etkilerini ele almaktadır.

Anahtar Kelimeler: toprak, ekim, erozyon, birleşmiş eyaletler

Abstract

Soil is one of basic factors required for cultivation. Development, making and erosion of soil is a process associated with geomorphic and anthropogenic agents. Due to increased anthropogenic interference soil erosion has become a problem over the period of time. The Colonial rule in India has been a turning in this process. This paper discusses the historical context of soil erosion in the Nineteenth Century United Provinces (currently known as Uttar Pradesh in India). This region witnessed significant changes in cultivation pattern and practices during this period. This paper deals with the causes of soil erosion, its impacts on the agrarian society of the study area.

Keywords: soil, cultivation, erosion, united provinces

REMOVAL OF NITROGEN AND PHOSPHORUS FROM SYNTHETIC WASTEWATER BY THE ENCAPSULATION OF YEAST IN ALGINATE

Nur Atiqah Thowus
Science University MALAYSIA

ABSTRACT

Introduction and purpose: Nitrogen and phosphorus concentration in wastewater is a global concern since it potentially harm to the environment if presence in excessive amount. Sodium alginate beads can be really helpful in removing pollutants from wastewater. Some modifications to alginate beads can be done to improve the stability and durability which then will enhance the adsorption capacity. This study will investigate the physical characteristics between encapsulated alginate beads and non-encapsulated alginate beads, the percentage of nitrogen and phosphorus removal from synthetic wastewater by using encapsulated alginate beads and determine biodegradability of encapsulated alginate beads.

Materials and methods: The Box-Behnken design of response surface methodology will be use to optimize the levels of crucial parameter variables such as concentration of sodium alginate beads and ratio amount of yeast to encapsulate the beads. Nitrogen and phosphorus adsorption mechanisms and rate will be study by using Langmuir and Freundlich model. Analysis of variance (ANOVA) will be use to estimate the statistical parameter.

Expected outcomes : There are three expected outcomes form this study which include to determine the physical characteristics between encapsulated alginate beads and non-encapsulate alginate beads. Next, to obtain the percentage of nitrogen and phosphorus remove from synthetic wastewater by using encapsulated alginate beads. Lastly, to determine the biodegradability of encapsulated alginate beads that will be use in removing nitrogen and phosphorus in synthetic wastewater.

**USING RAPD AND SSR METHODS IN DETERMINING THE BIODIVERSITY OF
Paeonia (Peony) DISTRIBUTED IN THE EASTERN BLACK SEA REGION**

**DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNE AİT *Paeonia* (ŞAKAYIK)
BİYOÇEŞİTLİLİĞİNİN BELİRLENMESİNDE RAPD VE SSR YÖNTEMLERİNİN
KULLANILMASI**

Aytül SANDALLI

Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology,
Rize, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-7064-9740

Fatma ÇALIK TÜRK

Artvin Çoruh University, Yusufeli Vocational School, Plant Protection Program, Artvin,
Türkiye
ORCID ID: 0009-0005-9711-5510

Emine AKYÜZ TURUMTAY

Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry,
Rize, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-1504-4810

Halbay TURUMTAY

Karadeniz Teknik University, Of Technology Faculty, Energy Systems Engineering,
Trabzon, Turkey
ORCID ID: 0000-0002-1504-4810

Vagif ATAMOV

Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology,
Rize, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-6718-7979

ABSTRACT

Introduction and Purpose: The Eastern Black Sea Region has the natural distribution areas of the *Paeonia* genus, an important medicinal plant, and the species diversity in these areas has not been investigated with molecular methods. In this study, it was aimed to characterize two *Paeonia* populations in Rize and Samsun provinces with Randomly Amplified Polymorphic DNA (RAPD) and Simple Repeat Sequence (SSR) methods. **Materials and Methods:** Leaves were collected in 2022-2023 and used for DNA isolation. 22 RAPD primers and 5 SSR primer pairs were used for molecular characterization. Band profiles were investigated by PCR and visualized on agarose gel. The PCR band sizes were determined and band polymorphism was interpreted by detecting polymorphic or monomorphic bands. **Results:** RAPD band profiles ranging from 250 bp to 5000 bp were obtained. Primers RAPD-1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 and 22 produced polymorphic bands that would indicate differences between populations. It was determined that 50F and 73A primers produced a common band for all populations. Although PAG1, P03 and 56A SSR primers were weaker in band density, they produced more polymorphic bands. **Discussion and Conclusion:** Two of the SSR primer pairs (50F and 73A) produced a single monomorphic band of the same size for all two populations, indicating that the taxa are

genetically close. Other SSR primers are more useful as they produce more polymorphic bands. Most of the RAPD primers and especially the 50F and 73A SSR primers can be effective in identifying closely related species or subspecies. Eastern Black Sea Region *Paeonia* biodiversity should be re-investigated using RAPD and SSR methods.

Key Words: *Paeonia* (Peony); Randomly Amplified Polymorphic DNA (RAPD), Simple Repeat Sequences (SSR), Eastern Black Sea Region, Polymorphism

ÖZET

Giriş ve Amaç: Doğu Karadeniz Bölgesi önemli tıbbi bitkilerden *Paeonia* (Şakayık) cinsinin doğal yayılış alanlarına sahiptir ve bu alanlardaki tür çeşitliliği moleküler yöntemler ile araştırılmamıştır. Bu çalışmada Rastgele Amplifiye Polimorfik DNA (RAPD) ve Basit Tekrar Dizi (SSR) moleküler yöntemleri ile Rize ve Samsun illerindeki iki *Paeonia* popülasyonlarını karakterize etmek amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntem:** Bitki yaprakları 2022-2023 yıllarında toplandı ve DNA izolasyonu için kullanıldı. Moleküler karakterizasyon için 22 adet RAPD primeri ve 5 adet SSR primer çifti kullanıldı. Bant profilleri PZR ile araştırıldı ve agaroz jelde yürütülerek görüntülendi. Üretilen PZR bant büyüklükleri markör aracılığı ile belirlenirken bant polimorfizmi polimorfik ya da monomorfik bantlar tespit edilerek yorumlandı. **Bulgular:** 250 bp – 5000 baz çifti arasında değişen RAPD bant profilleri elde edildi. Özellikle RAPD-1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 ve 22 primerleri ile çok belirgin, parlak ve popülasyonlar arasındaki farklılığı gösterecek polimorfik bantlar elde edildi. SSR primer çiftlerinden 50F ve 73A primerleri tüm popülasyonlar için ortak bir bant ürettiği belirlendi. PAG1, P03 ve 56A SSR primer çiftleri bant yoğunluğu açısından daha zayıf olsa da daha fazla polimorfik bant üretmiştir. **Tartışma ve Sonuç:** SSR primer çiftlerinden 2'si (50F ve 73A) iki popülasyonu için aynı büyüklükte tek bir monomorfik bant üretmesi taksonların genetik olarak yakın olduklarını göstermektedir. Diğer SSR primerleri popülasyonlar arasında farklılıkları ortaya koymak için daha polimorfik bantlar ürettiği için daha kullanışlıdır. RAPD primerlerin çoğu ile iki popülasyon için aynı büyüklükte ve sayıda RAPD bölgelerinin amplifikasyonu elde edilmesi RAPD primerlerinin tamamı ve özellikle 50F ve 73A primerlerinin yakın ilişkili tür veya alt türlerin belirlenmesinde etkili olabileceğini göstermiştir. Doğu Karadeniz Bölgesi *Paeonia* biyoçeşitliliği RAPD ve SSR yöntemleri kullanılarak yeniden araştırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: *Paeonia* (Şakayık); Rastgele Amplifiye Polimorfik DNA (RAPD), Basit Tekrar Dizileri (SSR), Doğu Karadeniz Bölgesi, Polimorfizm.

INVESTIGATION OF FIVE MONOTERPENE COMPOUNDS IN *P. daurica* ROOT EXTRACT USING HPLC-DAD METHODS

HPLC-DAD YÖNTEMLERİ İLE BEŞ MONOTERPEN BİLEŞİĞİN *P. daurica* KÖK ÖZÜTÜNDE ARAŞTIRILMASI

Fatma ÇALIK TÜRK

Artvin Çoruh University, Yusufeli Vocational School, Plant Protection Program, Artvin,
Türkiye
ORCID ID: 0009-0005-9711-5510

Aytül SANDALLI

Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology,
Rize, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-7064-9740

Halbay TURUMTAY

Karadeniz Teknik University, Of Technology Faculty, Energy Systems Engineering, Trabzon,
Turkey
ORCID ID: 0000-0002-1504-4810

Emine AKYÜZ TURUMTAY

Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry,
Rize, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-1504-4810

Vagif ATAMOV

Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology,
Rize, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-6718-7979

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Paeoniflorin, albiflorin, galloylpaeoniflorin, benzoylpaeoniflorin and oxypaeoniflorin are monoterpenglycosides and obtained from the roots of *Paeonia* (peony). Paeoniflorin is the active component of peony roots and used in the treatment of some diseases such as cancer, Alzheimer's and depression. In this study, the presence of 5 monoterpene compounds was investigated under the guidance of HPLC-DAD method and standard compounds in *Paeonia daurica* root extract collected from Çamlıyazı plateau in Samsun province. **Materials and Methods:** Root were collected in April 2023 and the target compounds were commercially obtained. Standard compounds were run in the HPLC-DAD system and chromatography and spectrum values were determined. Methanol extract was prepared with 300 g of peony root and its 10 mg was dissolved in 1 ml methanol/water mixture (50/50) to obtain a 10 mg/ml stock solution. It was incubated in an ultrasonic bath for 2 minutes and centrifuged at 11,200 rpm for 15 minutes. The supernatant was run on the HPLC-DAD system in the presence of acetic acid/acetonitrile solution (2% acetic acid + 70% acetonitrile) (60 minutes). **Results:** A total of 29.07 g of dry extract was obtained from 300 g of root sample. Using the chromatographic and spectral values of the standard compounds, three of the five monoterpene compounds (paeoniflorin, albiflorin and oxypaeoniflorin) were detected in the root extracts and the density order was determined to be paeoniflorin>

albiflorin> oxypaeoniflorin. Galloylpaeoniflorin and benzoylpaeoniflorin could not be detected. **Discussion and Conclusion:** Turkey has the natural distribution areas of species belonging to the *Paeonia* genus. Many valuable compounds are purified from the root extracts of *Paeonia* species around the world. These compounds are important for health and need to be obtained commercially. Their purification from Turkish *Paeonia* species will contribute economically.

Key Words: *Paeonia daurica*, root extract, monoterpeneglycosides, paeoniflorin, HPLC-DAD

ÖZET

Giriş ve Amaç: Paeoniflorin, albiflorin, galloylpaeoniflorin, benzoylpaeoniflorin ve oxypaeoniflorin monoterpenglikozitlerdir. *Paeonia* (şakayık) türlerinin köklerinden elde edilmektedir. Paeoniflorin şakayık köklerinin aktif bileşenidir ve kanser, alzheimer ve depresyon gibi bazı hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada Samsun ili Çamlıyazı yaylasından toplanan *Paeonia daurica* kök özütünde HPLC-DAD yöntemi ve standart bileşikler rehberliğinde 5 monoterpen bileşiğin varlığı araştırıldı. **Gereç ve Yöntem:** Bitki kök örnekleri 2023 yılı Nisan ayında toplandı. Hedef beş monoterpen bileşik ticari olarak temin edildi. Standart bileşikler HPLC-DAD sisteminde yürütülerek kromatografi ve spektrum değerleri belirlendi. 300 gr şakayık kökü ile metanol özütü hazırlandı. Kök özütünün 10 mg'ı 1 ml metanol/su karışımında (50/50) çözülerek 10 mg/ml stok çözelti elde edildi. Ultrasonik banyoda 2 dakika inkübe edildi ve 11.200 rpm'de 15 dakika santrifüjlendi. Süpernatant HPLC-DAD sisteminde asetik asit/asetonitril çözeltisi eşliğinde yürütüldü (%2 asetik asit + %70 asetonitril) (60 dakika). **Bulgular:** 300 gr kök örneğinden toplam 29,07 gr kuru özüt elde edildi. Standart bileşiklerin kromatografik ve spektrum değerlerinden yararlanılarak beş monoterpen bileşikten üçü (paeoniflorin, albiflorin ve oxypaeoniflorin) kök özütlerinde tespit edildi ve yoğunluk sırasının paeoniflorin>albiflorin>oxypaeoniflorin şeklinde olduğu belirlendi. Galloylpaeoniflorin ve benzoylpaeoniflorin ise tespit edilemedi. **Tartışma ve Sonuç:** Türkiye, *Paeonia* cinsine ait türlerin doğal yayılış alanlarına sahiptir. Dünya'da *Paeonia* türlerinin kök özütlerinden çok sayıda değerli bileşik saflaştırılmaktadır. Bu bileşikler sağlık açısından önemlidir ve ticari olarak temin edilmesi gerekmektedir. Türkiye *Paeonia* türlerinden saflaştırılmaları ekonomik yönden katkı üretecektir.

Anahtar Kelimeler: *Paeonia daurica*, kök özütü, monoterpenglikozitler, paeoniflorin, HPLC-DAD

MICROPLASTIC POLLUTION IN COMMERCIALY SOLD ORGANIC TEA

TİCARİ OLARAK SATILAN ORGANİK ÇAYDA MİKROPLASTİK KİRLİLİĞİ

Ahmet GÖKKAYA

Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Arts & Science, Department of Biology, Rize,
Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2536-3089>

Şule GÜZEL İZMİRLİ

Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Arts & Science, Department of Biology, Rize,
Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3822-8062>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Tea is the second-most consumed non-alcoholic beverage worldwide after water. Due to its convenience of use, tea, the most popular infusion in the world, is typically offered as teabags. The increased use of plastic materials in the food packaging industry has led to an increased release of contaminants such as microplastics in various food products, including tea bags. Organic tea farming is defined as tea that does not use chemical pesticides and fertilizers throughout the production season and does not contain any synthetic additives during the processing process. In this study, we aimed to determine microplastic (MP) accumulation in three different brands organic cup of tea bags, which are sold in Rize (Türkiye) markets.

Materials and Methods: The cup of tea bags was steeped at 95 °C for 3 min in a 250 mL glass beaker filled with 100 mL boiled water, and the leachate was filtered using a vacuum pump. Then, the filter paper was placed in a Petri dish with a cover, and was kept at room temperature. MPs from each filtered sample were examined by FT-IR (Fourier Transform-Infrared) spectroscopic analysis using a PerkinElmer Spectrum 100 spectrophotometer coupled with ATR (Attenuated Total Reflection).

Results: All of the MPs detected were fiber in terms of shape. MPs were mostly polyethylene (PE) (80%). Other polymer type is ethylene vinyl acetate (EVA) with 20%. The minimum polymer length was 55.512 µm, the maximum polymer length was 660.479 µm and the average length was 206.55 µm. Two different colors of MPs were found, the most common being navy blue (70%), followed by black (30%).

Discussion and Conclusion: The result of this study shows that MPs are present in tea infusions consumed directly by humans.

Key Words: Contamination; Microplastic; Organic Tea.

ÖZET

Giriş ve Amaç: Çay, dünya çapında sudan sonra en çok tüketilen ikinci alkolsüz içecektir. Kullanım kolaylığı nedeniyle dünyadaki en popüler demleme çay, genellikle poşet çay olarak sunulmaktadır. Gıda paketlenme endüstrisinde plastik malzemelerin kullanımının artması, çay poşetleri de dahil olmak üzere çeşitli gıda ürünlerinde mikroplastikler gibi kirletici maddelerin salınımının artmasına neden olmuştur. Organik çay tarımı, üretim sezonu boyunca kimyasal ilaç ve gübre kullanılmayan, işleme sürecinde hiçbir sentetik katkı maddesi içermeyen çay olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada, Rize (Türkiye) pazarında satılan üç farklı markanın organik poşet çaylarında mikroplastik birikiminin belirlenmesi amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Organik poşet çaylar, 100 mL kaynamış su ile doldurulmuş 250 mL'lik bir cam beher içinde 95 °C'de 3 dakika süreyle demlendi ve sızıntı suyu, bir vakum pompası kullanılarak filtrelendi. Daha sonra filtre kağıdı kapaklı Petri kabına konularak oda sıcaklığında bekletildi. Filtrelenen her numuneden mikroplastikler, ATR (Zayıflatılmış Toplam Yansıma) ile birleştirilmiş bir PerkinElmer Spectrum 100 spektrofotometresi kullanılarak FT-IR (Fourier Transform-Kızılötesi) spektroskopik analiz ile incelendi.

Bulgular: Tespit edilen mikroplastiklerin tamamı şekil bakımından fiberdi. Mikroplastiklerin çoğunluğu polietilenden (PE) (%80) oluşuyordu. Diğer polimer türü ise % 20 oranında etilen vinil asetatı (EVA). Minimum polimer uzunluğu 55,512 µm, maksimum polimer uzunluğu 660,479 µm ve ortalama uzunluk 206,55 µm idi. İki farklı renkte mikroplastik bulundu; en yaygın olanı lacivertti (%70) ve onu siyah (%30) izledi.

Tartışma ve Sonuç: Bu çalışmanın sonucu, doğrudan insanlar tarafından tüketilen çay demlerinde mikroplastiklerin bulunduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Bulaşma; Mikroplastik; Organik Çay.

PASTURES TO PROTOCOLS: NAVIGATING AGRICULTURAL AND VETERINARY FRONTIERS FOR LIVESTOCK WELL-BEING

Sohaib Hassan

University of Veterinary and Animal Sciences, Lahore

Abstract:

The symbiotic relationship between agriculture and veterinary sciences plays a pivotal role in ensuring the well-being and sustainability of livestock. In "Pastures to Protocols: Navigating Agricultural and Veterinary Frontiers for Livestock Well-being," this intricate interplay is explored, highlighting the dynamic landscape that encompasses the management of livestock health and welfare. In contemporary agricultural settings, the journey from pastures to protocols involves multifaceted considerations. Agricultural practices impact the nutritional intake, habitat quality, and overall health of livestock populations. Veterinary sciences, on the other hand, provide the necessary expertise to diagnose, treat, and prevent diseases that may afflict these animals.

This abstract delves into the evolving protocols that govern the intersection of agriculture and veterinary sciences. It examines the utilization of advanced technologies for monitoring livestock health, the implementation of preventive measures to mitigate disease outbreaks, and the development of sustainable agricultural practices that prioritize animal welfare. In the intricate web of agricultural and veterinary frontiers, innovative strategies and advancements emerge to address the multifaceted challenges faced by livestock industries worldwide. From precision agriculture techniques to genomic research, from preventive medicine to holistic animal management practices, a myriad of approaches converge to optimize the well-being of livestock populations. It also examines the transformative potential of emerging technologies such as precision livestock farming, which revolutionizes livestock management through real-time monitoring, data analytics, and automated decision-making processes. Furthermore, it explores the integration of genomic tools and biotechnology in breeding programs, enabling the selection of traits that bolster resilience, disease resistance, and productivity in livestock breeds.

Moreover, the abstract sheds light on the challenges encountered in navigating these frontiers. Issues such as antimicrobial resistance, environmental sustainability, and ethical considerations are addressed within the context of livestock management. The abstract underscores the need for interdisciplinary collaboration, stakeholder engagement, and innovative solutions to safeguard the well-being of livestock populations while promoting agricultural productivity and sustainability. Ultimately, "Pastures to Protocols" encapsulates the dynamic synergy between agriculture and veterinary sciences, emphasizing the shared responsibility in ensuring the health, welfare, and resilience of livestock populations in a rapidly evolving world. It advocates for a holistic approach that harmonizes technological advancements with ethical considerations, ensuring the well-being and prosperity of livestock, communities, and ecosystems alike.

PHYTOCHEMICAL SCREENING AND GC-MS ANALYSIS OF DIFFERENT EXTRACTS OF *CARALLUMA QUADRANGULA* FROM YEMEN

Eptesam ALZalaei

Laboratory of Spectroscopy, Molecular Modeling, Materials, Nanomaterials, Water and Environment, Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Mohammed V University, Rabat Morocco

Department of Chemistry, Education and Applied Sciences College, Amran University, Yemen

Aouatif Benali

Food Technology Laboratory UR PAF, CRRA Rabat, INRA Morocco

Souad.Hajjaji

Laboratory of Spectroscopy, Molecular Modeling, Materials, Nanomaterials, Water and Environment, Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Mohammed V University, Rabat Morocco

Abstract

There is still a great deal of interest in naturally occurring medicinal plants since numerous plants have shown their therapeutic potential throughout history and into the present. This is because numerous chemicals that are used as food coloring, fragrances, tastes, and medicinal biochemicals have historically been obtained from plants in many different countries. These plants are important medicinal plants because of a variety of chemical components. GC-MS is used to assess individual components in complex mixtures both qualitatively and quantitatively. In the Arabian Peninsula, especially in Yemen, Saudi Arabia, and Oman, the *Caralluma quadrangula* plant was highly valued by the locals for its therapeutic properties, which included treating diabetes, stomach ulcers, and many biological processes. In the Arabian Peninsula, especially in Yemen, Saudi Arabia, and Oman, the *Caralluma quadrangula* plant was highly valued by the locals for its therapeutic properties, which included treating diabetes, stomach ulcers, and many biological processes. The goal of this work was to discover the bioactive components in methanolic and hexane extracts of the *Caralluma quadrangula* plant using phytochemical screening and gas chromatography and mass spectrometry (GC-MS). Through qualitative analysis using Gas Chromatographic Mass Spectrometry (GCMS) of the extracts of this plant. GC/MS analysis of the methanol and hexane extracts revealed many important compounds from different functional groups, such as acids, alcohols, and terpenoids. The 31 unique bioactive compounds were found by GCMS analysis of the methanolic extract. These included sucrose (29.33%), 5-hydroxymethylfurfural (25.98%), 3-hydroxyoxolan-2-one (4.01%), syringaldehyde (3.00%), and glycocholic acid (2.40%). Moreover, 62 different bioactive compounds have been identified for hexane extract, including 2, 3-phenylbutanal (4.64%), Pentane-1,5-diol (3.45%), 2-benzoyl-1,3-dithiane (7.18%), 2-methylphenylacetone (7.89%), and 1,5-dicyclohexylpentane (5.61%). The results of this investigation could assist clarify many traditional uses and shed light on potential new treatments.

Keywords: *Caralluma quadrangula*, Phytochemicals, Gas chromatography mass-spectrometer

POSSIBLE REASONS OF RECENT LANDSLIDES AND AGRICULTURAL SOIL DEGRADATION IN SAKARTVELO//GEORGIA REPUBLIC/GURCISTAN

Dr. Natela Borisovna POPKHADZE

Head of Scholarly Information Center at Phassis Academy in Tbilisi in Georgia
Republic/Gurcistan
ORCID: 0000-0003-1552-7869

ABSTRACT

Nowadays the situation is this: In the schoolbook in geography with which I with my schoolmates studied all over Sakartvelo//Georgia//Gurcistan Republic authored/ written by Davit Dondua and published by the Education Ministry of Sakartvelo in Tbilisi decades ago it was clearly written that the highest peak of the European Continent 'is in Sakartvelo Republic' on Mount Ialbuzi//Elbrus. Decades followed, Davit Dondua has a grandson called also Davit Dondua with a diploma of a geographic department of the University in Tbilisi like his grandfather had. Many dissertations and other science publications have been published since the schoolbook with which my generation studied geography was published, but now our area is diminished, population increased due to immigrations of foreigners and the agricultural use of the soil has worsened; laws of agricultural land use have been drastically changed for the worse. This has caused more problems. I shall overview the publications on these topics and I shall choose the best possible suggestion of geographers. During my work in the Institute of Inorganic Chemistry in Tbilisi the Institute of Geography was next to our building and we had science conferences arranged together that were followed by mountaineering expeditions in summertimes. I continue being interested in available methods of preventing soil degradation problems searching information in published science literature in five modern languages. I accompanied a group of scientists from the Institute of Botany of Sakartvelo/Georgia that were sent to the village of our republic where the landslide blocked the road and neither cars nor horses nor humans could pass the blocked area for over a month. The group wrote an official suggestion that grass ought to be allowed to grow there to allow land to rest before bushes and tall trees would be planted to resist the landslide.

The method used by me for this presentation at this congress is the search, mining data and their analysis to make conclusions to be used in public.

The conclusion is that the warning of local and international experts working on preventing the overdose of possible land use practice in our republic has caused devastating results to agriculture and other spheres including security of life of living creatures in the area. Today is February 22 and on February 19 our popular newspaper Rezonansi published in Tbilisi an article of two scholars and politicians Paata Koghuashvili and Valeri Gelbakhiani entitled 'Martlmsajulebis reforma da tanamedrove gamotsvevebi' (Reform of laws and the contemporary necessities'). They criticized our existing laws and stressed the necessity of fundamental changes in laws but they are sure that our existing government will do only cosmetic changes to laws. Both authors were parliament members in Georgia Republic//Sakartvelo years ago.

I shall show a video and photos of protestors against wicked land use causing landslides and spoil of agricultural use of land this month.

Key words: spoil of agricultural land in Sakartvelo//Georgia Republic//Gurcistan, landslides, overpopulation of areas, immigration of foreigners.

PREVALENCE OF SARCOCYSTIS SPECIES IN SHEEP IN THE AUTONOMOUS REPUBLIC OF NAKHCHIVAN

NAHÇIVAN ÖZERK CUMHURİYETİ'NDE KOYUNLARDA SARCOCYSTİS TÜRLERİNİN YAYILIŞI

Ismail Mammadov

"Nakhchivan State University, Faculty of Natural Sciences and Agriculture, Department of
Biology, Nakhchivan – AZERBAIJAN"

"Azerbaijan Republic, Ministry of Science and Education, Institute of Biological Resources
(Nakhchivan), Nakhchivan - AZERBAIJAN"

ORCID ID:<https://orcid.org/0009-0005-4796-1882>

Habib Huseynov

"Nakhchivan State University, Faculty of Natural Sciences and Agriculture, Department of
Biology, Nakhchivan – AZERBAIJAN"

ORCID ID: : <https://orcid.org/0009-0002-0353-9776>

Abstract

Introduction and Purpose: Sarcocystis species complete their life cycles in two hosts, containing two sporocysts in each, with four sporozoites within each sporocyst. It has been reported to be widespread worldwide. It is commonly found in the skeletal, heart, jaw, tongue, esophagus, and diaphragm muscles of all vertebrates, ranging from reptiles to mammals. These species release a toxin called sarcocystin. Studies have reported abortions, premature births, anemia, and neurological symptoms in sheep infected with *S.ovicanis*. Histopathological examinations have recorded myocarditis, rhiozit muscular dystrophy, hemorrhage in the pericardium and kidneys, and swelling in the lymph nodes. The presence of Sarcocystis species in Azerbaijan has been reported in cattle (buffalo), cows (cattle), and sheep, indicating their economic importance. In the Nakhchivan Autonomous Republic, *Sarcocystis* species have been reported in buffalo, cattle, some poultry, and goats. Despite the significant breeding of sheep in the regions of the Nakhchivan Autonomous Republic of Azerbaijan, no studies have been conducted to date on the prevalence of *Sarcocystis* in these animals. Given the importance of the issue in Nakhchivan, this research is deemed appropriate for emphasizing its significance."

Materials and Methods: To investigate the presence of Sarcocystis cysts in sheep and lambs in Nakhchivan, between 2019 and 2022, weekly visits were made to the Nakhchivan Meat and Fish Institution during the months of July to November, when sheep slaughter took place. A total of 1500 sheep and lambs from Nakhchivan city center and surrounding districts, including Shahbuz, Julfa, Babek, Ordubat, and Kengerli, as well as villages associated with these centers, were examined. The genders of the examined sheep were determined. After slaughter, macroscopic examination of Sarcocystis cysts was

conducted in the heart muscles, intercostal muscles, esophagus, and diaphragm of the examined sheep.

Histological sections were prepared from all esophagi brought to the laboratory and from some of the macroscopic cysts found in them. Subsequently, the macroscopic Sarcocystis cysts present in the esophagi were counted, measured, and their morphological characteristics were investigated. Additionally, five macroscopic Sarcocystis cysts were fragmented, smeared onto slides, stained with Giemsa dye, and examined under an immersion lens to analyze the characteristics of the zoites. Samples were prepared from the esophagi brought to the laboratory, and the presence of microscopic cysts was examined under a microscope.

Results: The examined sheep showed the presence of macroscopic and microscopic Sarcocystis cysts. Macroscopic and microscopic Sarcocystis cysts observed in goats were found at a high rate. In the Nakhchivan Meat Cutting Centers, no macroscopic Sarcocystis cysts were detected in the heart, intercostal, and diaphragm muscles of the examined sheep. Macroscopic cysts in the esophagus were observed to be oval and spindle-shaped, with sizes ranging from 7.05 (1.3-16.1) x 4.7 (1.1-9.3) mm.

Discussion and Conclusion: In various studies conducted in different countries, the prevalence of Sarcocystis cysts has been reported in pets and birds. As a result, in the Nakhchivan Autonomous Republic, macroscopic *S. gigantea* was detected in 9.8% of sheep, and microscopic *S. tenella* cysts were found in 60.4%, with recorded degenerative changes in infected muscles.

Key words: Nakhchivan, Sarcocystis, Sheep, Cyst, Lamb, Species

ÖZET

Giriş ve Amaç: Sarcocystis türleri evrimlerini iki konakçıda tamamlayan iki sporokist ve her sporokist içerisinde dört sporozoit ihtiva ederler. Dünyanın her yerinde yaygın olduğu bildirilmiştir. Sürüngenlerden memelilere kadar tüm omurgalılarda sıklıkla iskelet, kalp, çene, dil, özefagus ve diyafragma kaslarında rastlanılır. Bu türler sarkokistin adı verilen bir toksin salgırlar. Yapılan çalışmalarda, *S. ovis* ile enfeksiyonda koyunlarda düşüklere, erken doğumlar, kuzularda ise anemi, sinirsel semptomlar bildirilmiştir. Histopatolojik muayenelerde, miokardit ve miyozit muskuler distrofi ve hemoraji, perikard, böbreklerde kanama ve lenfyumlarında şişkinlik kaydedilmiştir. Sarcocystis türlerinin Azerbaycan'da manda (camış), inek (sığır) ve koyunlarda buldukları ve ekonomik önem taşıdıkları bildirilmiştir. Sarcocystis türlerinin Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nde manda, sığır, bazı kanatlılarda ve keçilerde buldukları bildirilmiştir. Azerbaycan'ın Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin illerinde önemli ölçüde koyun yetiştirilmesine rağmen, Sarcocystis'in bu hayvanlardaki yaygınlık derecesi üzerine bu güne kadar çeşitli çalışmalar yapılmamıştır. Nahçıvan'da konunun öneminin belirtilmesi bakımından, bu araştırmanın yapılması uygun görülmüştür.

Gereç ve Yöntem: Nahçıvan'da koyun ve kuzularda Sarcocystis kistlerinin varlığını araştırmak amacıyla 2019-2022 yıllarında, koyun kesiminin yapıldığı Temmuz ve Kasım ayları arasında, her hafta Nahçıvan Et ve Balık Kurumu'na gidilmiştir. Bu süre içerisinde Nahçıvan merkez ve çevre ilçelerinden Şahbuz, Culfa, Babek, Ordubat ve Kengerli ilçe merkezlerinden ve buralara bağlı köylerden getirilip kesimi yapılan 1500 koyun ve kuzunun incelenmesi yapılmıştır. Muayene edilen koyunların cinsiyetleri tespit edilmiştir. Kesildikten

sonra muayene edilen koyunların kalp kası ile interkostal kaslarında, özefagus ve diyaframlarında makroskopik olarak Sarcocystis kistleri araştırılmıştır.

Laboratuvara getirilen bütün özefaguslardan ve bunlardan bazılarında bulunan makroskopik kistlerden histolojik kesitler yapılmıştır. Sonra özefaguslarda mevcut olan makroskopik Sarcocystis kistleri sayılmış, ölçüleri alınmış ve morfolojik özellikleri araştırılmıştır. Ayrıca, beş adet makroskopik Sarcocystis kistinden, her biri parçalanıp lam üzerine sürülmekle frotiler hazırlanmıştır. Bu frotiler Giemsa boyası ile boyanmış ve immersiyon objektifle bakılıp zoitlerin özellikleri incelenmiştir. Laboratuvara getirilen özefaguslardan örnekler hazırlanmıştır. Mevcut örneklerde mikroskopik kistlerin bulunup bulunmadığı, mikroskop altında incelenmiştir.

Bulgular: Muayene edilen koyunlarda makroskopik ve mikroskopik Sarcocystis kistlerine rastlanmıştır. Keçilerde görülen makroskopik ve mikroskopik Sarcocystis kistler yüksek oranda tesbit edilmiştir. Nahçıvan Et Kesim merkezlerinde muayene edilen koyunların kalp, interkostal ve diyafragma kaslarında makroskopik Sarcocystis kistlerine rastlanmamıştır. Özefagusta olan makroskopik kistlerin oval ve mekik şeklinde oldukları, büyüklüklerinin 7.05 (1.3-16.1) x 4.7 (1.1-9.3) mm arasında değiştiği görülmüştür.

Tartışma ve Sonuç: Çeşitli ülkelerde yapılan çalışmalarda evcil hayvanlarda ve kuşlarda Sarcocystis kistlerinin yaygın olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nde koyunlarda %9.8 makroskopik S.gigantea, % 60.4 mikroskopik S.tenella kisti saptanmış olup enfekte kaslarda dejeneratif değişimlerin görüldüğü kaydedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nahçıvan, Sarcocystis, Koyun, Kist, Kuzu,Tür

ROLE OF PROBIOTICS AND THEIR METABOLITES IN THE TREATMENT AND PREVENTION OF CANCER CELLS

K.R.Padma

Assistant Professor, Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam
(Women's) University, Tirupati, AP (Corresponding Author)

Orcid no:0000-0002-6783-3248

K.R.Don

Reader, Department of Oral Pathology and Microbiology, Sree Balaji Dental College and
Hospital, Bharath Institute of Higher Education and Research (BIHER) Bharath University,
Chennai, Tamil Nadu, India

Orcid No: 0000-0003-3110-8076.

Abstract

Cancer is a lethal malignancy with significant clinical importance that continues to be one of the main causes of sickness and death. Before now, there hasn't been a good treatment for it. It is questionable if the synthetic medications and conventional chemotherapeutic treatments used to treat cancer are stable and safe. As the majority of patients cannot afford these medications, they are lowering the patient's quality of life or causing the emergence of drug resistance. The gut microbiota is crucial to the body's ability to maintain homeostasis. Due to the positive effects on the human body connected to the prevention and support of the treatment of many chronic diseases, including cancer, without experiencing any negative side effects, probiotics have grown in medical relevance. This review's objective was to compile the available data on probiotic bacteria' role in cancer prevention. A lot of data suggests that probiotic use can help prevent cancer and enhance anti-cancer treatments. The idea of employing probiotic bacteria as medication delivery vehicles has recently gained traction because of multiple articles revealing promising outcomes. Probiotic bacteria and gut microbiota are likely to play a significant role in cancer prevention and therapy over the next several years. Last but not least, probiotic therapies primarily provide beneficial outcomes in controlled experimental settings. Short- and long-term effect studies in support of methodology standardization are necessary to reduce probiotic adverse effects.

Keywords: Cancer, homeostasis, Cancer prevention and therapy, Chemotherapeutic treatments, Probiotic bacteria

RECENT ADVANCEMENTS IN COATINGS OF BIOMEDICAL MAGNESIUM ALLOY

Er. Himanshu Khanna

Ph.D. Research scholar, Sardar Beant Singh State University, Gurdaspur, Punjab 143521, India

Assistant professor, Department of Mechanical Engineering, Guru Nanak Dev University, Amritsar, Punjab-143005, India

Dr. Harish Pungotra

Professor, Department of Mechanical Engineering, Sardar Beant Singh State University, Gurdaspur, Punjab-143530, India

Dr. Sandeep Gandotra

Assistant Professor, Department of Mechanical Engineering, Sardar Beant Singh State University, Gurdaspur, Punjab-143530, India

ABSTRACT

Magnesium (Mg) alloy has received comprehensive consideration in the biomedical field because of its fantastic mechanical properties, great biocompatibility, and biodegradability. However, Mg alloy generally shows an extreme degradation rate in the physiological climate possessing its dynamic synthetic nature. Simultaneously, the hydrogen created by the corruption of Mg will build the pH of nearby tissues, which will hurt the development of encompassing tissues. Given the above issues, it has turned into an exploration area of interest to get different properties of Mg combination for clinical application by surface change in this book chapter surface coatings of Mg combination are reviewed as of various sorts, including metals (metal oxides, metal hydroxides), inorganic non-metals, polymers (engineered polymers and normal polymers), and composite coatings. The arrangement tactics corrosion resistance, furthermore, biocompatibility of various kinds of coatings are talked about, and the advancement prospect of biomedical Mg alloy surface coatings is additionally anticipated.

MORPHO-ANATOMICAL MODIFICATION IN WITHANIA SOMNIFERA (L.) DUNAL FROM PUNJAB, PAKISTAN: INSIGHT INTO ADAPTATION

Syeda Sabika Zahra Naqvi

Department of Botany, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore,
Pakistan

Syed Mohsan Raza Shah

Department of Botany, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore,
Pakistan

Abstract

The Solanaceae family, commonly known as the deadly nightshade or potato family, encompasses a wide range of important food plants and medicinal species. Among these is *Withania somnifera* (L.), also known as Ashwagandha or Winter cherry, an evergreen shrub native to India, the Middle East, and certain regions of Africa. This study focused on the collection of plant material from twelve different ecotypes in the Punjab region, including Shadan Lund, Layyah, Kot Adu, Jam Pur, Vodor, DG canal, Kala, Chah Jeand Wala, Faisalabad, DG Khan, Jang, and Multan, to investigate morphological and anatomical variations. The collected samples were preserved in a 70% alcohol solution, and freehand sectioning and double staining methods were employed. Microscopic examination using a digital ocular camera facilitated the analysis of various anatomical structures in the roots, stems, and leaves. Morphological and anatomical features were carefully observed and documented. Results indicated that the Jam Pur ecotype exhibited the maximum root epidermal thickness, while the Faisalabad ecotype displayed the largest root radius. Stem characteristics varied significantly among the ecotypes, with the Vodor ecotype exhibiting the highest cortical cell area, Jam Pur ecotype displaying the greatest epidermis thickness, and the Shahdan Lund ecotype showing the thickest sclerenchyma layer. The Vodor and Jang ecotypes had the highest abaxial stomatal area and number of trichomes. Statistical analysis, utilizing Analysis of Variance (ANOVA) at a 5% probability level, confirmed the significance of the observed results in terms of morphology and anatomy.

Keyword: *withania somnifera*, Morpho-Anatomical modification

OPTIMIZING *CROCUS SATIVUS* CULTIVATION IN INDOOR VERTICAL FARMING: A CONTROLLED AND SUSTAINABLE ENVIRONMENT APPROACH

Baskar G

Divya Praba S L

Sivaranjani G

Aishwarya D

Aishwarya K

Department of Biotechnology, St. Joseph's College of Engineering, Chennai-600119.

ABSTRACT

In the world of spices, saffron is one of the most expensive. It comes from the dried stigmas of the *Crocus sativus* flower. Saffron strand cultivation and harvesting are extremely intricate, time-consuming processes and requires a large amount of land. To lessen the complexity involved with traditional methods, this research focused on the indoor cultivation of saffron utilizing vertical farming. Vertical farming is a space-efficient technology that makes the best use of available land, saves water and energy, and allows for easy automation and exact control over physical factors. Coir peat, a byproduct of the coconut industry, offered a sustainable alternative to traditional soil, reducing its environmental impact, it provides a nutrient-rich, water-retentive medium for optimal saffron growth. Two sets of experiments were conducted to assess the growth and yield of saffron under different nutrient regimes. The first set utilized a standard inorganic NPK fertilizer regimen, while the second set employed organic fertilizer like biocompost along with seaweed extract. The growth parameters, including corm development and flower emergence, were monitored throughout the cultivation period. The plants treated with organic fertilizers showed better results such increased plant height, early sprouting and flowering of corms than the standard growth period of saffron crops. Additionally, phytochemical analysis and characterization, such as FTIR, were performed for the saffron strand extract. The sharp peak at 1017 cm^{-1} indicated presence of aromatic compounds such as carotenoids. This study demonstrates the feasibility and sustainability of indoor saffron cultivation using vertical farming techniques. This approach not only reduces the reliance on traditional soil and fertilizers but also minimizes land use, making it a promising alternative for saffron cultivation.

Keywords: Saffron, vertical farming, organic fertilizers, seaweed extract, indoor cultivation, sustainability.

A SYSTEMATIC REVIEW ON DIGITALISATION AND INDUSTRY 5.0 IN AGRICULTURAL BUSINESSES

TARIM İŞLETMELERİNDE DİJİTALLEŞME VE ENDÜSTRİ 5.0 ÜZERİNE SİSTEMATİK BİR İNCELEME

Engin KARAFKIOĞLU

Beykent University, Social Sciences Institute, Department of Business Administration,
Istanbul, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8308-4347>

Yasar SAHİN

Trabzon University, Besikduzu Vocational School, Department of Marketing and
Advertising, Trabzon, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5205-3054>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: The agricultural sector has an important role in the economic development and growth of countries. Since the 2010s, technological transformations such as Industry 4.0 and Industry 5.0 have helped the development and progress of modern agricultural enterprises. In this period, which is called precision agriculture, agriculture has become an industry with the contribution of technology. As in the Industry 5.0 model, the agricultural sector has started to use technological devices and systems such as the Internet of Things, artificial intelligence, cloud computing, simulation, big data, autonomous robots, cyber security, system integration, additive manufacturing and augmented reality to ensure efficiency and effectiveness. For example, an AI-supported irrigation system can get maximum efficiency from plants by operating in sensitive modes such as daylight, plant type, water amount and time sensitivity. The aim of this study is to conduct a bibliometric analysis of the works on digitalization and industry 5.0 in agricultural enterprises between 2007-2024.

Materials and Methods: R bibliometric analysis program was used to analyze the data. A total of 87 articles published in SSCI (Social Sciences Citation Index) and SCI (Science Citation Index)-Expanded and ESCI (Emerging Sources Citation Index) indexes in the Web of Science database in an eighteen-year period (2007-2024) were systematically analyzed by bibliometric analysis. **Results:** In the examination of the works on digitalisation and industry 5.0 in agricultural enterprises, the number of studies is 87 and the most 33 works were produced in 2022. It is seen that the average number of citations to the studies is 13.92. The annual growth rate is 8.5%. The total number of references is 6,192. 392 keywords are included and there are 368 researchers.

Discussion and Conclusion: There are very few works on the concepts of digitalisation and industry 5.0 in agricultural enterprises both globally and in our country. The development of modern agriculture also depends on the increase in academic studies and their widespread and practical application. In this respect, the increase in research on digitalisation in agricultural enterprises in Social Sciences Citation Index, Science Citation Index and Emerging Sources Citation Index indexes is considered to be extremely important for the future of modern agriculture.

Key Words: Agribusiness; Digitalisation; Industry 5.0; Bibliometric Analysis

ÖZET

Giriş ve Amaç: Ülkelerin ekonomik kalkınma ve büyümesinde tarım sektörü önemli bir role sahiptir. 2010'lu yıllardan itibaren Endüstri 4.0 ve Endüstri 5.0 gibi teknolojik dönüşümler modern tarım işletmelerinin gelişmesine ve ilerlemesini yardımcı olmuştur. Hassas tarım olarak isimlendirilen bu dönemde tarım, teknolojinin katkısı ile bir endüstri haline gelmiştir. Endüstri 5.0 modelinde olduğu gibi nesnelerin interneti, yapay zekâ, bulut bilişim, simülasyon, büyük veri, otonom robot, siber güvenlik, sistem entegrasyonu, eklemeli üretim ve artırılmış gerçeklik gibi teknolojik aygıtları ve sistemleri tarım sektörü de verimlilik ve etkililik sağlamak için kullanmaya başlamıştır. Örneğin yapay zeka destekli bir sulama sistemi gün ışığı, bitki türü, su miktarı ve zamana duyarlılık gibi hassas modda çalışarak bitkilerden maksimum verimlilik alabilmektedir. Bu çalışmanın amacı 2007-2024 yılları arasında tarım işletmelerinde dijitalleşme ve endüstri 5.0 üzerine yapılmış eserlere yönelik bibliyometrik bir analiz yapmaktır.

Gereç ve Yöntem: Verilerin analizinde R ile bibliyometrik analiz programı kullanılmıştır. Web of Science veritabanında on sekiz (2007-2024) yıllık süreçte SSCI (Social Sciences Citation Index) ve SCI (Science Citation Index)-Expanded ve ESCI (Emerging Sources Citation Index) indekslerinde yayımlanmış olan toplam 87 makale sistematik olarak bibliyometrik analiz ile incelenmiştir.

Bulgular: Tarım işletmelerinde dijitalleşme ve Endüstri 5.0 üzerine yapılmış eserlerin incelenmesinde çalışma sayısı 87 adet olup en fazla 33 eser 2022 yılında üretilmiştir. Çalışmalara yapılan ortalama alıntı sayısı 13,92 düzeyinde olduğu görülmektedir. Yıllık büyüme oranı % 8,5'tir. Toplam referans 6.192 adettir. 392 anahtar kelimeye yer verilmiş olup 368 adet araştırmacı bulunmaktadır.

Tartışma ve Sonuç: Tarım işletmelerinde dijitalleşme ve Endüstri 5.0 kavramları üzerine gerek küreselde gerekse ülkemizde çok az sayıda eser bulunmaktadır. Modern tarımın gelişmesi aynı zamanda akademik çalışmaların artmasına ve yaygınlaşarak pratiğe dönmesine bağlıdır. Bu açıdan Social Sciences Citation Index, Science Citation Index ve Emerging Sources Citation Index indexlerde tarım işletmelerinde dijitalleşme konulu araştırmaların artması modern tarımın geleceği açısından son derece önemli olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tarım İşletmeleri; Dijitalleşme; Endüstri 5.0; Bibliyometrik Analiz

CHARACTERISTICS OF TROUT MEAT OBTAINED IN DIFFERENT GROWING SYSTEMS IN THE NORTH EAST REGION OF ROMANIA

Alexandru USTUROI

Ion Ionescu de la Brad” University of Life Sciences, Faculty of Food and Animal Sciences,
Mihail Sadoveanu Alley, no. 3, 700489, Iasi, Romania

Madalina Iuliana IORDACHE

Providenta Hospital Laboratories, Iasi, Nicolina Alley, no. 115, 700714, Romania

Madalina Alexandra DAVIDESCU

Ion Ionescu de la Brad” University of Life Sciences, Faculty of Food and Animal Sciences,
Mihail Sadoveanu Alley, no. 3, 700489, Iasi, Romania

Bogdan Iosif DOBOS

Gheorghe Asachi Technical University of Iași, Faculty of Material Science and Engineering
Bd. Dimitrie Mangeron, no.67, 700050, Iasi, Romania

Marius Giorgi USTUROI

Ion Ionescu de la Brad” University of Life Sciences, Faculty of Food and Animal Sciences,
Mihail Sadoveanu Alley, no. 3, 700489, Iasi, Romania

ABSTRACT

The flesh of trout raised in intensive aquaculture systems is distinguished by its firm texture and delicate taste, due to controlled feeding and monitored growth environment. In contrast, trout raised in extensive or semi-intensive systems exhibit a richer flesh, with subtle nuances of natural flavors, reflecting a more diversified diet and a growth environment closer to natural conditions. This paper presents data regarding the qualitative analysis of trout meat obtained from different growth systems. therefore, parameters such as meat pH and content of easily hydrolyzable nitrogen were analyzed (Table 1). Table 1 presents data regarding the meat pH for two fish species: *Oncorhynchus mykiss* and *Salvelinus fontinalis*, at two different time points: immediately after slaughter and at 24 hours after slaughter. The values are expressed as means $\bar{x} \pm$ standard deviation s_x and their variability %V.

To interpret the data:

***Oncorhynchus mykiss* (rainbow trout):**

The mean pH values after slaughter range from 6.97 to 7.12, with a small standard deviation, indicating a relatively consistent pH across different batches. At 24 hours after slaughter, the

mean pH values decrease slightly, ranging from 6.79 to 6.82. The standard deviation remains relatively small, suggesting consistency in the observed trends across batches.

***Salvelinus fontinalis* (brook trout):**

The mean pH values after slaughter vary between 6.99 and 7.19, with a generally small standard deviation. At 24 hours after slaughter, the mean pH values range from 6.87 to 6.90, and the standard deviation remains relatively constant across different batches. Interpreting these data can indicate how the meat pH varies depending on the fish species and post-slaughter time, which can be important for assessing quality and establishing optimal storage or processing conditions for fish meat.

Table 1

The pH value of the muscles from the studied trout

Species		After slaughter		After 24 hours	
		$\bar{x} \pm s_x$	V%	$\bar{x} \pm s_x$	V%
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	PC ₂	6.97±0.07	1.73	6.79±0.04	1.87
	PC ₃	7.07±0.04	1.84	6.80±0.08	1.82
	PC ₄	7.12±0.06	1.92	6.82±0.11	1.89
<i>Salvelinus fontinalis</i>	PF ₂	6.99±0.05	1.72	6.87±0.07	1.64
	PF ₃	7.11±0.04	1.84	6.89±0.06	1.71
	PF ₄	7.19±0.05	1.93	6.90±0.06	1.79

The content of easily hydrolyzable nitrogen is an indicator that can exclude from consumption products obtained from fishing that are unsuitable. The reference values of this indicator are: 25 mg/100g for fresh fish, maximum 35 mg/100g for relatively fresh fish, and over 35 mg/100g for spoiled fish. In the case of the analyzed trouts, the easily hydrolyzable nitrogen at the initial moment varied between 19.11 mg/100 g for rainbow trout and 19.13 mg/100 g for brook trout. Over the storage period, the values progressively increased, indicating meat deterioration, so it became unsuitable for consumption after 8 days of storage at temperatures of 2–4°C (33.62 mg/100 g for rainbow trout and 34.61 mg/100 g for brook trout). At the end of the storage period under refrigeration conditions, the values of the content of easily hydrolyzable nitrogen indicated spoiled meat (37.33 mg/100 g for rainbow trout and 37.43 mg/100 g for brook trout) (Table 2). From the analysis of the Eber and Nessler reactions for free ammonia and hydrogen sulfide, it resulted that the period during which the meat can be stored under refrigeration conditions is 3-4 days, after which it rapidly deteriorates (Table 2).

Assessment of the state of freshness during refrigerated storage of the analyzed trout

Retention period (days)	Easily hydrolyzable nitrogen (N) (mg/100 g)	Free ammonia (NH ₃)		H ₂ S
		Eber reaction	Nessler reaction	
<i>Oncorhynchus mykiss</i>				
Initially	19.11	negative	negative	negative
4	22.49	weakly positive	weakly positive	weakly positive
8	33.62	positive	positive	positive
12	36.74	positive	positive	positive
15	37.33	positive	positive	positive
<i>Salvelinus fontinalis</i>				
Initially	19.13	negative	negative	negative
4	24.63	weakly positive	weakly positive	weakly positive
8	34.61	positive	positive	positive
12	36.88	positive	positive	positive
15	37.43	positive	positive	positive

Key words: meat quality, fish, trout, fish growing system

REFERENCES

1. Mozduri G., Lomidze N., Meskhi T., Mikeladze D. (2018). Quality and safety of rainbow trout meat obtained from different production systems. Georgian Medical News, (12), 38-42.
2. Capillo G., Azzaro M., Cumbo V., La Barbera L., Maricchiolo G. (2019). Quality characteristics of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in different farming systems. Italian Journal of Food Safety, 8(2), 8141.
3. Syahidah A., Laila L., Arum S. (2020). Comparison of meat quality characteristics of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) obtained from different farming systems. Indonesian Journal of Aquatic Sciences, 4(1), 33-39.
4. Xu X., Yue Y., Sun Q., Wang J., Chen J., Liu Q., Zhang J. (2021). Meat quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from different culture systems. Aquaculture Reports, 20, 100689.
5. Gunzel B., Aksoy M., Celik M. (2018). Effects of different culture systems on some meat quality characteristics of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of FisheriesSciences.com, 12(2), 514-523.
6. Topcu Y., Sisman T. (2019). The comparison of meat quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) obtained from different farming systems. Aquatic Science and Technology, 7(2), 98-105.
7. Turkmen M., Temiz F., Turkmen M., Erdogan S. (2020). Quality characteristics of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) meat obtained from different culture systems. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 20(10), 879-887.
8. Akyol İ., Yildiz M., Metin S., Ateşoğlu Y., Menten A. (2021). Meat quality characteristics of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) obtained from different farming systems. Aquaculture International, 29, 1463–1475.

AN ALTERNATIVE APPROACH TO AGRICULTURAL EQUIPMENT TRACKING USING LORA WIRELESS COMMUNICATION INFRASTRUCTURE

LORA KABLOSUZ İLETİŞİM ALTYAPISI İLE TARIMSAL EKİPMAN TAKİBİ ÜZERİNE BİR ÇÖZÜM ÖNERİSİ

Yasin USLUGİL

KTO Karatay University, Vocational School of Trade and Industry, Department of
Electronics and Automation, Konya, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7077-2300>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Agricultural equipment's on-field location tracking is essential, not only for monitoring the completion rates and durations of agricultural processes but also for keeping track of the total working hours crucial for equipment maintenance. This study delves into the development of a tracking device incorporating LoRa infrastructure, aiming to ensure efficient battery consumption while enabling effective field monitoring of agricultural equipment.

Materials and Methods: In this study, an innovative tracking system is being developed utilizing an advanced LoRa wireless communication platform, comprising a minimum of two devices that can be modularly expanded in quantity. In this system, one device remains connected to the internet, collecting data from other LoRa modules. Some agricultural lands in our country still lack access to even GSM infrastructure, and this device aims to establish wireless communication up to 15 km using LoRa. As data transfer can occur automatically when entering the range, the system enables operation over longer distances. It has been observed and exemplified that the fixed device can utilize GSM or Wi-Fi infrastructure for internet connectivity.

Results: Agricultural equipment's location tracking proves valuable not only for determining its whereabouts but also for monitoring the total operational time. It is now apparent that this study could be employed by equipment manufacturers for warranty tracking, representing an additional avenue for further investigation.

Discussion and Conclusion: This system is observed to enhance efficiency in agricultural equipment, preventing downtime due to mid-season maintenance. LoRa, with its efficient battery usage and long range, has been recognized as highly suitable for open-field agricultural applications. It has been determined that even at this extended range, the capacity to transfer data at least once per second is sufficient for location tracking purposes.

Key Words: Agricultural equipment tracking, farm machinery, LoRa wireless technologies, digitalization in agriculture.

ÖZET

Giriş ve Amaç: Tarımsal ekipmanların sahada konum takibi gerek tarımsal proseslerin tamamlanma oranını ve tamamlanma sürelerini takip etmede gerekse ekipmanların bakımı için önemli olan toplam çalışma süresini takip etmede önemli ve gereklidir. Bu çalışma tarımsal ekipmanların sahada takibi için Lora altyapısı içeren ve verimli bir pil tüketimi vaad eden takip cihazı geliştirilmesini konu alır.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmada en az iki cihazdan oluşan ve cihaz sayısı modüler olarak artırılabilen, yenilikçi Lora kablosuz iletişim platformunu kullanan bir takip sistemi geliştirilmektedir. Bu sistemde bir cihaz internete bağlı bir durumda bulunmakta ve diğer Lora modüllerden veri toplamaktadır. Ülkemizdeki tarım arazilerinin bazılarının halen GSM altyapısına bile erişimi yoktur ve bu cihaz ile 15km'ye kadar Lora ile kablosuz iletişim hedeflenmektedir. Otomatik olarak menzil içerisine girildiğinde veri transferi yapılabileceğinden daha uzun mesafelerde de çalışma mümkün olacak, menzil içerisine ilk girildiğinde veri aktarımı gerçekleşecektir. Sabit olan cihazın internet bağlantısında GSM veya Wifi altyapısı kullanılabileceği görülmüş ve örneklenmiştir.

Bulgular: Tarım ekipmanlarındaki konum takibinin yalnızca ekipmanın konumunu değil çalışma süresini de tespit edebilme açısından bakım için çok önemli olduğu görülmüş, ilerleyen çalışmalarda bu verinin garanti takibi için tarım makinesi üreticileri tarafından da kullanılabileceği görülmüştür.

Tartışma ve Sonuç: Bu sistemin tarımsal ekipmanlarda verimliliği arttıracığı, sezon ortasında olan bakım kaynaklı durmaları engelleyeceği görülmüştür. Lora'nın ise verimli pil kullanımı ve uzun menzili ile açık arazide tarım uygulamalarında çok uygun olduğu görülmüş ve bu uzun menzilde dahi saniyede en az bir defa veri aktarabilme kapasitesinin konum takibi için yeterli olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tarımsal ekipman takibi, tarım makineleri, Lora kablosuz teknolojiler, tarımda dijitalleşme

**EVALUATION OF THE EFFECTS OF ETHANOLIC EXTRACTS OF BALANITE
AEGYPTIACA L'DELILE BARK ON BIOCHEMICAL AND HAEMATOLOGICAL
PARAMETERS IN WISTAR RATS**

Brahim Sow

Abdelhalem Mesfioui

AZEROUAL EMBAREK

Moulay Larbi Ouahidi

Biology and Health Laboratory (BHL), Faculty of sciences, Ibn Tofail University, Kenitra,
Morocco.

Abstract

Medicinal plants are widely used in Africa, particularly in rural areas, to meet primary care needs. Among the plants used is *Balanites aegyptiaca* L Delile (BA), which is prized for its anti-hyperglycaemic properties. In order to verify its acute toxicity, the ethanolic extract of the aqueous stems of the bark of *Balanites aegyptiaca* L Delile from this plant was administered at a single dose of 500 mg/kg, 2000 mg/kg, 3000 mg/kg and 5000 mg/kg body weight (bw) to four groups of 20 female and male rats. The control groups, also consisting of 12 female and male rats, received physiological water only. During the 14-day observation period, all clinical signs and deaths were reported. At the end of the study, the LD50, haematological and biochemical blood parameters and liver and kidney histological examinations were carried out. The results showed that administration of the ethanolic extract of the aqueous bark stems of *Balanites aegyptiaca* L Delile did not alter the behaviour of rats and the estimated LD50 was greater than 5000 mg/kg bw. Evaluation of haematological and biochemical parameters revealed a significant decrease ($p < 0.05$) in white blood cell count and platelet count, and a significant increase ($p < 0.05$) in creatinine and total cholesterol. Histological studies showed no liver or kidney damage, apart from liver apoptosis. This study showed that the ethanolic extract of the aqueous stems and bark of *Balanites aegyptiaca* L Delile could, at high doses, cause haematotoxicity, nephrotoxicity and hepatotoxicity.

Keywords: *Balanites aegyptiaca* L Delile, haematology, biochemistry, rat.

DIAGNOSTICS AND OPTIMIZATION OF PHOSPHATE STATUS OF SOILS BASED ON BUFFERING INDICATORS

Prof. Dr. Roman Truskavetskyi

National Scientific Center “Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after A. N. Sokolovsky”, Kharkiv, Ukraine
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2542-8527>

PhD Candidate Zubkovska Viktoriia

National Scientific Center “Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after A. N. Sokolovsky”, Kharkiv, Ukraine
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8124-8635>

PhD Candidate Khyzhniak Iryna

National Scientific Center “Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after A. N. Sokolovsky”, Kharkiv, Ukraine
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4950-3752>

ABSTRACT

Diagnostics of the trophic regime of soils is one of the main factors of managing their fertility, therefore the search of the most accurate and representative diagnostic methods is becoming more relevant in current conditions of the development of agriculture and systematic management of soil fertility. The preservation and reproduction of soil fertility, as well as the profitability of using fertilizers and ameliorants, depends on the accuracy and quality of the diagnostics which will be carried out. It was determined that all existing methods of diagnosing the phosphate state are based only on the using the various extractants that are adapted to the soil environment, such as its acid-base state, carbonate content, and granulometric composition. Our long-term studies have shown that the phosphate state of the soil is most objectively assessed by the phosphate buffer ability, which is based on the phosphate buffer capacity and the concentration of phosphate ions (pP) in the soil solution. According to the buffering curve, it could be determined the quantity of phosphorus fertilizers should be applied per the certain soil mass, or other technological measures for changing the actual value of the phosphate intensity factor (PIF) into the optimal state. For all soils, the upper limit of the permissible PIF is determined at the level of 3.1–3.3 units, regardless of their phosphate buffer capacity. As to soils with medium and high buffer capacity, it is almost impossible to achieve this value. It is substantiated to use the soil self-regulation processes in diagnosing the trophic regime of soils. Therefore, we have developed a diagnostic-optimization graphic model of phosphate status of soils based on the buffering curve with the application of the optimal parameters of the phosphate state on it. The parameters of the phosphate-buffering properties of soils were determined, which made it possible to improve the method of diagnosing the phosphate state, the level of its stability, and ways of optimization.

Key words: soils, phosphate-buffering, diagnostics, phosphate status, optimization of phosphate status, phosphate intensity factor.

THE USE OF MICROARRAY TECHNOLOGY IN PERSONALIZED MEDICINE

Madalina Alexandra DAVIDESCU

Ion Ionescu de la Brad” University of Life Sciences, Faculty of Food and Animal Sciences,
Mihail Sadoveanu Alley, no. 3, 700489, Iasi, Romania

Bogdan Iosif DOBOS

Gheorghe Asachi Technical University of Iași, Faculty of Material Science and Engineering
Bd. Dimitrie Mangeron, no.67, 700050, Iasi, Romania

Alexandru USTUROI

Ion Ionescu de la Brad” University of Life Sciences, Faculty of Food and Animal Sciences,
Mihail Sadoveanu Alley, no. 3, 700489, Iasi, Romania

Madalina Iuliana IORDACHE

Providenta Hospital Laboratories, Iasi, Nicolina Alley, no. 115, 700714, Romania

Marius Giorgi USTUROI

Ion Ionescu de la Brad” University of Life Sciences, Faculty of Food and Animal Sciences,
Mihail Sadoveanu Alley, no. 3, 700489, Iasi, Romania

ABSTRACT

The use of microarrays in biomedical research, is not only limited to determining the gene expression profile, being also used to detect CNV-type changes (DNA or chromosomal copy number variation) at the level of the entire genome, with a high resolution, up to at a level of 5-10 kilobases and even up to 200 bp resolution in the case of high-resolution array CGH (HR-CGH) variants. A microarray chip can be defined as a gene expression analysis assay that consists of a micromembrane or a glass slide on which DNA samples of several genes are arranged in a regular manner. Probes can be DNA, cDNA or oligonucleotides. The features of these analysis tools allow the systematic and massive study of an organism's genetic expression (Table 1).

Table 1. Types of microchips

Types of microchips	Applications
CGH chips (comparative genomic hybridization arrays)	✓ tumor classification ✓ risk evaluation ✓ predicting prognosis
Expression Analysis Chips gene (chips for detecting changes in gene expression level)	✓ the development of new drugs ✓ assessment of response to medication ✓ the development of drug therapy
Analysis chips a mutations/SNPs (chips for analysis of mutations or polymorphisms)	✓ the development of new drugs ✓ assessment of response to medication ✓ the development of drug therapy ✓ following the evolution of diseases

A microarray chip consists of a small solid support on which are fixed, in well-defined positions, samples containing the DNA sequences of hundreds or thousands of different genes. The support usually consists of microscope slides (glass) of the usual size or can be made of silicone or polymer membranes (nylon). DNA samples are printed, in the form of dots or synthesized directly on the support. It is very important that the DNA samples are fixed to the support in a well-defined order because the identification of genes is based on their localization in the microarray.

The basic principle of the microarray technique is similar to the principle of Southern blot (DNA-DNA hybridization), respectively Northern blot (RNA-DNA hybridization) and is based on the complementarity of gene sequences to recognize each other and to detect the presence or absence of DNA- of the RNA of interest, using a series of radiological, fluorogenic or chemiluminescent detectors.

Currently, microarrays are considered very powerful tools in the medical field. This new technology enables disease diagnosis and a better understanding of how gene expression is altered in various medical conditions. Moreover, it allows the comparison of a control tissue and a tissue treated with a certain drug, to study the effects of a possible medical treatment. To do this, the normal state and the diseased state are compared before and after the administration of the drug. It can also determine why certain drugs lead to unwanted side effects.

Key words: chip, DNA analysis, genomic analysis, microarray

REFERENCES

1. Pabinger S, Rödiger S, Kriegner A, Vierlinger K, Weinhäusel A. (2014). Microarrays in personalized medicine and clinical practice - pre-analytical, analytical, and post-analytical factors. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 406(26), 6285-6308. DOI: 10.1007/s00216-014-7623-y
2. Fatemi SH, Folsom TD, Rooney RJ, Thuras PD. (2013). Microarray technology: a review of new strategies to discover candidate vulnerability genes in psychiatric disorders. *American Journal of Psychiatry*, 170(2), 190-198. DOI: 10.1176/appi.ajp.2012.12060743
3. Sørlie T, Perou CM, Tibshirani R, Aas T, Geisler S, Johnsen H, Hastie T, Eisen MB, van de Rijn M, Jeffrey SS, Thorsen T, Quist H, Matese JC, Brown PO, Botstein D, Lønning PE, Børresen-Dale AL. (2002). Microarray analysis of breast cancer progression. *Cancer Biology & Therapy*, 1(2), 183-189. DOI: 10.4161/cbt.1.2.192
4. Nguyen DV, Rocke DM. (2008). Microarray technology and its applications for comparative genomics. *Methods in Molecular Biology*, 452, 57-78. DOI: 10.1007/978-1-59745-548-0_10
5. Bhartiya D. (2012). Microarray technology: a review. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*, 16(2), 304-307. DOI: 10.4103/0973-029X.92974
6. Akeno N, Robins DM. (2007). Microarray gene expression profiling of mouse neuroblastoma Igf1r-knockdown cells: insights into receptor tyrosine kinase signaling. *Cancer Letters*, 253(2), 219-229. DOI: 10.1016/j.canlet.2007.09.004

ENDOFİT BAKTERİLERİN FASULYE BİTKİSİ İLE BESLENEN BAKLA YAPRAKBİTİ [*Aphis fabae* SCOPOLI (HEMIPTERA: APHIDIDAE)]'NİN POPÜLASYON YOĞUNLUĞUNA OLAN ETKİSİ

THE EFFECT OF ENDOPHYTE BACTERIA ON THE POPULATION DENSITY OF THE BROAD BEAN APHID [*Aphis fabae* SCOPOLI (HEMIPTERA: APHIDIDAE)], FEEDING ON BEAN PLANT

Mehmet YILMAZ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Biyometri ve Genetik Anabilim Dalı, Van, Türkiye, 1ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Abdullah YEŞİLOVA

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Biyometri ve Genetik Anabilim Dalı, Van, Türkiye, 1ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Ahmet AKKÖPRÜ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Van, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Evin POLAT AKKÖPRÜ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Van, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

ÖZET

Bakla yaprakbiti, *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae) ülkemizde ve dünyada başta fasulye ve bakla olmak üzere birçok bitki ile beslenen önemli bir zararlıdır. Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR), gübre ve pestisit kullanımını azaltarak çevre dostu tarımın geliştirilmesine alternatif olarak kullanılmaktadır. Endofitik bakteriler (EB); doğada bitkilerin büyümesini, gelişimini, streslere, hastalık ve zararlılara toleransını ve adaptasyonunu arttıran rizobakterilerdir (PGPR). Bu araştırmanın amacı, EB'lerin fasulye (*Phaseolus vulgaris*) üzerinde beslenen *A. fabae*'nin popülasyon yoğunluğu üzerindeki etkisini incelenmiştir. Çalışma iklim odalarında yürütülmüştür ve EB izolatları uygulanmış fasulye bitkileri üzerinde beslenen *A. fabae*'nin popülasyon yoğunluklarına ait veriler elde edilmiştir.

Kontrol grubuna göre tüm EB izolatlarına ait popülasyon yoğunluğunun istatistiksel olarak önemli olduğu yani popülasyon yoğunluğunun daha düşük yoğunlukta olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubuna göre en düşük popülasyon yoğunluğu G109K2 (%78 azalttığı) ve G118K1T (%74 azalttığı) izolatlarında saptanmıştır.

Sonuçlarımız, EB'lerin, zararlılara karşı alternatif mücadele olanaklarına katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: *Aphis fabae*, Endofit bakteri (EB) (PGPR),

ABSTRACT

Broad bean aphid, *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae), is an important pest in our country and around the world that feeds on many plants, especially beans and broad beans. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) are used as an alternative to developing environmentally friendly agriculture by reducing the use of fertilizers and pesticides. Endophytic bacteria (EB); They are rhizobacteria (PGPR) that increase the growth, development, tolerance and adaptation of plants to stresses, diseases and pests in nature. The aim of this research was to examine the effect of EBs on the population density of *A. fabae* feeding on beans (*Phaseolus vulgaris*). The study was carried out in climate chambers and data on the population densities of *A. fabae* feeding on bean plants treated with EB isolates were obtained.

It was determined that the population density of all EB isolates was statistically significant compared to the control group, that is, the population density was lower. The lowest population density compared to the control group was detected in isolates G109K2 (decreased by 78%) and G118K1T (decreased by 74%).

Our results show that EBs may contribute to alternative control opportunities against pests.

Key words: *Aphis fabae*, Endophyte bacteria (EB) (PGPR),

THE EFFECT OF FASCIOLASIS ON FERTILITY

FASCIOLOSISIN VERİMLİLİK ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Hasan KANBAROV

Nakhchivan State University, Faculty of Natural Sciences and Agriculture, Department of
Veterinary Medicine, Nakhchivan, Azerbaijan
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-9932-0500>

Introduction and purpose. Animal husbandry is developing rapidly in Nakhchivan MR and has a special importance in increasing safe food products. Consistent studies are carried out in this direction, improving the breed composition of existing livestock, timely detection and prevention of diseases, and frequent preventive measures in animals lead to increased productivity. In the lowlands, mainly the meat-dairy direction is being developed, which makes it possible to increase both the number of cattle and the production of the main livestock products in the autonomous republic. Relevant studies have been carried out in the field of animal husbandry, which plays an important role in providing local food products to the population and in the development of the processing industry, and a natural feed basis has been provided for cattle and sheep.

However, there are a number of negative factors that affect the development of animal husbandry and the purchase of healthy food products, and the most important of them is helminthiasis. Among these diseases, fasciolosis should be mentioned in particular. We decided to conduct research in this direction by targeting the effect of fasciolosis on production in farm animals.

Fasciolosis is a disease caused by the trematodes *Fasciola hepatica* (Linnaeus 1758) and *Fasciola gigantica* (Jebbald 1856) belonging to the Fasciolide family. Of these, *F. hepatica* is called ordinary fasciola, and *F. gigantica* is called giant fasciola. The development cycle of the helminth is completed in 2 host organisms, the main host being human, cattle, sheep, goat, water buffalo, horse and pig, and the intermediate host is freshwater snails of the genus *Limnea*. Adult helminths invade the host's liver.

Material and methodology. In 2023, research was conducted in various livestock farms and slaughterhouses of the Nakhchivan Autonomous Republic.

Suspected infected livers were collected from slaughtered animals and examined in the laboratory. During the examination, different numbers of helminths were detected depending on the degree of infection.

Suspected infected animals were examined in various livestock farms of the autonomous republic. The diagnosis of Fasciolosis was made after the clinical symptoms of the disease were determined.

Experimental part and result. It was determined that the livers affected by the disease were not suitable for food.

By analyzing the anamnesis data and clinical conditions of infected animals, we reached the following conclusions:

- Infected animal livers become unusable or are given to dogs and cats after certain procedures;

- decrease in the quantity and quality of milk (20-40% milk loss in cows);
- decrease in the quantity and quality of meat (7-10% meat loss in cattle, 20-25% meat loss in sheep);
- causes 20-29% wool loss in sheep;

The decrease in the body's general resistance as a result of the disease leads to many diseases. It also causes infertility by affecting the sexual activities of animals. However, the opportunities to provide quality meat and dairy products to the population decrease and livestock farms suffer serious losses.

Key words: Fasciolosis, reproduction, productivity, economic loss

Giriş ve amaç. Nahçıvan MR'da hayvancılık hızla gelişmekte olup, güvenli gıda ürünlerinin artırılmasında özel bir öneme sahiptir. Bu doğrultuda tutarlı çalışmalar yürütülmekte, mevcut besi hayvanlarının cins kompozisyonunun iyileştirilmesi, hastalıkların zamanında tespiti ve önlenmesi, hayvanlarda sık önleyici tedbirlerin alınması verimliliğin artmasına yol açmaktadır. Ovalarda esas olarak et-süt ürünleri yönü geliştirilmekte, bu da özerk cumhuriyette hem sığır sayısını hem de ana hayvancılık ürünlerinin üretimini artırmayı mümkün kılmaktadır. Yerel gıda ürünlerinin nüfusa sunulmasında ve işleme sanayinin gelişmesinde önemli rol oynayan hayvancılık alanında ilgili çalışmalar yapılmış, büyükbaş ve küçükbaş hayvanlara doğal yem temeli sağlanmıştır.

Ancak hayvancılığın gelişmesini ve sağlıklı gıda ürünlerinin satın alınmasını etkileyen bir takım olumsuz faktörler vardır ve bunlardan en önemlisi helmintiazistir. Bu hastalıklar arasında fasciolosis'in özellikle belirtmek gerekir. Çiftlik hayvanlarında fasciolosis'in üretime etkisini hedef alarak bu yönde araştırma yapmaya karar verilmiştir.

Fasciolosis, Fassiolide familyasına ait *Fasciola hepatica* (Linnaeus 1758) ve *Fasciola gigantica* (Jebbold 1856) trematodlarının neden olduğu bir hastalıktır. Bunlardan *F. hepatica*'ya sıradan fasciola, *F. gigantica*'ya ise dev fasciola denir. Helmint gelişim döngüsü, ana konakçı insan, sığır, koyun, keçi, manda, at ve domuz olmak üzere 2 konakçı organizmada tamamlanır, ara konakçı ise *Limnea* cinsi tatlı su salyangozlarıdır. Yetişkin helmintler konağın karaciğerini istila eder.

Materyal ve metodoloji. 2023 yılında Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin çeşitli hayvancılık çiftlikleri ve mezbahalarında araştırmalar yapıldı.

Kesilen hayvanlardan şüpheli enfekte karaciğerler toplandı ve laboratuvarında incelendi. Muayene sırasında enfeksiyonun derecesine bağlı olarak farklı sayıda helmint tespit edildi.

Enfekte olduğundan şüphelenilen hayvanlar, özerk cumhuriyetin çeşitli hayvancılık çiftliklerinde incelendi. Hastalığın klinik belirtileri belirlendikten sonra Fasciolosis tanısı konuldu.

Deneyisel kısım ve sonuç. Hastalıktan etkilenen karaciğerlerin gıdaya uygun olmadığı belirlendi.

Enfekte hayvanların anamnez verilerini ve klinik durumlarını analiz ederek aşağıdaki sonuçlara ulaştık:

- Enfekte olmuş hayvanın karaciğeri kullanılamaz hale gelir veya belirli işlemlerden sonra köpek ve kedilere verilir;
- sütün miktar ve kalitesinde azalma (ineklerde %20-40 süt kaybı);
- etin miktar ve kalitesinde azalma (sığırlarda %7-10 et kaybı, koyunlarda %20-25 et kaybı);
- koyunlarda %20-29 oranında yün kaybına neden olur;

Hastalık sonucunda vücudun genel direncinin azalması birçok hastalığa yol açmaktadır. Ayrıca hayvanların cinsel aktivitelerini etkileyerek kısırılığa neden olur. Ancak nüfusa kaliteli et ve süt ürünleri sunma imkanları azalmakta ve hayvancılık işletmeleri ciddi kayıplara uğramaktadır.

Anahtar kelimeler: Fasciolasis, üreme, verimlilik, ekonomik kayıp

NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS AFFECTING SOIL FORMATION OF SADAREK ADMINISTRATIVE REGIONE

Akim Axfordov

Nakhchivan State University, doctoral student, Faculty of Architecture and Engineering,
Department of Land Reclamation and Environmental Engineering
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-8628-306X>

Sahib Hacıyev

Nakhchivan State University, associate professor, Faculty of Natural Sciences and Agriculture,
Department of Geography
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-0489-6129>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: It is well-known that 7% of the Earth's landmass, equivalent to 954 million hectares, is affected by salinated and saline soils. Calculations indicate that approximately 1 million hectares of land leave the crop cycle annually due to salinization and related processes. These environmental issues, including salinization, waterlogging, and other adverse factors, are observed globally and within our country, particularly in the territory of the Autonomous Republic and the lands under the jurisdiction of the Demirchi village municipality in the western part of the Sharur plain and the sloping plain of the same name in the Sadarak administrative district.

To address these challenges and safeguard soil fertility in the Sadarak administrative district, urgent research is deemed necessary. The primary objective of this study is to investigate the natural and anthropogenic factors influencing soil formation in Sadarak. The aim is to comprehend the genesis, causes, geographical distribution, and prevalence of salinization, salinization, waterlogging, and other detrimental factors impacting the local environment. The ultimate goal is to assess these issues accurately, formulate a classification, and implement necessary measures for environmental preservation.

Materials and Methods: The study encompassed an examination of both natural and anthropogenic factors shaping soils in the Sadarak administrative district, with a focus on the genesis and causes of salinization, salinization, waterlogging, and other detrimental processes. Existing research from foreign countries, Azerbaijan, and the Autonomous Republic, along with maps, literature, and methodical materials compiled by renowned scientists in the field, were collected and analyzed to inform the study.

The research drew upon the works of various foreign scientists such as (Дж. Ханвелл, М. Ньюсон 1977, V. Volobuev 1945-85, S. Babayev 1977-2000, G. Azizov 1990-2004, A. Guliyev 1977-2020, S. Hajiyev 1976-2023, N. Bababeyli 1995-2021, R. Amirov, P. Fatullayev 2012), among others.

Traditional geographical research methods, including observation, historical analysis, statistical analysis, stationary research (on-site), cartographic analysis, and forecasting, were employed. Additionally, modern techniques based on the latest technologies, including geographic information systems, were incorporated into the research.

Results: The study successfully examined both natural and anthropogenic factors influencing soil formation in the Sadarak administrative district, determining their potential impacts. Simultaneously, the research identified negative natural and anthropogenic processes, such as salinization and waterlogging, affecting soil fertility.

Discussion and Conclusion: In the analysis of the natural and anthropogenic factors influencing soil formation in the research area and the origin of salinization, waterlogging, and other factors contributing to the negative processes impacting its environment, the causes of their occurrence were thoroughly examined. Moreover, recommendations for implementing necessary measures were provided.

Keywords: Relief, geographical factors, eco-geography, soil, salinization, waterlogging.

Introduction and Objective: The geographical location of the Sadarak administrative district within the Nakhchivan Autonomous Republic is emphasized. The Sadarak district is situated to the west of the Nakhchivan Autonomous Republic. The low mountain range of Deralyaz, starting from the mountains Saraybulag, extends to the Araz river in the north and northwest direction. The Sadarak district borders the Republic of Armenia to the northwest, Turkey to the southwest, and Iran Islam Republic to the southwest. Additionally, it shares its eastern border with the Sharur administrative district.

The district covers an area of 15 square kilometers, which includes the plains of Sadarak and Sharur. Approximately 7% or 954 million US dollars of this area is saline, making it unsuitable for agriculture. It is estimated that about 1 million hectares of land are sown under saline conditions annually, leading to the degradation of fertile land.

In the Nakhchivan Autonomous Republic, about 2 thousand hectares of land lose fertility annually for various reasons, thereby leaving the agricultural cycle. The Sadarak administrative district, located in the western part of the plain, is affected by this decline. Soil salinization in these areas results in low productivity of natural and cultural plants, leading to landscape changes. The processes of salinization and bogging occur predominantly in hot, dry, semi-desert, desert, semi-humid areas, and river waters, filling in hollows.

Observations and research have revealed that anthropogenic factors in the territory contribute to soil fertility deterioration. Natural degradation processes, combined with human incompetence, alter the physical and chemical properties of the soil, causing harm. It is crucial to identify the origin and geography of salinization, salinization, bogging, and other factors, diagnose them correctly, and classify them for scientific and practical purposes. Despite the availability of scientific research and recommendations, these problems remain unresolved or require clarification.

To summarize, the text discusses the environmental challenges faced by the Sadarak administrative district and emphasizes the importance of addressing these issues for the sustainability of the region.

The purpose. The Sadarak administrative region is confronting salinization issues that necessitate further research and intervention. There exists a deficiency of detailed information concerning the origins of salinization, its classification, and the criteria for evaluating land reclamation conditions. It is of utmost importance to conduct research in these domains to safeguard the soil fertility of the Sadarak administrative district.

The purpose of this study is to scrutinize the impact of both natural and anthropogenic factors on soil formation within the Sadarak administrative region. A thorough examination of the origin, classification, and geographical distribution of salinization, waterlogging, and other factors will be undertaken. The ultimate goal is to accurately diagnose these issues and devise effective strategies for their mitigation.

Materials and Methods: In the process of analyzing physical-geographic factors such as relief, geological structure, geomorphology, climate, hydrological conditions, and plant and animal families, we will gain a comprehensive understanding of natural degradation processes such as erosion, salinization, and waterlogging. Additionally, we will explore anthropogenic influences like population density, grazing, land use, and industrial activities.

By examining the works of Azerbaijani and autonomous republic scientists, as well as foreign scholars like J. Hanwell, M. Newson, V. Volobuev, S. Babayev, G. Azizov, A. Guliyev, S. Hajiyev, N. Bababayli, R. Amirov, P. Fatullayev, and others, we will acquire valuable insights and resources to support our research. We will also reference studies conducted by G. Mammyadov, A. Hashimov, and X. Jafarov on the reclamation of saline and salinized soils in Azerbaijan, as well as works by M. Babayev, M. Mustafayev, A. Guliyev, and M. Isgandarov that focus on flood restoration, ecomeliorative assessment, and land reclamation

The methodology will be informed by the latest research findings, maps, literature, and methodological resources. Through a meticulous analysis of these materials, we aim to comprehensively assess the physical-geographic factors and degradation processes that affect the Sadarak administrative region. This will allow us to develop effective strategies for soil conservation and sustainable land management in the region.

Relief conditions of the area. Sadarak administrative district is mountainous, foothills and plains covering, from the north-west the mountains of the Saraybulag range (Kirmyzi tepe, Mil dagu, Uchubiz, Ajdakan, Teykar, etc.), the foothills of the Dashburun and Karaburun mountains from the north, the Ağrı plain in the northwest, bordering Araz in the southwest and Dahna and Validag heights in the north and southeast connects with the western part of the Sharur plain.

Sadarak and Western Sharur plains, which form the main area of the administrative region soil compared to other landforms, playing a positive role in the soil formation process is selected by the thickness of the layer. Relief as a soil-cultivating factor in the formation of soil cover is directly involved and its role is mainly due to changes in the effect of climatic conditions on the soil it depends.

The relief of the Sadarak Plain consists of plains and sloping plains in some areas. Sadarak plain, a little west of the railway line, from the part where the Jahanna valley comes out into the plain continues right. It consists of the cones of Jahannam valley. East of the valley flood deposits consisting of large stones are spread in the form of wide strips. These sediments mainly continue to Karaagac village. To the south-west of the village, mainly alluvial and proluvial sediments form. This plain is located between 800-1000 meters from the north it is inclined to the south and from the west to the east (Babayev 1999).

Geological structure. Sadarak and Western Sharur plains are formed according to their geological structure Quaternary sediments are of special interest from the hydrogeological point of view. Sediments of this period it is mainly of alluvial, proluvial, delluvial origin and has different composition and thickness. In the north-eastern part of the foothills of the plain, those sediments are Çanağçıçay and Bağırsgadaresi.

There were sediments brought by the rivers, the composition of which is probably gravel filled with sand grains it is similar to large river stones with pebbles. In this part, the thickness of sediments reaches 70 meters. In the foothills zone, towards the south-west, towards the Arazkanari terrace, the pebbles are gradually fractionated it is replaced by sediments - small-sized pebbles, sands, sands and gravels. Sediments its total thickness reaches 197 meters in the Arazkanari zone. Quaternary sediments that make up the boundary zone in a vertical cross-section It is divided into 3 different floors. It is composed of sand and small pebbles, up to 65 meters thick the upper floor, the middle floor made of 35-meter-thick porous gravel and interspersed sand consisting of fine river stones in the upper part, and large river stones in the lower part, up to 97 meters thick and there is a third floor filled with gravel. Studying the composition of rocks in soil research is important because it it transfers its properties to the soil and is a mother in the agronomic evaluation of the soil rocks should be especially considered. The most valuable rocks are carbonate-rich loess, loess-like are considered to be nuts. Poor parent rocks can be quartzite and sand (Hajiyev 2009).

Geomorphological structure. Geomorphologically, plains and sloping plains are weak and moderate fragmented. As a result of our investigations, it was determined that the area geomorphologically, it is divided into 2 parts, southwestern Arazkanari terrace and northeastern Canagchichay it is separated into the cone it has taken. The northeastern and southern edges of the plain are Middle and Upper Devonian, Rerm and It is composed of Carboniferous quartz limestones, and the foothill zone is composed of sandstones and clays surrounded by shists. Those rocks towards the central, Arazkanari part of the plain deepening, it is covered with Miocene and Quaternary sediments (Babayev 1999).

Hydrological and hydrogeological conditions influence the soil cultivation processes significantly. Therefore, studies on soil composition, sediment formation, and groundwater hydrogeology are essential in understanding the area's hydrological and hydrogeological structure.

The geological structure, rock composition, and hydrological and hydrogeological conditions of the research area are of particular interest. Our research has established that in the Sadarak and Western Sharur plains, the Quaternary sediments are mainly characterized by unpressured groundwater, with pressurized water present in the lower layers of the Arazkanari sediments.

In the administrative region, the river network is underdeveloped, with the Bagirsagdaresi river being the only temporary river formed from rain and snow water. This river is dry for most of the year, and water is sourced from the Arpachay reservoir and the Araz river for agricultural use.

The Quaternary sediments in the Sadarak plain are mainly characterized by unpressured groundwater, with the presence of pressurized underground water in the lower layers. Deep trenches should be dug parallel to the Araz River to lower the groundwater level and prevent soil salinization.

In the main part of the Arazkanari terrace, the seepage coefficient is about 1 m/day, characterized by sediments filled with pebbles and granular sand. In the narrow strip part of the plain along the railway, the sediment filtration coefficient varies between 1-5 m/day.

In the cone of Chanakchichay and the Arazboyu part of the plain, the sediment filtration coefficient is 5-10 m/day, characterized by clean washed sands, interspersed with sand and gravel filled pebbles. The largest percolation coefficient is in pebbly river stones, with the filtration coefficient of permeable sediments along this strip varying between 10-15 m/day.

Plants and animals. The vegetation in the Sadarak and Western Sharur plains mainly consists of semi-desert and, to a lesser extent, tala-tala desert plant cover. These formations are rich in semi-desert formations, including xerophytic, halophytic, and haloxerophytic shrubs and semi-shrubs. During mid-summer and autumn, biological productivity is higher due to the intensive development of ephemerals and ephemeroïds.

Invertebrate animals play an important role in the formation of organic residues in the soil, with their digestion apparatus and physico-chemical properties changing the mineral parts of the soil.

Anthropogenic relief, which has been changed and created by human activity, has left deep traces on the environment over centuries. This includes the conversion of natural landscapes into cultivated plant landscapes, leading to agro-landscapes.

Natural degradation processes and anthropogenic factors have led to the decline in fertility and exit from crop rotation in some areas. It is clear from our research and literature materials that the effect of natural degradation processes and anthropogenic factors on soil formation can be grouped into two categories: natural degradation processes and anthropogenic impact.

Natural degradation processes in the Sadarak administrative district include wind and water erosion, climate change-induced warming and drought, salinization, and the spread of rocks and bushes. Anthropogenic impacts include population density, grazing, deforestation, excessive soil use, irrigation, and soil disturbance from mechanical works and construction. (Pic 2.).



Pic 1, 2. Drought processes in the Sadarak plain

One of the natural degradation processes in the area is salinization and swamping. These processes occur in the Sadarak plain as a result of both natural processes and the incompetent effects of people. As a result, the soil loses its fertility and disrupts the crop cycle ((Pic. 3, 4).



Pic 3, 4 Processes of salinization and swamping in Sadarak Plain

In addition to the negative natural factors mentioned above, the administrative region's soil fertility has been further decreased due to strong floods. The floods have caused soil to be covered with stones and damaged by bushes due to drought, particularly in the foothills of the Sadarak plain and in the beds of all rivers flowing into the Araz river.

II. Anthropogenic Impact. Desertification is one of the main causes of land degradation, along with natural factors and anthropogenic effects (M. Babayev). Anthropogenic impact encompasses various forms of human activity that affect the environment, including the soil. People's unplanned behavior towards the land in various forms accelerates erosion processes in the area and often leads to the formation of wetlands. For instance, unsystematic grazing of animals in fields and the cutting of trees and bushes are primary factors that expedite erosion processes. An important factor to consider is the population settlement in the area, which is one of the various anthropogenic factors that contribute to desertification and land degradation in the administrative region.

The impact of population settlement on the soil is significant, with population density being a key factor affecting soil fertility. In the administrative region, lands surrounding densely populated areas like Heydarabad, Karaagac, and Sadarak villages are utilized efficiently for cultivation and natural plants. Conversely, in some farms and sparsely populated or non-existent areas, land is not used effectively. Consequently, the soils in these areas gradually lose fertility and undergo degradation processes, disrupting the agricultural cycle. Such occurrences are noted in the southern part of the Sadarak plain and in the mountainous regions of the administrative area. In addition to population density, which influences soil fertility reduction in the region, there are instances of unsystematic grazing of animals in winter and summer pastures, as well as the cutting of trees and bushes (Pic. 5, 6).



Pic. 5, 6. Unsystematic grazing of animals in winter and summer pastures, cutting of trees and bushes

At the same time, when the land is used under cultivated and natural plants in the area, as a result of improper observance of agrotechnical rules, the fertility decreases and the productivity decreases year by year. As a result of long-term use of torags and uncontrolled release of irrigation water, it leads to the following negative situations.

In some farms, the land is used continuously under the same plant for many years. This deteriorates the physical and chemical properties of the soil and causes a decrease in the productivity of plants.

One of the negative anthropogenic factors in the area is irrigation erosion caused by uncontrolled irrigation. Irrigation erosion, another type of water erosion, is common in irrigated areas in the foothills and lowlands. As a result of these processes, the upper fertile part of the soil is washed away, deep furrows and ravines are formed, and the soil becomes unusable.

When irrigation exceeds the norm, part of the water soaks into the soil, and the remaining part flows along the slope and washes away the fertile layer of the soil. In these places, the water-air regime of the soil deteriorates. The constant opening of the ditch during irrigation has a great influence on the formation of irrigation erosion in cultivated fields. At the same time, the fact that the areas are very concave and convex creates conditions for the formation of gobs. On the other hand, these waters, which are left uncontrolled for irrigation, collect in non-flowing places and create swamps. Irrigation erosion and swamping processes are observed in the agricultural areas of the administrative region. One of the negative anthropogenic impacts is the unplanned transport roads, construction materials, mining industry production in the area. These negative situations can also be found in lands degraded as a result of unplanned transport roads, transportation of sand and other construction materials from river beds and some mountainous, foothills and plain areas, leaving those areas in the form of ravines (Pic. 3, 4).



Pic. 7, 8. Useless and weedy canals on lands belonging to Demirchi village municipality

In the lower and upper parts of the Nakhchivan-Sadarak highway, due to the accumulation of water without a flow direction, swampy areas are created or the soil dries up and loses its fertility. Additionally, in the region, there are lands that are polluted due to unnecessary construction materials and household waste.

Results: The study investigated natural and anthropogenic factors influencing soil formation in the research object and determined potential opportunities. It also examined the origin of negative natural and anthropogenic processes (salinization, swamping, and others) affecting soil fertility loss.

Discussion and Conclusion: The study analyzed natural and anthropogenic factors affecting soil formation, the origin of salinization, swamping, and other negative processes affecting the environment, and the causes of their occurrence. It also outlined directions for implementing necessary measures.

To increase soil fertility in the research object, agrotechnical rules should be correctly followed. There are various measures to increase soil fertility in the researched areas, including the application of organic and mineral fertilizers to the soil. These fertilizers ensure seasonal and long-term adjustment of soil properties and regimes, normal nutrition of plants, and their growth and development. Normalizing the physical and chemical properties of soils is crucial for obtaining high and quality products from plants.

The Nakhchivan Autonomous Republic is a region rich in natural minerals. One such useful mineral with large reserves in the territory is zeolite mineral. (Amirov, 2012)

We have provided our recommendations and suggestions based on the research conducted by Amirov and Fatullayev in the field of experience at the "Nabatat" garden under the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Institute of Bioresources (Nakhchivan). It is recommended that the agrotechnical practices carried out in the experimental field of the "Nabatat" garden under the Institute of Bioresources (Nakhchivan), as well as the enhancement of the properties and regimes of organic and mineral fertilizers, and the seasonal and long-term regulation of zeolite mineral, should be applied in other farms of the autonomous republic (Pic. 9-16).



Pic.9,10. Zeolite mineral and grounding it into the soil



Pic 11, 12. Zeolite-applied corn crops and Grain gene pool



Pic 13, 14. Study of the effect of applied zeolite on bean and pea plants



Pic. 15, 16. Coverage of monitoring and conducted research in the autonomous republic seed farms in the local press

- In addition to the mentioned measures, considering the arid climatic conditions of the area (high aridity coefficient, high evaporation, low precipitation), and the small and uneven distribution of water resources, creating water reservoirs in the form of a cascade in the northern part of the administrative region and using modern irrigation systems (rainfall devices and drip synthetic pipes), creating a unified water network by cleaning water channels and ditches is one of the important issues.

-To effectively use cultivated and natural plants in the research facility, the level of groundwater should be maintained at a normal level by constant monitoring in the central and southern parts of the administrative region, and drainage networks should be established.

-Based on our observations, the causes and inclinations of the areas where saline and marshy lands spread from the central part of the Saderak administrative region to the banks of the Araz River (absolute altitude 813,802, 798 meters) were studied. Taking into account the slope of the area, it is necessary to drain the surface runoff and excess water towards Araz to clean the saline soils from harmful salts and drain the swamps.

Literature

1. Babayev S.Y. Geography of Nakhchivan Autonomous Republic. Baku: Elm, 1999, 298 p.
2. Babayev M.P., Gurbanov E.A. Study of desertification-soil gradation. Baku: Elm, 2008, 47 p.
3. Babayev M.P., Hasanov V.H. and b. Soil degradation. Baku: Elm, 2003, 48 p.
4. Azizov G.Z., Guliyev A.G. The salinized soils of Azerbaijan, their reclamation and increasing their fertility: Baku: AzIMU, 1999, 76 p.
5. Azizov G.Z., Hasanaliyev A.M. History of irrigation in Azerbaijan. Baku: AzTU, 2001, 103 p.
6. Azizov G.Z. Scientific analysis of the water-salt balance of the meliorated soils of Kura-Araz lowland and its results. Baku: Elm, 2006, 258 p.
7. Ahmadzade A.C., Hashimov A.C. Encyclopedia Reclamation and water management. Baku: Radius, 2016, 632 p.
8. Hajiyev S.A. Eco-geographic conditions of the lands of Nakhchivan Autonomous Republic. Baku: MBM, 2009, 108 p.
9. Hajiyev S.A. Environmental assessment of the lands of the Nakhchivan Autonomous Republic. Baku: MBM, 2010, 296 p.
10. Huseynov A.M., Huseynov N.V. Soil chemistry. Baku: Qanun, 2015, 584 p.
11. Babayev M.P., Gurbanov E.A. Study of desertification-soil gradation. Baku: Elm, 2008, 47 p.

12. Guliyev A.G. Ecomeliorative assessment of irrigated lands in Nakhchivan Autonomous Republic. Acami, Nakhchivan, 2004, 168 p.
13. Iskanderov M.Y. Reclamation of saline lands and the environment. Baku: 2018, 370 p.
14. Mammadov G.Sh., Azizov G.Z., Guliyev A.G. Reclamation of salinized soils in the Nakhchivan basin // News of ANAS. Series of biological sciences, 2004, No. 1-2, p. 67-70
15. Mammadov G.Sh., Khalilov M.Y. Ecology, environment and man. Baku: Elm, 2006. 608 p.
16. Mammadov G.S. Basics of soil science and soil geography. Baku: Elm, 2007, 552 p.
17. Mammadov G.Sh., Khalilov M. Y., Mammadov S.Z. Agroecology. Baku: Elm, 2010, 664 p.
18. Mammadov G.Sh., Hashimov A.C., Hasanov S.T., Verdiyev A.A. and b. Reclamation: Diagnosis and classification of salinized soils. Textbook. Baku: Elm, 2017, 308 p.
19. Aliyev G.A., Zeynalov A.K. Soils of Nakhichevan ASSR. Baku: Azernesh, 1988, 238 p.
20. Volobuev V.R. Ecology soil. Baku: Elm, 1963, 259 p.
23. L. A. Vorobieva, D. B. Ladonin, O. B. Лопухина и.т. ОПУХИНА и.т. Chemical analysis of soil. Questions and answers. Moscow 2012, 186 p.
24. Dobrovolski G.V. Degradation and protection of soils. M.: Nauka, 2002. 165 с.
25. Dzhebrailova G.G. Изучение засоления почвы и грунтовых вод в зона втуляция Вилашчайского водохранилища МС и ВХ, САНИРИ // Развитие водного хозяйства и мелиорации в Республика Узбезбилике в период к рыночной экономике. 2006, p. 33-34
26. Zakharov S.A. Soils of Nakhichevan ASSR. Baku: Az.FAN, 1939. 315 p.
27. Kovda V.A. Pathology of soils and protection of the biosphere // Prostranstvenno-vremennaya organization и funktsionirovanie počv, 1990, p. 8-43
28. J. Hanwell., M. Newson. Methods of geographic research. Izd-vo "Progress", Moscow 1977
29. Amirov Rashadat, Hajiyev Sahib. The role of the modern land map of the Nakhchivan Autonomous Republic in the agricultural system. Nakhchivan, "Ajami" NPB, 2012, 169 p.

CV DETECTION OF 7 ELEMENTS' DEFICIENCY IN TOMATO BY LEAF

Shahriyar Guliyev

Nakhchivan State University, Faculty of Architecture and Engineering, Department of
Electronics and Information Technology, Nakhchivan, Azerbaijan

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-3433-2816>

Ali Guliyev

Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition,
Antalya, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-2170-8509>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Every sphere of life is connected. Modular diverse fields are coherent and unique. Unlike Traditional Systems' isolative environments, Complex Systems outlook broader approaches and intern efficient solutions. The subject of the paper is food problem, the methodology being Deep Learning applied image analysis, the plant of experiment is tomato. The architecture consists of Agriculture & Chemical Abstracts, Data Science & Numerical Computation, Artificial Intelligence & Artificial Neural Networks, Computer Vision & Object Recognition, Software Engineering & Data Communication sciences.

Materials and Methods: As there are about 50 thousand plants used by people in the world (15 of them are staple food), tomato is one of the main plants grown among the top 15. It has a high role as an industrial product, too. The issue of obtaining a quality product and its cultivation as a high-yielding plant still persists. Magically, the deficiency of essential nutrients needed by tomato is visible on its leaves. And specifically, the aim of this work is to grow quality and productive plant by analyzing the leaves to find nutrient element deficiencies, and inform on factors that lead to deficiencies with their causes.

Results: Technically and computationally, it relies on realtime capturing the leaves of the plant from a solar-powered computer system recording imagery footage (CCTV /NVR); And if the area is open, an auto-scheduled mini-drone can initiate routine recording. Pre-processed output images are fed into the optimized ANN model (with the best weights). Foundation model is YOLO (v8) from Ultralytics. The custom dataset is built on Roboflow platform consisting of ~100 (700 in total) of images per each micro/macro element (Potassium, Nitrogen, Phosphorus, Boron, Zinc, Ferrum, Magnesium) and augmented (vertical/horizontal flip) for increased accuracy. Trained, validated and tested on machine with enormous resources: Google Compute Engine's NVIDIA T4 GPU (15G VRAM) in ~1000 iterations (optimization: RMSProp, learning rate: 1e-3, dropout: 40%). Application Server is proposed to have inference speed < 20 milliseconds. Consumer Software is hosted on cloud, has a mobile application for the farmer.

Discussion and Conclusion: Every leaf of the plant has healthy and unhealthy states pictured, labeled/annotated and trained. The CV network is based on CNN architecture. The particular composition of the image's matrix (RGB pixelated) elements represents the visual resemblance of deficiencies with images from the dataset, Loss (Cross-Entropy), Cost functions calculated, gets probability distribution, so forth. The output layer shows softmax result whether any deficiency is found.

As in Liebeg rule, early elimination of nutrient deficiencies has a positive effect on plant's uptake of other nutrients. The fully equipped system instantaneously informs farmer through notification system and offers to take action on micro/macro element deficiencies (in %) recommending required fertilizer options to benefit.

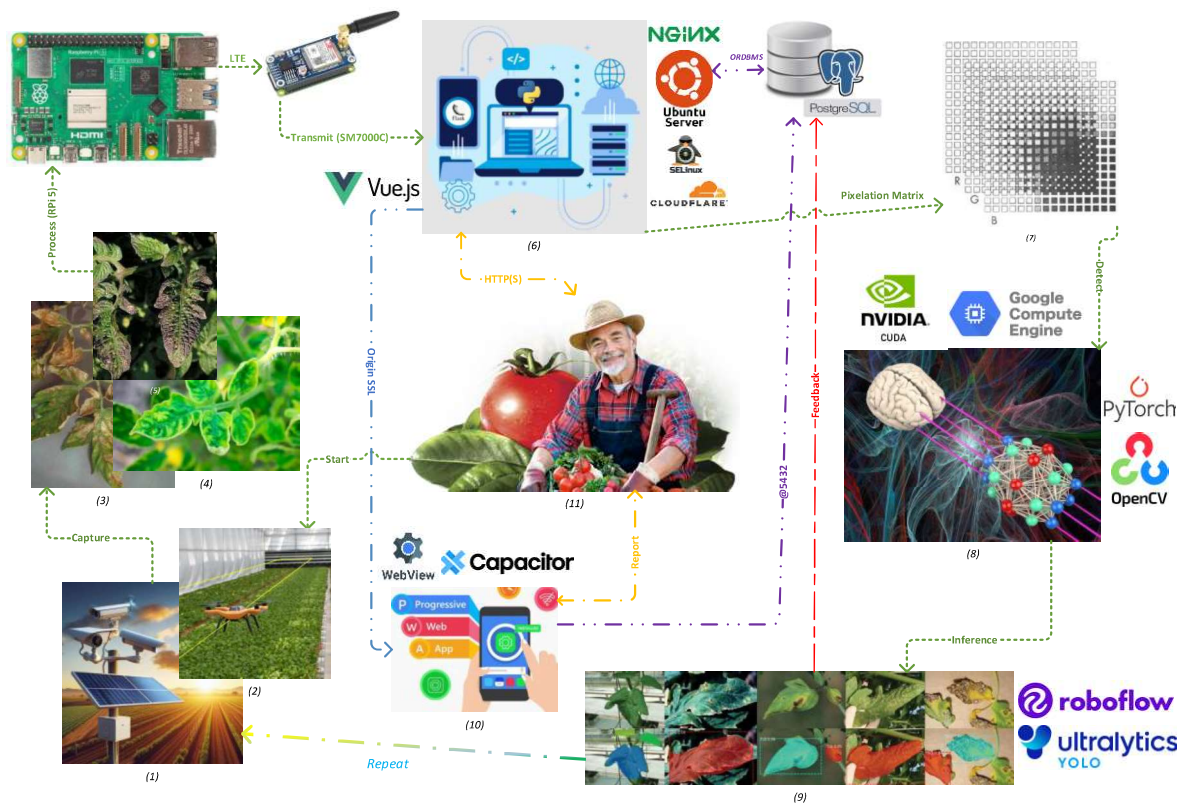


Figure 1. System Context Diagram.

Keywords: Microelement deficiency, macroelement deficiency, NPK, Boron, Zinc, Ferrum, Magnesium, Deep Learning, Artificial Neural Networks, Computer Vision, Object Recognition, YOLO, CNN, Complex Systems, Agriculture, plant nutrient, soil science, deficiency in leaf, tomato, deficiency in tomato, human hunger

AUTHOR CONTRIBUTION

SG wrote the manuscript on Artificial Intelligence / Artificial Neural Networks modeling. AG carried out experiments related to plant fertilization, nutrition uptake and plant diseases, respectively. SG and AG accumulated and summarized the previous articles about plant disease symptoms. Both authors contributed to interpretation of data. SG formulated the concept of “Computer Vision approach”. All co-authors gave final approval for submission.

REFERENCES

- [1] <https://www.asiafarming.com/wp-content/uploads/2023/10/Best-Solar-Powered-CCTV-Wireless-Cameras-for-Agricultural-Land1.jpg> .
- [2] <https://track32.nl/wp-content/uploads/2018/07/corvus-drones.png> .
- [3] <https://r1.mt.ru/r29/photo607C/20392683864-0/jpg/bp.webp> .
- [4] <https://rastenievod.com/wp-content/uploads/2019/06/5-2.jpg> .
- [5] <https://assets.isu.pub/document-structure/220511143712-23129fd2677cb8a263e1f0a1dea26f10/v1/1eb7c72966917d761b18dcec5d013632.jpeg> .
- [6] <https://vivasoftltd.com/wp-content/uploads/2023/09/Viva-deploy-python-flask-on-azure.jpg> .
- [7] <https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza6/3255051366873.files/image363.jpg> .
- [8] <https://media.sciencephoto.com/c0/50/84/19/c0508419-800px-wm.jpg> .
- [9] https://file.techscience.com/ueditor/files/iasc/TSP_IASC-28-2/TSP_IASC_16415/TSP_IASC_16415/Images/fig-14.png/origin_webp .
- [10] <https://www.upwork.com/catalog-images/9e1f9fa905b9fa9d893cf9ae8bd83f17> .
- [11] <http://www.implement.farm/objectives.html> .

KOVAN İÇİ VE DIŞI STRES FAKTÖRLERİNİN BAL ARILARI ÜZERİNDEKİ ETKİŐİ VE BAL ARISI ÜRÜNLERİNE YANSIMASI

IMPACT OF STRESS FACTORS INTERNAL AND EXTERNAL TO THE HIVE ON HONEY BEES AND THEIR REFLECTION ON HONEY BEE PRODUCTS

Öğr Gör. Zeynep ASUTAY

Bitlis Üniversitesi, Hizan Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü
Bitlis/Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5854-1040>

ABSTRACT

Honey bees are one of the most beneficial insects in the world, both for their important role in pollination and for their health beneficial products. Bee products, which contain various nutritional and bioactive components from honey to bee venom, have been used since ancient times as food, functional food and medicine in the treatment of many diseases. However, many factors inside and outside the hive jeopardise the existence of bee colonies and affect the quality of bee products. In addition, these stressors combine to cause severe declines in bee populations and/or beneficial bee products. The aim of this paper is to provide an up-to-date literature review for researchers studying honey bees and their products, to educate beekeepers about some of the wrong practices and to summarise the known threats inside and outside the hive for those interested. Firstly, stressors in the nest such as food shortages, disease and pest infestations should be treated. More should be learnt about the viability, vigour and health of the honey bee colony. Undesirable beekeeping activities are also discussed in connection with stressors within the hive. The effects of stressors outside the nest such as climate change, habitat loss and climate change are then addressed. The effects of environmental pollution on honey bees are investigated and the effects of internal and external stressors within the hive on bee products are assessed. Safety and quality depend on both colony health and environmental conditions.

Keywords: Beekeeping, Climate change, Honey Bee, Colony loss

ÖZET

Arılar, hem tozlaşmadaki önemli rolleri hem de sağlığa yararlı ürünleri nedeniyle dünyanın en faydalı böceklerinden biridir. Baldan arı zehrine kadar çeşitli besinsel ve biyoaktif bileşenler içeren arı ürünleri, eski çağlardan beri gıda, fonksiyonel gıda ve ilaç olarak birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır. Ancak kovan içi ve dışı birçok faktör arı kolonilerinin varlığını tehlikeye atmakta ve arı ürünlerinin kalitesini etkilemektedir. Ek olarak, bu stres etkenleri bir araya gelerek arı popülasyonlarında ve/veya faydalı arı ürünlerinde ciddi düşüöşlere neden olmaktadır. Bu çalışmanın amacı, bal arıları ve ürünlerini inceleyen araştırmacılara güncel bir literatür taraması sunmak, arıcıları bazı yanlış uygulamalar konusunda eğitmek ve ilgilenenler için kovan içinde ve dışında bilinen tehditleri özetlemektir. Öncelikle yuvadaki yiyecek kıtlığı, hastalık ve haşere istilası gibi stres etkenlerini tedavi edilmelidir. Bal arısı kolonisinin

yaşayabilirliği, canlılığı ve sağlığı hakkında daha fazla bilgi edinilmelidir. İstenmeyen arıcılık faaliyetleri de kovan içindeki stres faktörleriyle bağlantılı olarak tartışılmaktadır. Daha sonra iklim değişikliği, habitat kaybı ve iklim değişikliği gibi yuva dışındaki stres faktörlerinin etkilerine değinilmiştir. Çevre kirliliğinin bal arıları üzerindeki etkilerini araştırılarak kovan içindeki iç ve dış stres faktörlerinin arı ürünleri üzerindeki etkilerini değerlendirilmiştir. Güvenlik ve kalite hem koloni sağlığına hem de çevre koşullarına bağlıdır.

Anahtar Kelimeler: Arıcılık, İklim değişikliği, Bal arısı, Koloni kaybı

GİRİŞ

Arılar, tozlaşmadaki rolleri nedeniyle tarımsal üretime ve bitki biyoçeşitliliğine doğrudan ve dolaylı etkileri olan, oldukça faydalı sosyal böceklerdir. Ayrıca antik çağlardan bu yana bitkilerden elde edilen bal, polen, propolis gibi çeşitli ürünlerin yanı sıra kimyasal olarak sentezlenmiş arı sütü, arı zehiri ve balmumu gibi çeşitli ürünleri de insanlara sunmaktadırlar. Bal arısı ürünlerinin nutrasötik özellikleri ve biyolojik aktiviteleri hakkında çok sayıda yayın bulunmaktadır (Ajibola et al., 2012; Collazo et al., 2021; Coppock, 2021; Urcan et al., 2018; Vazhacharickal, 2021). Arıcılık ürünlerinin bileşimi ve kalitesi, bal arısı çeşitleri, çiçek kaynakları, mevsimler, iklim, coğrafi konum, arıcılık uygulamaları, çevre koşulları ve kirleticiler gibi birçok faktöre bağlı olarak değişir (Kolaylı & Keskin, 2020; Miguel et al., 2017; Mracevic et al., 2020; Spiric et al., 2019). Arıcılık ürünlerinin kalitesini sağlamak için kimyasal içeriğinin uluslararası gıda standartlarına göre öngörülen aralıkta olması gerekir (Abd Wahid et al., 2021). Arı ürünleri üretiminin ilk şartı sağlıklı bal arısı kolonilerinin varlığıdır. Ne yazık ki, son yıllarda arı popülasyonlarında, büyük ölçüde stres faktörlerinin birleşiminden dolayı küresel bir düşüş yaşanmıştır (Hristov et al., 2020). Çevresel, patojenik ve iklimsel faktörler arasındaki karmaşık etkileşimlerin bu kayıpların çoğundan sorumlu olduğunu ve bunun da yaygın olarak "koloni çöküş bozukluğu" olarak adlandırılan durumla sonuçlandığını belirtilmiştir (de Jongh et al., 2022). Bu derlemede, kovadaki arı sağlığını etkileyen iç ve dış stres etkenlerini ve bunların arı ürünlerinin güvenliği ve kalitesi üzerindeki sonuçlarını tartışılacaktır.

1. Kovan İçi Stres Faktörlerinin Bal Arıları Üzerindeki Etkileri

1.1. Beslenme Gereksinimleri Ve Gıda Kıtılığı

Bir koloninin varlığını sürdürebilmesi için ilk gereklilik, kovanda yeterli miktarda ve içerikte besin bulunmasıdır. Bal arısının beslenmesi için bitki örtüsünün ve temiz su kaynağının varlığı önemlidir. Arı sağlığı için makro ve mikro besinler açısından zengin bir diyet ve aktif bir bağırsak mikrobiyomu gerekli görünmektedir. Örneğin, çok çiçekli bir diyetle beslenen arıların bağırsıklığı, tek çiçekli bir diyetle beslenen arılara göre daha yüksek düzeydedir (Retschnig et al., 2021). Bal arıları protein, amino asit, karbonhidrat, lipit, mineral, vitamin ve diğer birçok bileşiğin kaynağı olarak polen ve nektar gereksinim duyarlar (Vaudo et al., 2016). Besin kaynaklarının mevcudiyeti, yeterli beslenmeyi sağlamak için yiyecek aramayı etkiler. Hendriksma ve Shafir'e (2016) göre arılar, içerdiği şekerler, mineraller ve amino asitler nedeniyle çiçek nektarını tercih etmektedir ancak polen seçimi besin içeriğine bağlı

değildir. Bal arılarının kast gelişimi ve zararlılara ve hastalıklara karşı direnç gibi birçok özelliği vardır. Yaşam süresi, salgı bezlerinin salgısı ve beyin gelişiminin yanı sıra beslenme de iş bölümünün gelişmesinde önemli rol oynamaktadır (DeGrandi-Hoffman & Chen, 2015; Glavinic et al., 2017; Keller et al., 2005; Moda et al., 2013; Y. Wang et al., 2013).

Bal, humoral ve hücresele bağışıklık tepkilerini destekleyen biyokimyasal süreçler için enerji sağlar ve flavonoidler ve antioksidanlar yoluyla antimikrobiyal aktivite için uygundur (Erlar et al., 2014). Yetişkin işçi arılar günde en az 4 mg şekere ihtiyaç duyarlar (Barker & Lehner, 1974), larva aşamasında olan arılar günde yaklaşık 12 mg şeker tüketirler (Rortais et al., 2005).

Tarlacı arılar, bal arısı kolonilerinin önemli bir besin özelliği olan çiçekler açtığında polen toplarlar. Arı sütü, larva döneminin ilk üç günü ve kraliçe arının yaşamı boyunca protein ihtiyacını karşıladığı için kovandaki bir diğer protein kaynağıdır. Yetersiz protein içeren bir beslenme, arının vücudunun büyüme ve gelişiminin yanı sıra bazı bezlerin gelişimini ve fonksiyonunu da etkilemektedir (Keller et al., 2005). İşçi arı gelişiminin ilk aşamalarında proteinden yoksun bir diyet, arı sütü bezlerinin küçülmesine ve boyutunda azalmaya yol açmaktadır (DeGrandi-Hoffman et al., 2010). Arı sütü, işçi bakıcı arılar yaşamlarının altıncı ve onuncu günleri arasındaki hipofarenks bezi tarafından oluşturulan bir salgıdır (B. R. Johnson, 2010). Arılar için birçok temel besin sağlayan beyazımsı, yarı sıvı bir sıvıdır ve ana arı, işçi ve erkek arı larvalarına üç güne kadar ve ana arıya larva büyümesinden yaşamının sonuna kadar beslenmektedir (Winston, 1991). Arılar karbonhidrat ve proteinin yanı sıra lipidler, vitaminler ve mineraller de dâhil olmak üzere ek besin maddelerine ihtiyaç duyarlar (Haydak, 1970). Bal arısı kolonileri için polen, lipidlerin ana kaynağıdır. Lipidler bal arısı kuluçka aşamasında metabolize edilir ve bazal metabolizmada sonraki biyosentez için ana kaynak olarak kabul edilir (Cantrill et al., 1981). Bu nedenle, kuluçka yetiştirme polenden lipid ekstraksiyonunu %2-4 oranında artırır (Herbert et al., 1980). Vitaminler de bal arıları için gereklidir ve polen, yağda çözünenlerden daha yüksek konsantrasyonda suda çözünen vitaminler içerir (Roulston & Cane, 2000). Bal arısı larvaları olgunlaşmak için sodyum, magnezyum ve potasyum tuzlarına ihtiyaç duyar (Lau & Nieh, 2016). Bu mineraller polende bol miktarda bulunur. Ancak polenin mineral içeriği mevsime göre farklılık gösterir. Yaz aylarında polendeki mineral seviyeleri yüksek olduğundan, bal arılarının su arama tercihleri değişir (Bonoan et al., 2017). Mineraller, kas aktivitesi ve bağışıklık sistemi gibi tüm metabolik süreçler için gereklidir. (Cohen, 2015). Khan ve arkadaşlarına göre (2021), yaz mevsiminde bal arıları için en çok tercih edilen mineral besin maddesinin sodyum olduğunu, bunu potasyum ve magnezyumun izlediğini belirtmektedir. Ancak bal arıları kış mevsimi boyunca sodyum ve magnezyum tuzlarından daha fazla potasyum tuzu tüketirler.

Nowak ve arkadaşlarına (2021) göre, bal arılarının sindirim sistemlerinde yaşayan faydalı bakteriler (probiyotikler), insan sindirim sistemindekiler kadar önemli işlevlere sahiptir. Bağırsak mikrobiyotasındaki probiyotikler, bal arılarının gıdaları sindirmesine yardımcı olur ve enfeksiyonlara karşı koruyucudurlar (Bonilla-Rosso & Engel, 2018). Tarım alanlarındaki büyüme, arıların kimyasal kalıntılara maruz kalması, monofloral diyetin baskıları ve iklim değişikliği/küresel ısınma nedeniyle bal arısı kolonilerinin yüksek kaliteli ve bol miktarda gıda elde etmesi daha zor hale gelmiştir. Kolonilerdeki belirgin beslenme eksikliklerini kontrol etmek için yapay diyetler kullanılmaktadır. Arıcılar, polen ikamesi ile beslenen kolonilerde kuluçka alanında ve yetişkin arı popülasyonunda artış beklemektedir (Hoover et al., 2022; Noordyke et al., 2021).

Hamur formundaki ikameler, toz haline getirilmiş takviyelerin şeker şurubu ile sulandırılmasıyla hazırlanır ve daha sonra kovan çerçevesine konur. Bunlar larva beslemesi için kullanılmaz ve petek gözlerinde arı ekmeği olarak depolanmaz, bunun yerine doğrudan yetişkin bal arıları tarafından tüketilir. Birçok arıcı, yavru büyümesini ve yumurtlamayı

hızlandırmak için şeker şurubunu ek bakım olarak kullanır. Polen alternatiflerinin kullanımı, bal arılarının büyümesi ve gelişmesi için sadece kıtlık zamanlarında değil, aynı zamanda yiyecek arama ve tozlaşma süreci gibi diğer zamanlarda da kritik öneme sahiptir (Usha et al., 2014). Ullah, Shahzad ve arkadaşlarına (2021) göre, özellikle soya fasulyesi ile zenginleştirilmiş polen alternatifi diyetler bal arısı fizyolojisini iyileştirerek daha yüksek bal verimi ve kâr sağlayabilir. İkame için doğal kaynakların kullanımı beslemeler son zamanlarda daha yaygın hale gelmektedir ve bal arısı yemi için büyüyen bir pazardır.

2. Kovan Dışındaki Stres Faktörlerinin Bal Arıları Üzerindeki Etkileri

2.1. Habitat Kaybı

İnsan nüfusunun gıda ihtiyacını karşılamak için doğal yaşam alanlarının ekilebilir arazilere dönüştürülmesi, bal arıları ve yabani arı türleri için doğal olarak oluşan çiçek kaynaklarını azaltmaktadır (Guezen & Forrest, 2021). Bu süreç, tozlaşmayı sağlayan böceklerin yuva yapmak, dinlenmek ve üremek için kullandıkları alanların tahrip edilmesi ve bozulmasına neden olmaktadır (Rodriguez et al., 2021). Monokültür ekim, biyoçeşitlilik kaybı, aşırı mera beslemesi, sulama ve arazi temizleme yıkıcı tarımsal faaliyetler olarak rapor edilmiştir. (Varol & Yücel, 2019). Arı florası sadece nektar üreten bitkilerden, sadece polen üreten bitkilerden veya hem nektar hem de polen üreten bitkilerin bir karışımından oluşabilir (Chauhan et al., 2021). Bitki florasının yok edilmesi, arı popülasyonunun devamlılığı üzerinde zararlı bir etkiye sahiptir (Jones et al., 2021). Bu nedenle, kolonilerin sağlıklı büyümesi için gereken polen miktarını sağlamak amacıyla kolonilerde sürekli polen kaynakları bulunmalıdır. Ayrıca, çok sayıda deney çeşitli polen kaynaklarının bal arısı sağlığı üzerinde etkili olduğunu göstermiştir (Alaux et al., 2010; Di Pasquale et al., 2013; Smart et al., 2016).

Kontrolsüz kentleşme ve depremler, yangınlar, seller ve hortumlar gibi doğal afetler, arılar da dahil olmak üzere tüm polen taşıyıcılar için habitat tahribatının diğer nedenleridir (Nicholson & Egan, 2020; Wilson & Jamieson, 2019).

2.2. İklim Değişikliği Ve Küresel Isınma

İklim değişikliği, bitkiler ve tozlayıcılar da dahil olmak üzere birçok tür ve hayvanın yayılması ve hayatta kalması üzerinde ciddi etkisi olan dünya çapında ve çok boyutlu bir konudur. Bal arıları için önemli bir tehdit oluşturmakta, davranışlarını, fizyolojilerini ve dağılımlarını etkilemenin yanı sıra koloninin hayatta kalması ve gelişmesi için gerekli olan beslenme kaynaklarının mevcudiyetini de etkilemektedir (Vercelli et al., 2021). Arılar, tropik yağmur ormanları, tropik çöllere ve Avrasya ile Kuzey Amerika'nın yarı arktik bölgeleri dahil olmak üzere dünya çapında çeşitli ortamlarda bulunur (Bankova et al., 2018). Bal arılarının çeşitli alt türleri, evrimsel geçmişleri boyunca belirli iklim modelleri ve salgıladıkları nektar florası özelliklerinin bir sonucu olarak evrimleşmiştir (Gupta, 2014). Bal arısı ürünlerinin ana üreticisi olan *Apis mellifera* (Batı bal arıları) Afrika, Orta Doğu ve Avrupa'da en yaygın türdür ve temel olarak vücut rengi, morfolojik özellikler (Ruttner, 2013) ve davranışa dayalı olarak 26 farklı alt türe ayrılmıştır (Uzunov et al., 2014). Genotip ve habitat koloni gelişimini ve popülasyon dinamiklerini etkiler (Hatjina et al., 2014). Ayrıca, bal arıları doğal yaşam alanlarında daha üretkendir. Sıcaklık artışları bal arılarının yiyecek arama davranışını, bitkilerin çekiciliğini ve bitki kaynaklarının kalitesini ve miktarını etkileyebilir (Gérard et al., 2020). Örneğin, çiçek ortamının kalitesini değiştirebilir ve koloni hasat kapasitesini ve gelişimini artırabilir veya azaltabilir.

Bal arılarının, sıcaklık ve çevresel koşullar değiştiğinde yeni iklim koşullarına uyum sağlamak için yeterli esnekliğe ve genetik değişkenliğe sahip olduğu gözlemlenmiştir, örneğin

yağmur yağdığında dışarı çıkmamak ve aşırı sıcak olduğunda koloniyi serin tutmak için su toplamak gibi. Ancak, kurak veya yağışlı mevsim koşulları nedeniyle bitki polen ve nektar üretimi değişirse, koloninin yiyecek arama faaliyeti ve gelişimi de değişir. Çiçeklerin nektarı yağmurla yıkandığında veya çiçek nektarı üretimi son derece kuru bir iklimde sınırlı olduğunda, bal arıları bunları daha az çekici bulur (Le Conte & Navajas, 2008). Ayrıca iklim değişikliği, zararlıların ve patojenlerin yerleşik aktif alanlarının dışına yayılmaları için elverişli fırsatlar sunmaktadır (Cornelissen et al., 2019).

2.3. Çevresel Kirlilik

Çevresel kirlenmenin farklı canlı türlerinin refahı ve yaşamı üzerinde de önemli bir etkisi olduğu görülmüştür. Artan insan nüfusuna paralel olarak gıda üretimini artırmak için ihtiyaç duyulan yoğun tarım faaliyetleri sonucunda çevre sürekli olarak değişmektedir (Bargańska et al., 2016). Bal arıları yem ararken, çevreden ağır metal, pestisit ve diğer kirleticilerin izlerini geri getirirler (Traynor et al., 2021). Literatürde yer alan çok sayıda çalışma, bal arıları ve arı ürünlerinin çevre kirliliğinin bir göstergesi olduğunu göstermektedir (Bargańska. et al., 2016). Yakın zamanda yapılan bir inceleme, beslenme yoluyla insan sağlığıyla yakından bağlantılı olan bal/arı ürünlerindeki kimyasal kirleticilere dikkat çekmiştir (Nowak & Nowak, 2021).

Celli ve Maccagnani'ye (2003) göre, yüksek bal arısı ölümleri tehlikeli bileşiklere işaret ederken, bal ve polen gibi arı ürünlerindeki kalıntılar ağır metaller, herbisitler ve fungisitler gibi daha az tehlikeli kirlilik kaynaklarına işaret etmektedir.

2.4. Bal Arıları Üzerindeki Stresin Ürünlerine Yansıması

Koloni gücünü azaltan tüm istenmeyen koşullar ve yanlış uygulamalar, ürünlerinin miktarını ve/veya kalitesini düşürür. Bal arılarının besin maddeleri ile ürünlerin içeriği arasında güçlü bir ilişki vardır. Beslenmelerinde makro ve mikro besinlerin eksikliği koloniyi zayıflatır ve verimliliği azaltır. Bal arısı ürünlerinin zengin içeriği esas olarak arılar tarafından toplanan polen ve nektarın biyoaktif bileşenlerine bağlıdır. Arıların polen ve nektar topladığı flora ne kadar çeşitli ve zengin olursa, ürünlerin kalitesi de o kadar yüksek olur. Polen ikameleri, arıcılar tarafından gıda kıtlığıyla mücadele etmek için kullanılır. Polen ikamelerinin sadece bal arılarının refahı ve hayatta kalması için faydalı olduğu ve ürünlerine yansımadağı unutulmamalıdır. Bununla birlikte, çiçeklenme mevsimi boyunca, arıcılar arı popülasyonunu genişletmek ve kovan başına bal verimini artırmak için kolonilerini genellikle yapay şekerle beslerler.

Kanelis ve arkadaşları (2022) bal üretimi sırasında arı beslemenin, karbonhidrat profili ve invertaz aktivitesi testleri de dahil olmak üzere rutin analizlerle tespit edilebilen taşıyıcı yol açabileceğini göstermiştir. Bal ve diğer arı ürünlerinin taşıyıcı tüketici için önemli bir sorundur (Bocquet & Tosi, 2022). Balda taşıyıcının insan sağlığı üzerindeki etkileri arasında tüketicinin kan şekerini yükselttiği, bunun da diyabet ve obeziteye yol açabileceği, kan lipid seviyelerini artırdığı ve yüksek tansiyona neden olduğu bildirilmiştir (Fakhlaei et al., 2020).

Arı ürünlerinin kalitesini doğrudan etkileyen bir diğer sorun ise kovan içerisinde hastalık ve zararlılara karşı kullanılan antibiyotik ve akarisitlerin bulunmasıdır. Yoğun antibiyotik kullanımının balda yüksek düzeyde antibiyotik kalıntısına, balın kalitesinde düşüşe ve tüketen insanlar üzerinde doğrudan toksik etkilere yol açtığı bildirilmiştir (Al-Waili et al., 2012; Y. Wang et al., 2022).

Balmumundaki kalıntılar hakkında daha önce belirtilenlerin yanı sıra, arıcılar doğal balmumu yerine parafin ve/veya stearin/stearik asit veya bunların karışımından oluşan ticari bir sentetik petek temeli kullanabilirler. Bu taşıyıcı edilmiş petek temelleri kullanılarak üretilen balmumu,

petek, bal ve arı ekmeği parafin ile kontamine olur. Sağlık veya kalite standartlarının eksikliği ve tağşişin tespiti için analitik metodolojinin yokluğu, balmumu tağşişinin arıcılık sektöründe küresel bir sorun olmasına yol açmaktadır.

Arı ürünlerinin kalitesini etkileyen kovan içi ve dışı diğer bazı risk faktörleri de vardır. İklim değişikliğinin bal arıları ve arıcılık üzerindeki etkileri ayrıntılı olarak tartışılmıştır (Vercelli ve ark., 2021). Bu çalışmaya göre, değişen hava olayları koloni zayıflamasına veya kaybına, nektar ve polen kıtlığına, bal ve diğer arı ürünlerinde azalmaya, Varroa seviyelerinde artışa, tozlaşmada azalmaya ve beslenme gereksinimlerinde artışa neden olmaktadır. Yağış ve sıcaklıktaki değişiklikler nedeniyle bal üretimi ve ihracatı son on yılda azalmıştır (Gajardo-Rojas ve ark., 2022). Sıcaklıktaki yarım derecelik bir artış bal üretimini yılda yaklaşık 40 ton azaltacaktır (Norooz Valashedi ve Bahrami Pichaghchi, 2019). Dolayısıyla küresel ısınmanın arıcılık ekonomisini olumsuz etkileyeceği açıktır.

SONUÇ

Bal arıları kovan içinde ve dışında çeşitli faktörler tarafından tehdit edilmektedir. Ayrıca bunlardan bazıları sadece bal arılarının değil, tozlaşması bal arılarına bağlı olan bitkilerin de varlığını tehlikeye atmaktadır. Koloni kayıpları, bal arılarının doğal ekosistemlerde oynadığı kritik rollere ilişkin çevresel tehditlerin neden olduğu tehlikeli risklerin olası sonucu gibi görünmektedir. Arı kolonilerinin yok olması, sürdürülebilir tarım ve arıcılık faaliyetleri üzerinde de olumsuz bir etkiye sahiptir. Sonuç olarak, hem mahsullerin hem de bal arısı ürünlerinin verimi olumsuz etkilenmektedir. Koloni kayıplarının önlenmesi için doğanın dengesinin bozulmaması ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının takip edilmesi acil bir gerekliliktir.

Çevresel, diğer bir deyişle kovan dışı faktörlerden kaynaklanan koloni kayıplarına katkıda bulunan ana etkenler habitat kaybı, iklim değişikliği ve kirleticilerdir. Aslında bu sorunlar kuraklık, hastalık ve zararlılar ve kimyasal kirlenme gibi çeşitli kovan içi aksaklıklara yol açmakta veya bunları tetiklemektedir. Bunlara bir de arıcıların yanlış uygulamaları da eklenince durum daha da kötüleşiyor. Sonuç olarak gıda güvenliği ve güvencesi, yenilebilir ürünler ve bal arısı ürünleri aracılığıyla bal arılarının karşılaştığı iç ve dış zorluklar arasındaki karmaşık etkileşimlerden olumsuz etkilenmektedir. Yıkıcı tarımsal faaliyetler, kontrolsüz kentleşme, doğal afetler ve biyoçeşitlilikteki azalmanın neden olduğu habitat kaybı önlenmezse, arıların ve diğer birçok tozlaştırıcının yok olmaya mahkum olacağı öngörülmektedir (FAO, 2022).

İklim değişikliği ve çevre kirliliği diğer zorluklardır. Küresel ısınmaya karşı acil önlemler alınmalı ve bal arıları da dahil olmak üzere yeryüzündeki tüm yaşamın yararı için kimyasal kirleticiler kontrol altına alınmalıdır. Ayrıca, daha yüksek verim, kalite ve güvenliğe sahip bal arısı ürünleri elde etmek için kimyasal kirleticiler kontrol altına alınmalıdır. Aksi takdirde, ürünlerin verimi düşecek ve/veya kontamine ürünler hem bal arılarının hem de insanların hayatını tehdit edecektir.

Arıcıların doğadan nektar ve polen akışının en yoğun olduğu dönem olan nektar ve polen akışı mevsimlerinde kimyasal olarak kirlenmemiş bal ve polen depolamaları ve kıtlık dönemlerinde arıların bu kirlenmemiş bal ve polen ile beslemeleri en uygun uygulama olacaktır. Bal arısı kolonileri için doğal bal ve polenin bulunmadığı durumlarda, bal arılarının besin gereksinimlerini karşılamak için metabolizmalarına uygun ve bal ve polenin besin

içeriğine benzer bal ve polen ikameleri kullanılmalıdır. İkame yemlerin geliştirilmesine yönelik araştırma ve geliştirme çalışmaları sürdürülmelidir.

Bal arısı kolonilerinin sağlığını ve ürünlerinin kalitesini korumak için arıcılar kovanlarındaki petekleri düzenli olarak değiştirmeli ve peteklerdeki balmumu sentetik kimyasal kalıntılar içermemelidir. Arıcılar, istenmeyen kimyasallar içerebilecek hazır temel petek kullanmak yerine, kendi kolonilerinden elde ettikleri balmumundan temel petek oluşturmak için kalıp kullanılmalıdır.

Arıcılar ayrıca bal arısı hastalık ve zararlılarına karşı antibiyotik ve toksik kimyasallar kullanmaktan mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Bunun yerine kültürel stratejiler ve biyolojik ajanlar tercih edilmelidir. Ayrıca çalışmalar, bal arısı hastalık ve zararlılarını kontrol etmek için yeni doğal ve biyoteknolojik ürünlere dayalı koruyucu yaklaşım ve uygulamaların geliştirilmesine odaklanmalıdır.

Son olarak, kovan içi ve dışındaki stres faktörlerini ve koloni kayıplarını azaltmak, taşıdığı önlemek ve bal arısı ürünlerinin güvenliğini ve kalitesini sağlamak için küresel önlemler ve düzenlemeler artırılmalı ve genişletilmelidir.

KAYNAKLAR

- Abd Wahid, D. N., Nazarie, W. F. W. M., Jawan, R., Abdulla, R., Gansau, J. A., & Sabullah, M. K. (2021). Potential existence of heavy metal pollution and pesticide in honey-based products.
- Ajibola, A., Chamunorwa, J. P., & Erlwanger, K. H. (2012). Nutraceutical values of natural honey and its contribution to human health and wealth. *Nutrition & metabolism*, 9(1), 1-12
- Alaux, C., Ducloz, F., Crauser, D., & Le Conte, Y. (2010). Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biology letters*, 6(4), 562-565.
- Al-Waili, N., Salom, K., Al-Ghamdi, A., & Ansari, M. J. (2012). Antibiotic, pesticide, and microbial contaminants of honey: human health hazards. *The scientific world Journal*, 2012.
- Bankova, V., Popova, M., & Trusheva, B. (2018). The phytochemistry of the honeybee. *Phytochemistry*, 155, 1-11.
- Bargańska, Ż., Ślebioda, M., & Namieśnik, J. (2016). Honey bees and their products: Bioindicators of environmental contamination. *Critical reviews in environmental science and technology*, 46(3), 235-248.
- Barker, R. J., & Lehner, Y. (1974). Acceptance and sustenance value of naturally occurring sugars fed to newly emerged adult workers of honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Experimental Zoology*, 187(2), 277-285.
- Bocquet, M., & Tosi, S. (2022). A new COLOSS task force: Bee nutrition. *Bee World*, 99(1), 35-36.
- Bonilla-Rosso, G., & Engel, P. (2018). Functional roles and metabolic niches in the honey bee gut microbiota. *Current opinion in microbiology*, 43, 69-76.
- Bonoan, R. E., Tai, T. M., TAGLE RODRIGUEZ, M. A. R. L. E. N., Feller, L., Daddario, S. R., Czaja, R. A., ... & Starks, P. T. (2017). Seasonality of salt foraging in honey bees (*Apis mellifera*). *Ecological Entomology*, 42(2), 195-201.
- Celli, G., & Maccagnani, B. (2003). Honey bees as bioindicators of environmental pollution. *Bulletin of Insectology*, 56(1), 137-139.
- Chauhan, T., Sarkar, S., & Singh, A. (2021). REVIEW ON HONEYBEE: MIRACLE AGENT OF POLLINATION. *Plant Archives*, 21(1), 2205-2209.
- Cohen, A. C., & Cheah, C. A. (2015). Interim diets for specialist predators of hemlock woolly adelgids. *Entomology, Ornithology & Herpetology*, 4(2), 1.

- Collazo, N., Carpena, M., Nuñez-Estevez, B., Otero, P., Simal-Gandara, J., & Prieto, M. A. (2021). Health promoting properties of bee royal jelly: Food of the queens. *Nutrients*, 13(2), 543.
- Coppock, R. W. (2021). Bee products as nutraceuticals to nutraceuticals for bees. In *Nutraceuticals* (pp. 813-833). Academic Press.
- Cornelissen, B., Neumann, P., & Schweiger, O. (2019). Global warming promotes biological invasion of a honey bee pest. *Global change biology*, 25(11), 3642-3655.
- De Grandi-Hoffman, G., Chen, Y., Huang, E., & Huang, M. H. (2010). The effect of diet on protein concentration, hypopharyngeal gland development and virus load in worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of insect physiology*, 56(9), 1184-1191.
- De Jongh, E. J., Harper, S. L., Yamamoto, S. S., Wright, C. J., Wilkinson, C. W., Ghosh, S., & Otto, S. J. (2022). One Health, One Hive: A scoping review of honey bees, climate change, pollutants, and antimicrobial resistance. *PloS one*, 17(2), e0242393.
- Di Pasquale, G., Salignon, M., Le Conte, Y., Belzunces, L. P., Decourtye, A., Kretzschmar, A., ... & Alaux, C. (2013). Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter?. *PloS one*, 8(8), e72016.
- Erler, S., Denner, A., Bobiş, O., Forsgren, E., & Moritz, R. F. (2014). Diversity of honey stores and their impact on pathogenic bacteria of the honeybee, *Apis mellifera*. *Ecology and Evolution*, 4(20), 3960-3967.
- Fakhlai, R., Selamat, J., Khatib, A., Razis, A. F. A., Sukor, R., Ahmad, S., & Babadi, A. A. (2020). The toxic impact of honey adulteration: A review. *Foods*, 9(11), 1538.
- FAO. (2002). Pollinators vital to our food supply under threat. <https://www.fao.org/news/story/en/item/384726/icode>
- Gajardo-Rojas, M., Muñoz, A. A., Barichivich, J., Klock-Barría, K., Gayo, E. M., Fonturbel, F. E., ... & Veas, C. (2022). Declining honey production and beekeeper adaptation to climate change in Chile. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 46(5), 737-756.
- Gérard, M., Vanderplanck, M., Wood, T., & Michez, D. (2020). Global warming and plant–pollinator mismatches. *Emerging topics in life sciences*, 4(1), 77-86.
- Glavinic, U., Stankovic, B., Draskovic, V., Stevanovic, J., Petrovic, T., Lakic, N., & Stanimirovic, Z. (2017). Dietary amino acid and vitamin complex protects honey bee from immunosuppression caused by *Nosema ceranae*. *PloS one*, 12(11), e0187726.
- Guezen, J. M., & Forrest, J. R. (2021). Seasonality of floral resources in relation to bee activity in agroecosystems. *Ecology and Evolution*, 11(7), 3130-3147.
- Gupta, R. K. (2014). Taxonomy and distribution of different honeybee species. In *Beekeeping for poverty alleviation and livelihood security* (pp. 63-103). Springer, Dordrecht.
- Hatjina, F., Costa, C., Büchler, R., Uzunov, A., Drazic, M., Filipi, J., ... & Kezic, N. (2014). Population dynamics of European honey bee genotypes under different environmental conditions. *Journal of Apicultural Research*, 53(2), 233-247.
- Haydak, M. H. (1970). Honey bee nutrition. *Annual review of entomology*, 15(1), 143-156.
- Hendriksma, H. P., & Shafir, S. (2016). Honey bee foragers balance colony nutritional deficiencies. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 70, 509-517.
- Herbert Jr, E. W., Shimanuki, H., & Shasha, B. S. (1980). Brood rearing and food consumption by honeybee colonies fed pollen substitutes supplemented with starch-encapsulated pollen extracts. *Journal of Apicultural Research*, 19(2), 115-118.
- Hoover, S. E., Ovinge, L. P., & Kearns, J. D. (2022). Consumption of supplemental spring protein feeds by western honey bee (*Hymenoptera: Apidae*) colonies: effects on colony growth and pollination potential. *Journal of Economic Entomology*, 115(2), 417-429.
- Hristov, P., Shumkova, R., Palova, N., & Neov, B. (2020). Factors associated with honey bee colony losses: A mini-review. *Veterinary Sciences*, 7(4), 166.

- Johnson, B. R. (2010). Division of labor in honeybees: form, function, and proximate mechanisms. *Behavioral ecology and sociobiology*, 64, 305-316.
- Jones, L., Brennan, G. L., Lowe, A., Creer, S., Ford, C. R., & De Vere, N. (2021). Shifts in honeybee foraging reveal historical changes in floral resources. *Communications biology*, 4(1), 37
- Kanelis, D., Liolios, V., Tananaki, C., & Rodopoulou, M. A. (2022). Determination of the carbohydrate profile and invertase activity of adulterated honeys after bee feeding. *Applied Sciences*, 12(7), 3661.
- Khan, K. A., Ghramh, H. A., Ahmad, Z., El-Niweiri, M. A., & Mohammed, M. E. A. (2021). Honey bee (*Apis mellifera*) preference towards micronutrients and their impact on bee colonies. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(6), 3362-3366.
- Keller, I., Fluri, P., & Imdorf, A. (2005). Pollen nutrition and colony development in honey bees: part 1. *Bee world*, 86(1), 3-10.
- Kolayli, S., & Keskin, M. (2020). Natural bee products and their apitherapeutic applications. *Studies in Natural Products Chemistry*, 66, 175-196.
- Lau, P. W., & Nieh, J. C. (2016). Salt preferences of honey bee water foragers. *Journal of Experimental Biology*, 219(6), 790-796.
- Le Conte, Y., & Navajas, M. (2008). Climate change: impact on honey bee populations and diseases. *Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties*, 27(2), 499-510.
- Miguel, M. G., Antunes, M. D., & Faleiro, M. L. (2017). Honey as a complementary medicine. *Integrative medicine insights*, 12, 1178633717702869.
- Moda, L. M., Vieira, J., Guimaraes Freire, A. C., Bonatti, V., Bomtorin, A. D., Barchuk, A. R., & Simoes, Z. L. P. (2013). Nutritionally driven differential gene expression leads to heterochronic brain development in honeybee castes. *PLoS One*, 8(5), e64815.
- Mračević, S. Đ., Krstić, M., Lolić, A., & Ražić, S. (2020). Comparative study of the chemical composition and biological potential of honey from different regions of Serbia. *Microchemical Journal*, 152, 104420.
- Nicholson, C. C., & Egan, P. A. (2020). Natural hazard threats to pollinators and pollination. *Global Change Biology*, 26(2), 380-391.
- Norooz Valashedi, R., & Bahrami Pichaghchi, H. (2019). Effect of global warming on honey production in Shahindej area. *Honeybee Science Journal*, 10(18), 36-43.
- Noordyke, E. R., van Santen, E., & Ellis, J. D. (2021). Tracing the fate of pollen substitute patties in Western honey bee (*Hymenoptera: Apidae*) colonies. *Journal of economic entomology*, 114(4), 1421-1430.
- Nowak, A., & Nowak, I. (2023). Review of harmful chemical pollutants of environmental origin in honey and bee products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(21), 5094-5116.
- Nowak, A., Szczuka, D., Górczyńska, A., Motyl, I., & Kręgiel, D. (2021). Characterization of *Apis mellifera* gastrointestinal microbiota and lactic acid bacteria for honeybee protection—a review. *Cells*, 10(3), 701
- Peninsula based on microsatellite DNA polymorphism. *Journal of Apicultural Research*, 53(2), 288-295.
- Retschnig, G., Rich, J., Crailsheim, K., Pfister, J., Perreten, V., & Neumann, P. (2021). You are what you eat: relative importance of diet, gut microbiota and nestmates for honey bee, *Apis mellifera*, worker health. *Apidologie*, 52, 632-646.
- Rodríguez, S., Pérez-Giraldo, L. C., Vergara, P. M., Carvajal, M. A., & Alaniz, A. J. (2021). Native bees in Mediterranean semi-arid agroecosystems: Unravelling the effects of biophysical habitat, floral resource, and honeybees. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 307, 107188.

- Rortais, A., Arnold, G., Halm, M. P., & Touffet-Briens, F. (2005). Modes of honeybees exposure to systemic insecticides: estimated amounts of contaminated pollen and nectar consumed by different categories of bees. *Apidologie*, 36(1), 71-83.
- Roulston, T. A. H., & Cane, J. H. (2000). Pollen nutritional content and digestibility for animals. *Plant systematics and Evolution*, 222, 187-209.
- Ruttner, F. (2013). *Biogeography and taxonomy of honeybees*. Springer Science & Business Media.
- Spirić, D., Ćirić, J., Đorđević, V., Nikolić, D., Janković, S., Nikolić, A., ... & Teodorović, V. (2019). Toxic and essential element concentrations in different honey types. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 99(5), 474-485.
- Traynor, K. S., Tosi, S., Rennich, K., Steinhauer, N., Forsgren, E., Rose, R., ... & Evans, J. D. (2021). Pesticides in honey bee colonies: Establishing a baseline for real world exposure over seven years in the USA. *Environmental Pollution*, 279, 116566.
- Ullah, A., Shahzad, M. F., Iqbal, J., & Baloch, M. S. (2021). Nutritional effects of supplementary diets on brood development, biological activities and honey production of *Apis mellifera* L. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(12), 6861-6868.
- Urcan, A., Criste, A., Dezmirean, D., Bobiș, O., Mărghițaș, L., Mărgăoan, R., & Hrinca, A. (2018). Antimicrobial activity of bee bread extracts against different bacterial strains.
- Usha, U., Srivastava, P., Goswami, V., & Khan, M. S. (2014). Exploration of various flours as pollen substitutes for *Apis mellifera* L. during Dearth period at Tarai region of Uttarakhand, India. *Journal of Applied and Natural Science*, 6(2), 812-815
- Uzunov, A., Meixner, M. D., Kiprijanovska, H., Andonov, S., Gregorc, A., Ivanova, E., ... & Kryger, P. (2014). Genetic structure of *Apis mellifera macedonica* in the Balkan
- Varol, E., & Yücel, B. (2019). The effects of environmental problems on honey bees in view of sustainable life. *Mellifera*, 19(2), 23-32.
- Vaudo, A. D., Tooker, J. F., Grozinger, C. M., & Patch, H. M. (2015). Bee nutrition and floral resource restoration. *Current opinion in insect science*, 10, 133-141.
- Vazhacharickal, P. J. (2021). A review on health benefits and biological action of honey, propolis and royal jelly. *J. Med. Plants Stud*, 9(5), 1-13.
- Vercelli, M., Novelli, S., Ferrazzi, P., Lentini, G., & Ferracini, C. (2021). A qualitative analysis of beekeepers' perceptions and farm management adaptations to the impact of climate change on honey bees. *Insects*, 12(3), 228.
- Wang, Y., Azevedo, S. V., Hartfelder, K., & Amdam, G. V. (2013). Insulin-like peptides (AmILP1 and AmILP2) differentially affect female caste development in the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Journal of Experimental Biology*, 216(23), 4347-4357.
- Warner, S. J., Cantrill, R. C., & Hepburn, H. R. (1981). Metabolism of carbon isotope palmitic acid in sealed brood of the African worker honeybee. *Comparative biochemistry and physiology. B: Comparative biochemistry*.
- Wilson, C. J., & Jamieson, M. A. (2019). The effects of urbanization on bee communities depends on floral resource availability and bee functional traits. *PloS one*, 14(12), e0225852.
- Winston, M. L. (1991). *The biology of the honey bee*. harvard university press.

TÜRKİYE’ DE COVID-19 PANDEMİ DÖNEMİ VE ÖNCESİNDE KÖK SEBZELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

THE EVALUATION OF ROOT VEGETABLES IN TURKEY DURING THE COVID-19 PANDEMIC AND THE PRE-PANDEMIC PERIOD

Doç. Dr. Burcu TUNCER

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4402-4536>

ÖZET

Giriş ve Amaç: Kökleri tüketilen sebze türleri (havuç, turp, şalgam, kırmızı pancar ve kök kerevizi) lif, mineral madde, vitamin ve fitokimyasal maddeler bakımından zengin olmaları nedeniyle insan beslenmesi ve sağlığında önemli bir yere sahiptir. Kök sebzeler, besleyici özelliklerinin yanısıra kalori ve yağ oranlarının da düşük olması nedeniyle iyi birer diyet ürünüdürler. Covid-19 pandemi sürecinde sebze ağırlıklı, sağlıklı aynı zamanda yeterli ve dengeli beslenmenin önemi daha da anlaşılmıştır. Bu araştırmada, Türkiye’ de Covid-19 pandemi sürecinde kökleri tüketilen sebze türlerinin üretim, tüketim ve ticaretine yönelik farklı parametreler değerlendirilmiştir. **Gereç ve Yöntem:** Kök sebzeler (havuç, turp, şalgam, kırmızı pancar ve kök kerevizi), Covid-19 pandemi öncesi dönem (2010–2019 yılları arası) ve Covid-19 pandemi dönemi (2020 ve 2021 yılı) olmak üzere 2 farklı döneme ait üretim miktarı (1000 ton), üretim alanı (dekar), verim (t/da), sebze fiyatları (kg/TL), ihracat ve ithalat miktarı (1000 ton), tüketim (1000 ton), kişi başı tüketim (kg), yurt içi kullanım (1000 ton), kullanılabilir üretim (1000 ton), arz (1000 ton), üretim kayıpları (ton) ve yeterlilik derecesindeki (%) değişimler bakımından değerlendirilmiş, elde edilen veriler grafikler halinde sunulmuştur. Verilerin elde edilmesinde Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerinden yararlanılmıştır. **Bulgular:** Covid-19 pandemi sürecinin kökleri tüketilen sebze türlerinin üretimi, ticareti ve tüketimi üzerine incelenen parametrelere göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. **Tartışma ve Sonuç:** Bu çalışmada, Covid-19 pandemi döneminde (2020 ve 2021 yılları) salgın öncesi dönemine göre (2010–2019 yılları arası) kökleri tüketilen sebze türlerinden havuçta; üretim alanı ve miktarı, arz, yurtiçi kullanım, tüketim, kişi başı tüketim ve ithalat değerlerinde minimal azalmalar olurken, diğer sebze türlerinde incelenen tüm parametreler bakımından değişen oranlarda artışlar olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Havuç; Kereviz; Turp; Kırmızı Pancar; Şalgam

ABSTRACT

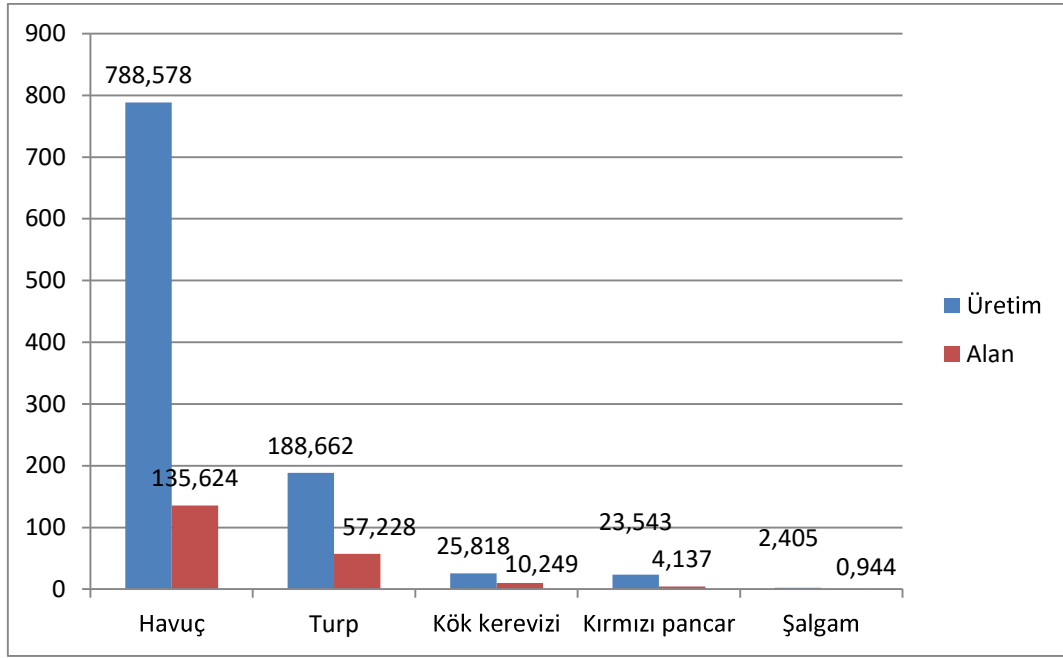
Introduction and Purpose: The vegetables consumed from their roots (carrot, celery, radish, red beet, and turnip) have an important place in human nutrition and health because they are rich in fiber, minerals, vitamins, and phytochemicals. Root vegetables are good dietary products because of their nutritional properties, as well as their low calorie and fat ratio. During the COVID-19 pandemic, the importance of healthy and balanced nutrition as a vegetable priority has become even more understood. In this study, different parameters for the production, consumption, and trade of vegetables consumed with roots during the

COVID-19 pandemic in Turkey were evaluated. **Materials and Methods:** Data for root vegetables (carrot, celery, radish, red beet, and turnip) come from two distinct time periods: pre-COVID-19 (2010–2019) and COVID-19 (2020–2021). Changes in the amount of production (1000 tons), area of production (decar), yield (t/decare), vegetable prices (kg/TL), volume of exports and imports (1000 tons), consumption (1000 tons), per capita consumptions (kg), domestic use (1000 tons), available production (1000 tons), supply (1000 tons), production losses (tonnes), and degree of adequacy (%) for these periods were determined, and the data obtained were presented in graphs. The data were obtained using the data of the Turkish Statistical Authority (TUIK). **Results:** The COVID-19 pandemic process has been determined to vary depending on the parameters studied for the production, trade, and consumption of root vegetables. **Discussion and Conclusion:** The study found that while there were variable increases in all the parameters studied for other root vegetables (celery, radish, red beet, and turnip), there were minimal decreases in the range and quantity of production, supply, domestic use, consumption, per capita consumption, and import values in carrots during the COVID-19 pandemic period (2020 and 2021) compared to the pre-epidemic period (2010–2019).

Keywords: Carrot, Celery, Radish, Red Beet, Turnip.

GİRİŞ

Kök sebzeler, vitamin, mineral maddeler ve fenolik bileşikler bakımından zengin olmaları nedeniyle birçok hastalığın önlenmesinde ya da olumsuz etkilerinin azaltılmasında güçlü etkiye sahiptir (Sun ve ark., 2009). Kökleri tüketilen sebzeler grubunda; havuç, turp, kök kerevizi, kırmızı pancar ve şalgam yer almaktadır. Türkiye’ de 2022 yılı TÜİK verilerine göre kök sebzelerde üretim alanı bakımından ilk sırada havuç (135 624 da) yer almakta, bunu sırasıyla turp (57 228 da), kök kerevizi (10 249 da), kırmızı pancar (4 137 da) ve şalgam (944 da) izlemektedir. Üretim miktarı bakımından ise; yine ilk sırada 788 578 ton üretim değeriyle havuç yer almakta, bunu turp (188 662 ton), kök kerevizi (25 818 ton), kırmızı pancar (23 543 ton) ve şalgam (2 405 ton) takip etmektedir (Şekil 1). Toplam turp üretiminin % 90.8’ i kırmızı turp (171 381 ton), % 7.3’ ü bayır turpu (13 828 ton), % 1.8’ i ise beyaz turpa (3 453 ton) aittir (TÜİK, 2022). Tablo 1’ de kök sebzelerin besin içerikleri özetlenmiştir.



Şekil 1. Kök sebzelerin üretim miktarı (1000 ton) ve alanları (da)

Havuç beslenme açısından çok yönlü kullanılan bir sebze olmasının yanında, turuncu, mor, siyah, kırmızı, sarı ve beyaz havuçların içermiş oldukları α - ve β - karoten, antosiyanin, likopen ve lutein gibi sağlık açısından yararlı fitokimyasallar ile insan sağlığı açısından son derece önemli bir sebze türüdür (Kasım & Kasım, 2019). Turpun toprak üstü kısımlarının fenolik bileşikler gibi biyoaktif bileşikler bakımından zengindir (Goyeneche ve ark., 2018), Turpun fonksiyonel gıda olarak önem taşıdığı, askorbik asit (C vitamini), folik asit ve potasyumca zengin olduğu, aynı zamanda iyi bir B6, riboflavin, magnezyum ve kalsiyum kaynağı olduğu belirtilmektedir (Akan ve ark., 2013). Şalgam da iyi bir C vitamin kaynağı olup, riboflavin ve çeşitli mineral maddeler bakımından zengindir. Kırmızı pancar kökü, mineral maddeler (özellikle potasyum, fosfor ve magnezyum) ve vitaminler (özellikle toplam folat ve betaine) yönünden zengindir (Parveen ve ark., 2015; Ma ve ark., 2016). Kök sebzeler, sağlık açısından faydalarının yanısıra, düşük kalori içermeleri açısından da iyi birer diyet ürünüdürler. Covid-19 salgın döneminde, mineral ve vitaminler bakımından zengin olan sebze ağırlıklı bir beslenme programının önemi daha da anlaşılır duruma gelmiştir. Dünya genelinde 2020 ve 2021 yıllarında hızlı bir artış ivmesi sergileyen Covid-19 salgını, 2022 yılı itibarıyla belirgin bir şekilde azalma eğilimine geçerek, neredeyse salgının sonuna gelinmiştir. Dünyada yaşanan tüm pandemi ve salgınlar gibi, Covid-19 salgınının da tüm bitkisel üretimde olduğu gibi sebze üretimi ve ticareti üzerine de bazı etkileri olmuştur. Bu çalışmada, Covid-19 pandemi sürecinin kökleri tüketilen sebze türlerinin (havuç, turp, şalgam, kırmızı pancar ve kök kerevizi) üretim, tüketim ve ticareti üzerine etkisini tespit etmek amaçlanmıştır.

Tablo 1. Kök sebzelerin 100 g taze ağırlıktaki besin içerikleri (USDA , 2024)

Besin İçeriği	Havuç	Turp	Şalgam	Pancar	Kereviz
Su	88.3 g	95.3 g	91.9 g	87.6	95.4 g
Kalori	41 kcal	16 kcal	28 kcal	43 kcal	14 kcal
Protein	0.93 g	0.68 g	0.9 g	1.61 g	0.69 g
Yağ	0.24 g	0.1 g	0.1 g	0.17 g	0.17 g
Karbonhidrat	9.58 g	3.4 g	6.43 g	9.56 g	2.97 g
Lif	2.8 g	1.6 g	1.8 g	2.8 g	1.6 g
Ca	33 mg	25 mg	30 mg	16 mg	40 mg
Mg	12 mg	10 mg	11 mg	23 mg	11 mg
P	35 mg	20 mg	27 mg	40 mg	24 mg
K	320 mg	233 mg	191 mg	325 mg	260 mg
Na	69 mg	39 mg	67 mg	78 mg	80 mg
Folat	19 µg	25 µg	15 µg	109 µg	36 µg
Vitamin C	5.9 mg	14.8 mg	21 mg	4.9 mg	3.1 mg
Vitamin B-6	0.138 mg	0.071 mg	0.09 mg	0.067 mg	0.074 mg
Vitamin A	835 µg	-	-	2 µg	22 µg
Vitamin K	13.2 µg	1.3 µg	0.1 µg	0.2 µg	29.3 µg
Lutein + zeaxanthin	256 µg	10 µg	-	-	283 µg
Karoten	11.760 µg	4 µg	-	20 µg	270 µg

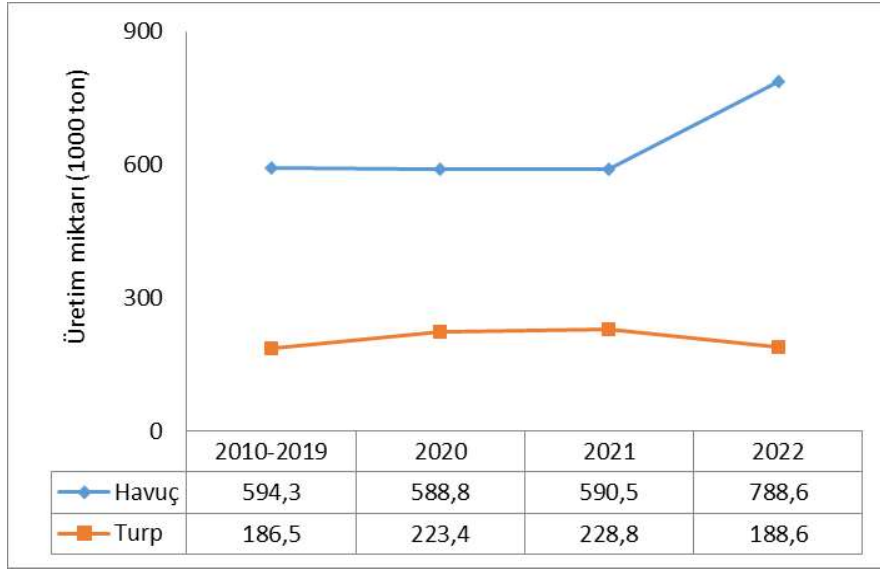
MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada, Türkiye İstatistik Kurumu'ndan temin edilen veriler kullanılmıştır (TÜİK, 2022). Türkiye' de kökleri tüketilen sebzeler (havuç, turp, şalgam, kırmızı pancar ve kök kerevizi), Covid-19 salgın dönemi öncesi dönem (2010-2019 yılları arası) ve Covid-19 salgın dönemi (2020 ve 2021 yılı) olmak üzere 2 farklı döneme ait üretim miktarı (1000 ton), üretim alanı (dekar), verim (t/da), sebze fiyatları (kg/TL), ihracat ve ithalat miktarı (1000 ton), tüketim (1000 ton), kişi başı tüketim (kg), yurt içi kullanım (1000 ton), arz (1000 ton), kullanılabilir üretim (1000 ton), üretim kayıpları (ton) ve yeterlilik derecesi (%) bakımından değerlendirilmiş ve elde edilen veriler grafikler halinde sunulmuştur. 2010-2019 yılı verileri 10 yıllık verilerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

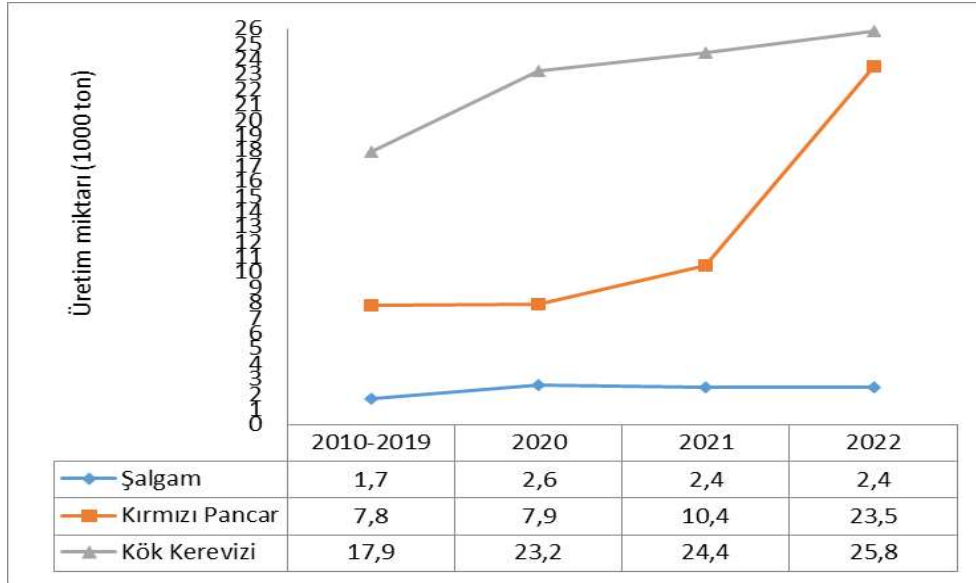
BULGULAR

Üretim Miktarı ve Alanı ile Verimdeki Değişimler

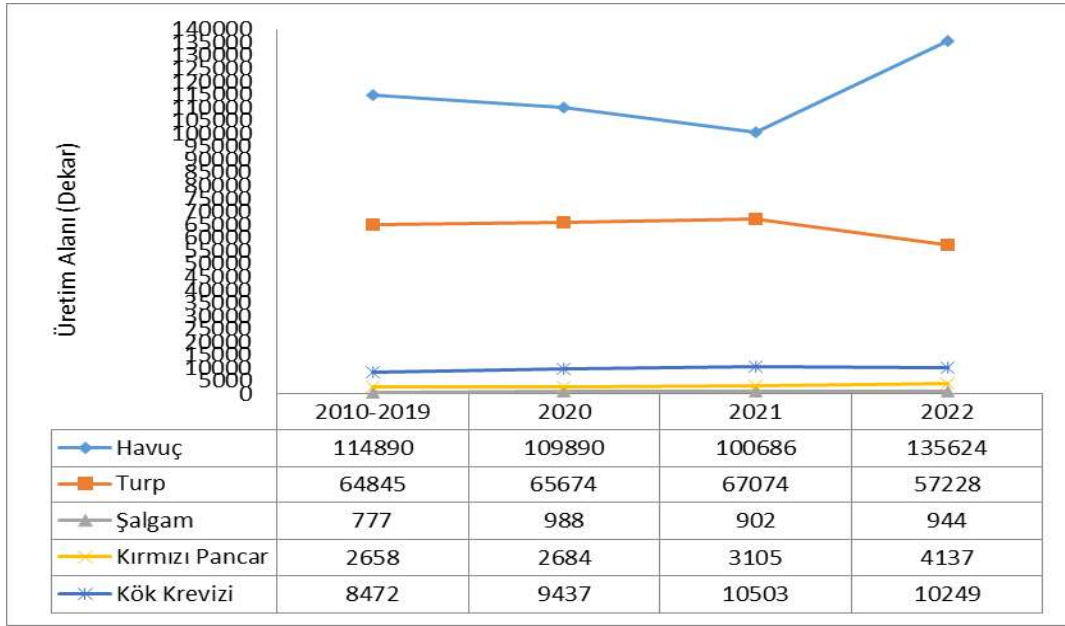
Türkiye' de kökleri tüketilen sebzelerde üretim miktarları ve üretim alanlarına ilişkin veriler Şekil 2, 3, 4 ve 5' de sunulmuştur. 2010-2019 yılları arasında ortalama 114 890 da alanda 594 300 ton havuç, 64 845 da alanda 186 500 ton turp, 8 472 dekar alanda 17 900 ton kök kerevizi, 2 658 da alanda 7 800 ton kırmızı pancar ve 777 dekar alanda 1 700 ton şalgam üretiminin olduğu belirlenmiştir. Covid-19 salgın döneminde, bir önceki döneme göre (2010-2019 yılları arası) en belirgin üretim artışı sırasıyla şalgam (% 47), kök kerevizi (% 33), turp (% 21.2) ve kırmızı pancarda (% 17.3) görülürken, havuçta bir önceki döneme göre minimal bir azalma (% 1) tespit edilmiştir. Salgın etkisinin azaldığı 2022 yılında ise, Covid-19 dönemine göre en belirgin üretim artışı havuç (% 33.7) ve kırmızı pancarda (% 157) olurken, turp üretiminde % 16.6 oranında azalma olmuştur (Şekil 2 ve 3).



Şekil 2. Havuç ve turpta üretim miktarındaki (1000 ton) değişimler (TUİK, 2022)

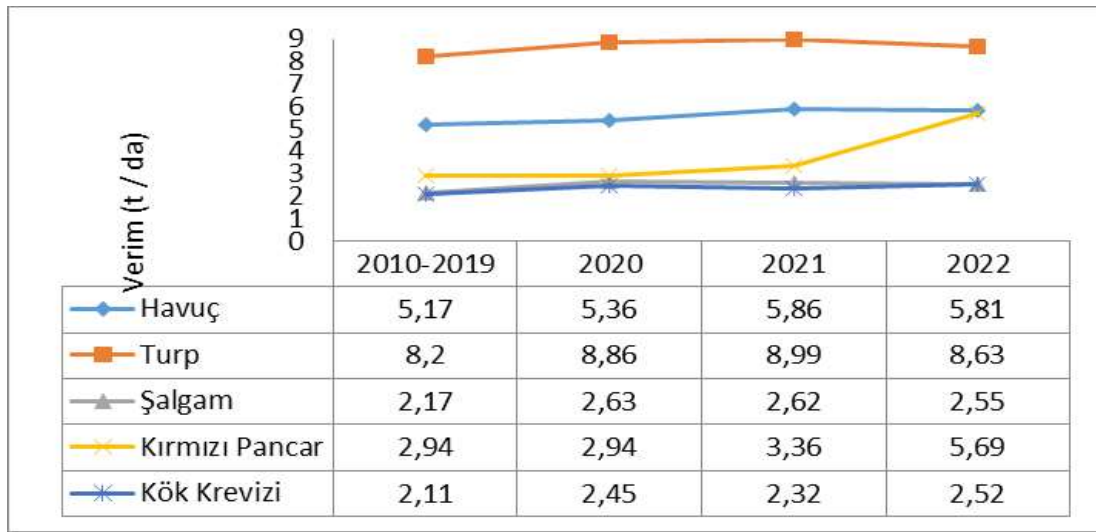


Şekil 3. Diğer kök sebzelerin üretim miktarındaki (1000 ton) değişimler (TUİK, 2022)



Şekil 4. Üretim alanındaki (dekar) değişimler (TUİK, 2022)

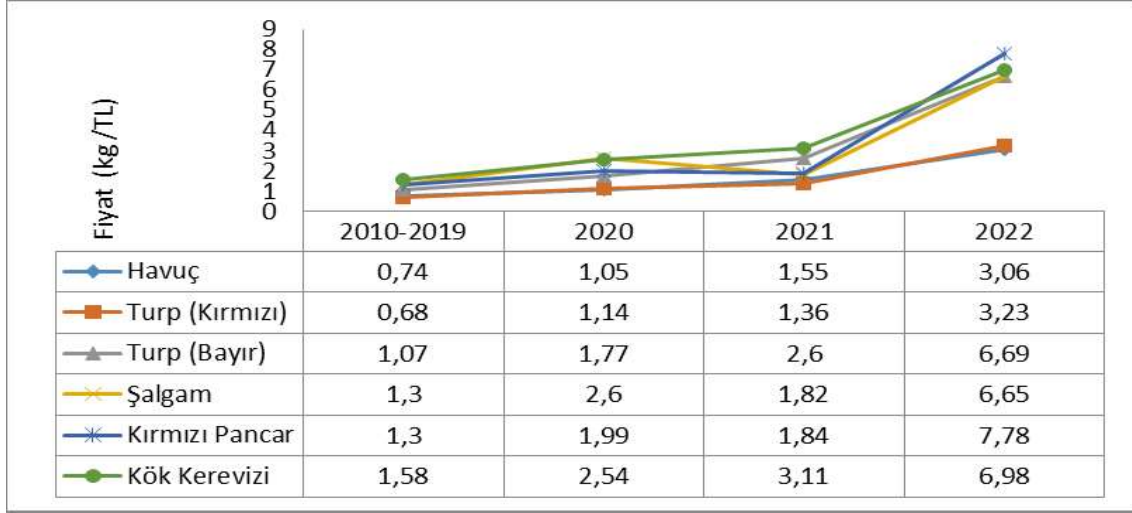
Kökleri tüketilen sebzelerde üretim alanlarındaki değişimler Şekil 4’ de verilmiştir. Covid-19 salgın döneminde bir önceki döneme göre en belirgin üretim alanı artışı şalgam (% 21.6) ve kök kerevizinde (% 17.7) olurken, bu türleri sırasıyla kırmızı pancar (% 8.9) ve turp (% 2.4) izlemiştir. Havuçta ise üretim alanlarında % 8.4’ lük bir azalma olmuştur. Salgın bitiş yılında (2022 yılı) ise Covid-19 dönemine göre üretim alanındaki en belirgin artış % 28.8 oranla havuçta olmuştur (Şekil 4).Salgın öncesi dönemde verim değerlerinin, turpta 8.2 t/da, havuçta 5.17 t/da, kırmızı pancarda 2.94 t/da, şalgamda 2.17 t/da, kök kerevizinde 2.11 t/da olduğu belirlenmiştir (Şekil 5). Covid-19 salgın döneminde, bir önceki döneme göre verim değerlerinde en yüksek artış şalgamda (% 21) olurken, bunu sırasıyla kök kerevizi (% 13), turp (% 8.8), havuç (% 8.5) ve kırmızı pancar (% 7.1) takip etmiştir. Salgın bitiş yılında (2022 yılı) ise en belirgin verim artışı kırmızı pancarda (% 80.6) olurken, diğer türlerin verim değerlerinde belirgin bir değişim olmamıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Verim (t/da) değerlerindeki değişimler (TUİK, 2022)

Sebze Fiyatlarındaki (kg /TL) Değişimler

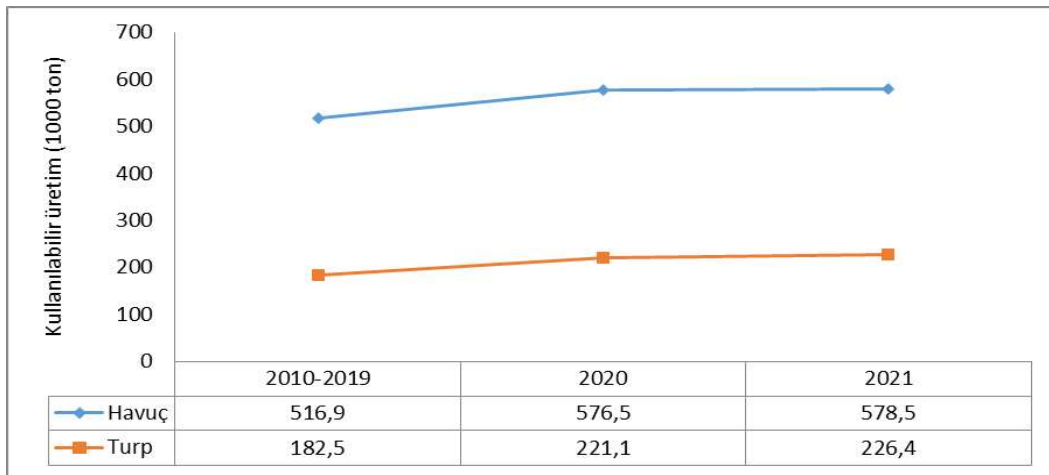
Covid-19 salgın döneminde, salgın öncesi döneme göre (2010-2019 dönemi) tüm türlerde sebze fiyatları artış göstermiştir. Salgın döneminde, bir önceki dönem göre sebze fiyatlarındaki artış en fazla % 103 artışla bayır turpunda olurken, bunu sırasıyla kırmızı turp (% 83), kök kerevizi (% 78) ve havuç (% 75) takip etmiştir. En az fiyat artışı ise % 46.9 ile kırmızı pancar da olmuştur (Şekil 6).



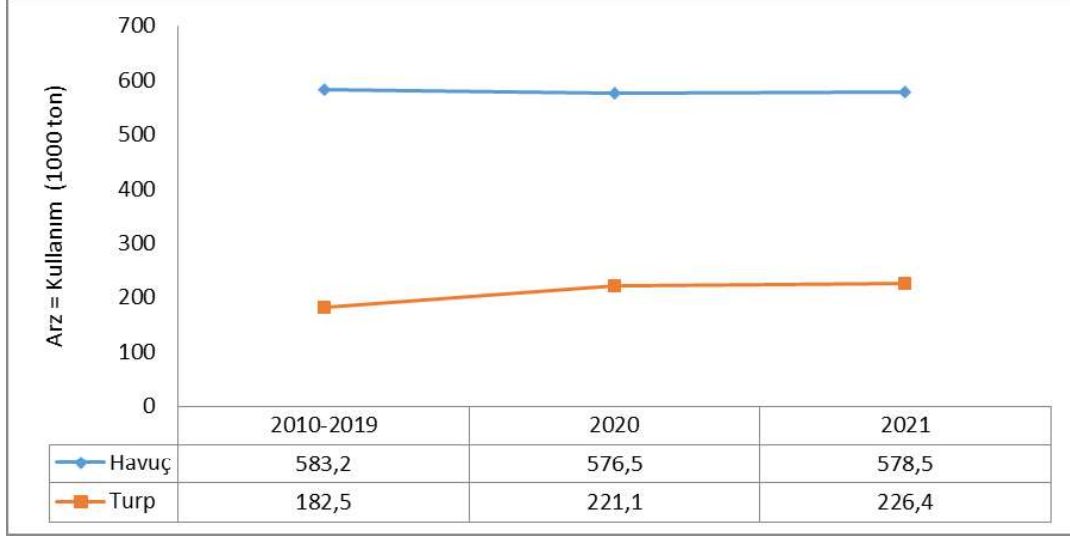
Şekil 6. Sebze fiyatlarındaki (kg/TL) değişimler (TUİK, 2022)

Kullanılabilir Üretim ve Arzdaki Değişimler

Kullanılabilir üretim, hasat edilen ürün miktarından üretim kaybının çıkarılmasıyla hesaplanan değerdir. Kullanılabilir üretim salgın döneminde havuçta % 11.7, turp da % 22.6 oranla artış göstermiştir (Şekil 7). Arz ise pandemi döneminde bir önceki döneme göre havuçta % 1 azalış olurken, turp da % 22.6 oranında artış olmuştur (Şekil 8).



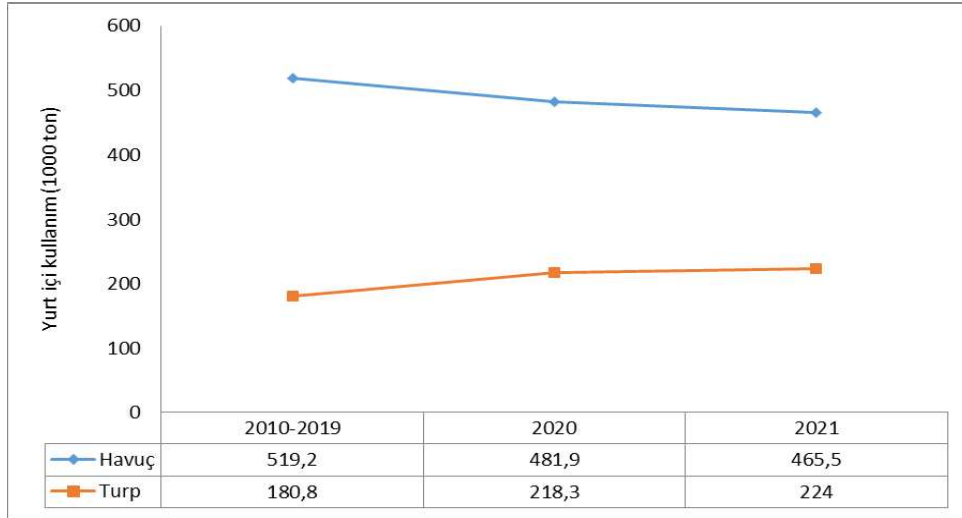
Şekil 7. Havuç ve turpta kullanılabilir üretimdeki değişimler (TUİK, 2022)



Şekil 8. Havuç ve turpta arzdeki (kullanım) değişimler (TUİK, 2022)

Yurt İçi Kullanım

Yurt içi kullanım değeri; gıda tüketimi, yemlik, tohumluk, endüstriyel kullanım ve kayıp miktarlarının toplamına karşılık gelmektedir. Havuçta, yurtiçi kullanımda % 9 oranında azalış olurken, turpta artış (% 22.6) görülmüştür (Şekil 9).



Şekil 9. Havuç ve turpta yurt içi kullanımdaki değişimler (TUİK, 2022)

Yeterlilik Derecesi (%)

Yeterlilik derecesi; bir bölgenin kullanılabilir üretiminin (iç üretim) o bölgenin talebini ya da yurt içi kullanımını (insan, hayvan ve endüstrinin bütün ihtiyaçlarını) ne ölçüde karşılayacak durumda olduğunu göstermektedir. Bu değer, kullanılabilir üretimin yurt içi kullanımına oranı ile hesaplanır ve % olarak ifade edilir. Bu değer, 100'den küçük olması, üretimin yurt içi

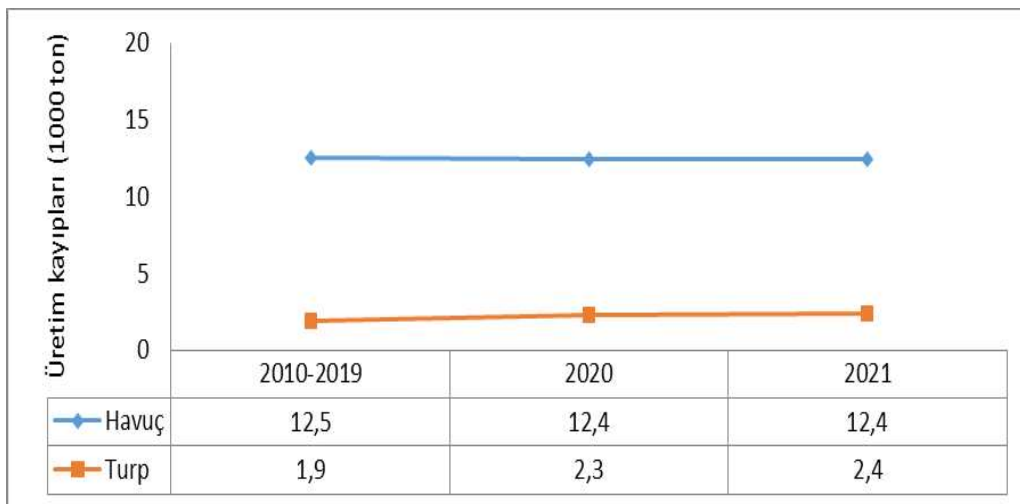
talebi tam olarak karşılayamadığı durumu temsil etmektedir. 100'den büyük olan bir değer, iç ihtiyaçları geçen, ihraç edilebilir ve/veya stoklanabilir miktarların varlığını göstermektedir. Covid-19 salgın döneminde yeterlilik derecesi havuçta % 8.7, turpta % 0.2 oranında artış göstermiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Havuç ve turpta yeterlilik derecesindeki değişimler (TÜİK, 2022)

Üretim Kayıpları

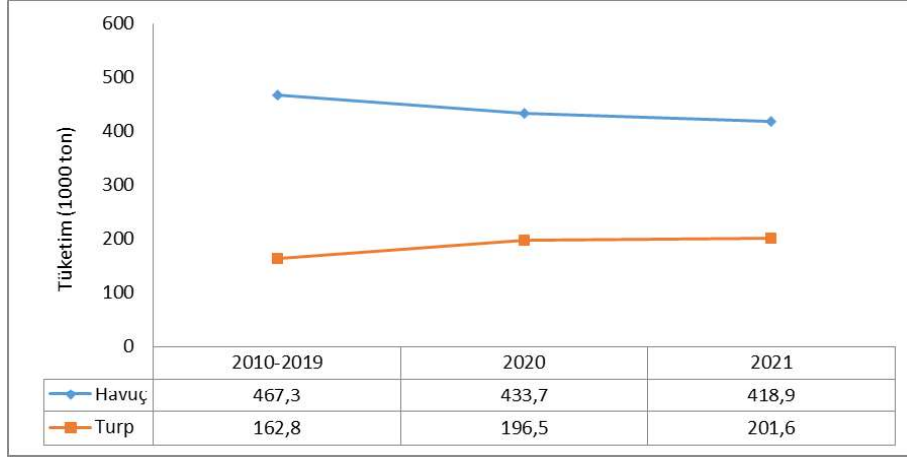
Üretim kayıpları, ürünün hasat edilmesi sırasında ve hasat edilen ürünün çiftlik avlusuna getirilinceye kadarki süreçte meydana gelen kayıpları ifade etmektedir. Pandemi döneminde, bir önceki döneme göre havuçta üretim kaybında bir değişim görülmezken, turpta % 23.7 oranında artış olmuştur (Şekil 11).



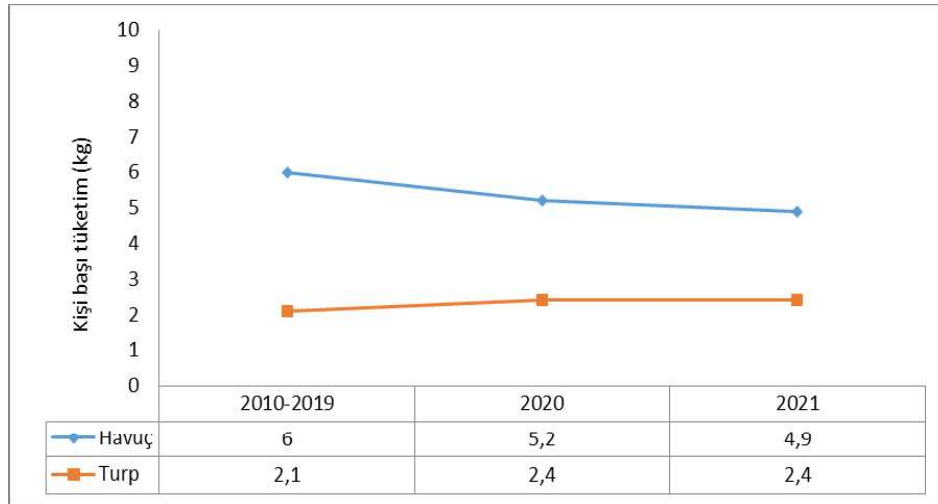
Şekil 11. Havuç ve turpta üretim kayıplarındaki değişimler (TÜİK, 2022)

Tüketim Miktarı (1000 ton) ve Kişi Başı Tüketim (kg)

Covid-19 salgın döneminde havuç tüketimi bir önceki döneme göre % 8.8 oranında azalış gösterirken, turp tüketiminde % 22.2' lik bir artış görülmüştür (Şekil 12). Kişi başı tüketim (kg) değerlerine bakıldığında ise; pandemi döneminde havuç tüketiminde %16.7 oranlık bir azalma olurken, turpta kişi başı tüketim % 14.3' lük oranla artmıştır (Şekil 13).



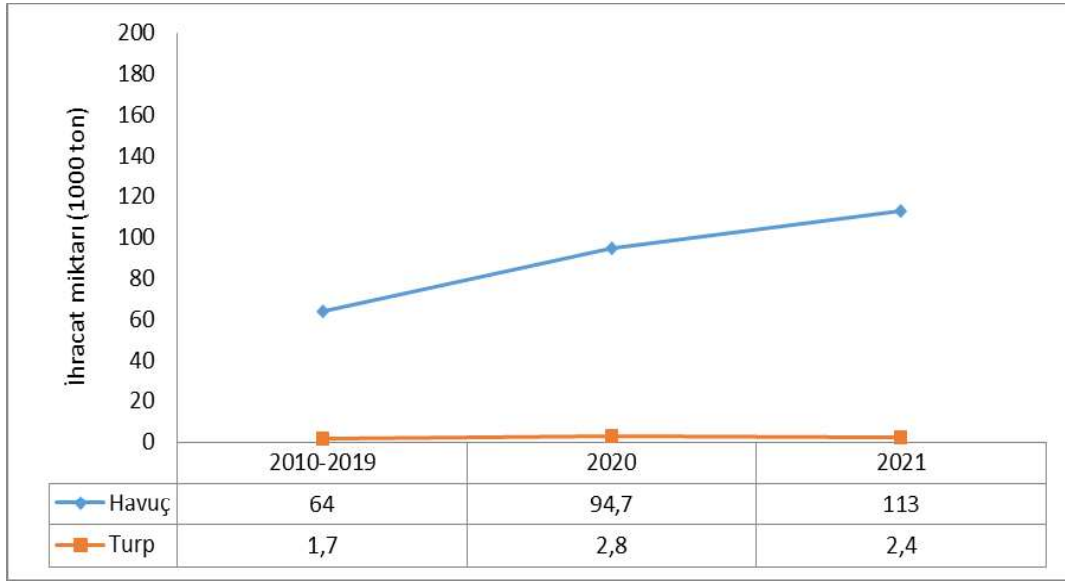
Şekil 12. Havuç ve turpta tüketim miktarındaki değişimler (TUİK, 2022)



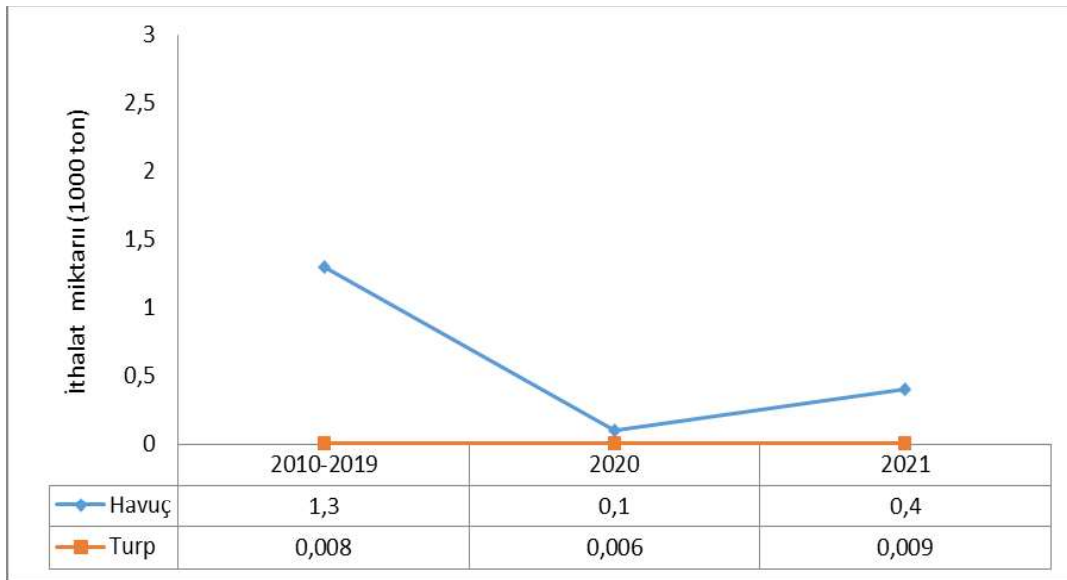
Şekil 13. Havuç ve turpta kişi başı tüketim miktarları (kg) (TUİK, 2022)

İhracat ve İthalat Miktarı (1000 ton)

Havuç ve turpta Covid-19 salgın döneminde, ihracat miktarı artış göstermiştir. Bu artış, havuçta % 136.3, turpta % 52.9 oranında olmuştur (Şekil 14). İthalat miktarında ise her iki türde de azalma olduğu dikkat çekmektedir (Şekil 15).



Şekil 14. Havuç ve turpta ihracat miktarındaki değişimler (1000 ton) (TUİK, 2022)



Şekil 15. Havuç ve turpta ithalat miktarındaki değişimler (1000 ton) (TUİK, 2022)

SONUÇ

Covid-19 pandemi dönemi, vitamin ve mineral maddeler bakımından sağlıklı beslenmenin ön plana çıktığı bir dönem olmuştur. Kökleri tüketilen sebzelerden havuç ve kereviz A vitamini ve β -karoten ile ilişkili olan göz sağlığını korumada etkili olduğu bilinen lutein ve zeaxantin (havuç: 256 μg , kereviz: 283 μg), Vitamin K (havuç: 13.2 μg , kereviz: 29.3 μg) ve Vitamin A (havuç: 835 μg , kereviz: 22 μg) bakımından zengindir. Havuçta karoten (11.760 μg), kırmızı pancarda Mg (23 mg) ve folat (109 μg) içeriği oldukça yüksektir. C vitamini yönünden özellikle şalgam (21 mg) ve turp (14.8 mg) ön plana çıkmaktadır. Mineral maddeler bakımından bütün kök sebzeler zengin olmasına rağmen, fosfor (P) ve potasyum (K) yönünden havuç ve kırmızı pancarın, kalsiyum (Ca) bakımından kereviz (40 mg), havuç (33 mg) ve şalgamın (30 mg) daha zengin olduğu bilinmektedir. Türkiye’de kökleri tüketilen

sebzelerden üretim miktarı (788 578 000 ton) ve alan (135 624 da) bakımından havuç ilk sırada yer almakta, bunu 57 228 da alanda 188 662 000 ton üretim değeriyle turp izlemektedir. Bu çalışmada, incelenen parametreler genel olarak değerlendirildiğinde; Covid-19 pandemi döneminde, üretim miktarı ve alanı bakımından havuçta minimal bir azalma olurken, diğer kök sebze türlerinde artış olmuştur. Verim ve sebze fiyatlarında tüm türlerde artış görülmüş, salgın etkisinin azaldığı 2022 yılında ise sebze fiyatlarındaki artış, artan enflasyona bağlı olarak daha da belirgin hale gelmiştir. Kullanılabilir üretimde, üretim kaybının azalmasına bağlı olarak havuçta ve tupta artış olurken, arzda havuçta ithalat miktarının azalmasına bağlı olarak minimal bir düşüş yaşanmıştır. Pandemi döneminde tüketim miktarı ve kişi başı tüketim değerlerinde havuçta azalma olurken, turp tüketiminin arttığı, ihracat miktarında her 2 türde de artış olurken, ithalat miktarının azaldığı belirlenmiştir. Pandemi döneminde gerek havuçta gerekse turpta iç üretim, ülke taleplerini karşılamıştır.

KAYNAKÇA

Akan, S., Veziroğlu, S., Özgün, Ö., Ellialtıoğlu, Ş. (2013). Turp (*Raphanus sativus* L.) sebzесinin fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmesi. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 23(3): 289-295.

Goyenechea, R., Fanovichc, A., Rodrigues, C.R., Nicolao, M.E., Scalaa, K.D. (2018). Supercritical CO₂ extraction of bioactive compounds from radish leaves: Yield, antioxidant capacity and cytotoxicity. *The Journal of Supercritical Fluids*, 135: 78–83.

Kasim, R., Kasim M.U. (2019)International Marmara Sciences Congress (Autumn) 2019 Proceedings Book (Natural and Applied Sciences), pp: 615-622.

Ma, G. C., Wang, Y. R., and Xuan, Z. Y. (2016). Analysis and comparison of nutritional compositions in Xinjiang turnip (*Brassica rapa* L.). *Sci. Technol. Food Ind.*, 37: 360–364.

Parveen, T., Hussain, A., and Rao, M. S. (2015). Growth and accumulation of heavy metals in turnip (*Brassica rapa*) irrigated with different concentrations of treated municipal wastewater. *Hydrol. Res.*,46, 60–71.

Sun, T., Simon, P.W., Tanumihardio, S.A. 2009. Antioxidant phytochemicals and antioxidant capacity of biofortified carrots (*Daucus carota* L.) of various colors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(10): 4142–4147.

TÜİK. 2022. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://www.tuik.gov.tr/> (Erişim tarihi: 08.01. 2024).

USDA. 2024. <https://www.usda.gov/> (Erişim tarihi: 10.02.2024).

BAZI SERİN MEVSİM ÇİM BİTKİLERİNDE DENİZ YOSUNU (*ASCOPHYLLUM NODOSUM*) UYGULAMALARININ ÇİMLENME VE ÇİM KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

EFFECT OF SEAWEED (*ASCOPHYLLUM NODOSUM*) TREATMENTS ON GERMINATION AND TURF QUALITY IN SOME COOL SEASON GRASS

Kadriye Çelik

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Eskişehir, Türkiye

(Orcid ID: 0000-0002-4264-6833)

Prof. Dr. Süleyman Avcı

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Eskişehir, Türkiye

(Orcid ID: 0000-0002-4653-5567)

ÖZET

Bu çalışma, bazı serin mevsim buğdaygil çim bitkilerinin (*Lolium perenne* L., *Festuca arundinaceae* Schreb., *Festuca rubra* L., *Poa pratensis* L.) çimlenme ve bitki gelişimi özellikleri üzerine deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) uygulamalarının etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Deniz yosunu arazi çalışmalarında püskürtme yoluyla 3,3 ve 6,6 g/L dozlarında ve laboratuvarında tohumlara koşullu çimlendirme için 1/500 dozunda uygulanmıştır. Arazi çalışmalarında incelenen NDVI, klorofil miktarı ve kanopi sıcaklığı için 6,6 g/L dozunun daha etkili olduğu ve *P. pratensis* türünün bu doza daha yüksek tepki gösterdiği belirlenmiştir. Çimlenme yüzdesi bakımından deniz yosunu ya su ile yapılan uygulamaya benzer ya da olumsuz etkiye neden olmuştur. Öte yandan su ve yosun uygulamaları yapılan tohumlar kontrole göre daha kısa sürede çimlenmiştir. *F. arundinaceae* türünde deniz yosunu ve diğer çim türlerinde su uygulaması sürgün uzunluğunu daha fazla artırmıştır. Kök uzunluğu bakımından *L. perenne* ve *P. pratensis* türlerinde su uygulaması, *F. arundinaceae* ve *F. rubra*'da su ve yosun uygulaması daha yüksek ve benzer sonuçlar göstermiştir. Fide yaş ağırlığı uygulama yapılmamış tohumlarda daha yüksek bulunmuş ve bu etki kuru madde oranında da benzer olmuştur. Diğer taraftan kontrol ve yosun uygulamalarının kuru madde oranları su uygulamasına göre yüksek ve benzerdir. Sonuç olarak; arazi şartlarında 6.6 g/L deniz yosunu uygulaması çim türlerinin gelişimini olumlu yönde etkilemiştir. Bununla birlikte; çimlenme ve fide özellikleri bakımında deniz yosunu beklenen etkiyi göstermemiş ve su ile koşullu çimlendirme daha başarılı olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çim bitkisi, deniz yosunu, çimlenme, klorofil, NDVI

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effect of seaweed (*Ascophyllum nodosum*) on the germination and plant growth characteristics of some cool season grass (*Lolium perenne* L., *Festuca arundinaceae* Schreb., *Festuca rubra* L., *Poa pratensis* L.). Seaweed was applied by spraying at doses of 3,3 and 6,6 g/L in a field experiment and at a dose of 1/500 for priming seeds in the laboratory. It was determined that a 6,6 g/L dose was more effective for NDVI, chlorophyll content, and canopy temperature in field experiments, and *P. pratensis* indicated a higher response to this dose. In terms of germination percentage, seaweed was either similar to the application with water or caused a negative effect. On the other hand, the seeds with water and seaweed treatments germinated in a shorter time than the control. While seaweed increased shoot length more in *F. arundinacea*, water application increased in other grass species. In terms of root length, water application in *L. perenne* and *P. pratensis* species, and water and seaweed application in *F. arundinaceae* and *F. rubra* showed higher and similar results. Seedling fresh weight was found to be higher in untreated seeds and this effect was similar in dry matter ratio. On the other hand, dry matter ratios of control and seaweed applications are higher and similar to water applications. In conclusion; 6,6 g/L seaweed application in field conditions affected the development of grass species positively. However; in terms of germination and seedling characteristics of cool-season grasses, seaweed did not indicate the expected effect, and priming with water was more successful.

Key Words: Turf grass, seaweed, germination, chlorophyll, NDVI

GİRİŞ

Tüm canlı yaşamının vazgeçilmez bileşenlerinden biri olan yeşil alanlar; sanayileşme çarpık kentleşme, betonlaşma ile beraber hızla yok olmaya başlamıştır. Ülkemizde hızlı nüfus artışı sonucu kentlerin hızla gelişmesi ve yoğun yapılaşma, kentsel yeşil alanların ve özellikle yüzey etkisi oluşturan çim alanların önemini bir kat daha arttırmıştır. Bu alanlarda en çok tercih edilen çim bitkileri; çok yıllık çim (*L.perenne*) çayır salkım otu (*P. pratensis*) kırmızı yumak (*F.rubra* L.) ve kamışsı yumak (*F. arundinacea*) türlerinden oluşmaktadır.

Çim türlerinin tüm yıl boyunca yeşilliğini ve kompakt görsel özelliklerini koruyabilmeleri bu alanların kalitesi açısından önemlidir. Bitki büyüme düzenleyicileri (BBD'ler) tohum çimlenmesi de dahil olmak üzere bitki büyüme ve gelişimini çeşitli şekillerde etkilemektedir. Köpek dişi ayrığında hızlandırılmış çimlenme işlemiyle, GA₃, kinetin ve KNO₃ solüsyonları kullanılarak çıkış oranının arttığı, fakat çimlenme oranının değişmediği bildirilmiştir (Pill ve Necker, 2001). Ayrıca, hazırlama solüsyonuna BBD'lerin ve farklı mikro ve makro elementlerin dahil edilmesinin hazırlama etkisini daha da artırabileceği tespit edilmiştir (Pill ve FinchSavage, 1988). Bu nedenle, çim bitkilerinde tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine farklı hazırlama solüsyonları ve bunların kombinasyonlarının etkisini incelemek çimlenme, çıkış ve fide gelişimini arttırmak açısından önem arz etmektedir. Hazırlama solüsyonları içinde deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) ekstraktı son yıllarda tohum çimlenme, çıkış ve bitki gelişimi çalışmalarında kullanılmaktadır. Biber (Sivritepe ve Sivritepe, 2008) ve domates (Özkaynak vd., 2020) gibi bazı sebze türlerinde deniz yosunuyla yapılan koşullu çimlendirme çalışmalarının başarılı olduğu bildirilmiştir. Çim türleri üzerinde çok az çalışma yapılmış olmasına rağmen tohumların deniz yosunu özleri ile kontrollü çimlendirilmesi ve bunun tohumun çimlenme ve çıkış oranına etkisi umut verici olabilir. Ayrıca, çim türlerinin gelişimi üzerinde deniz yosunun etkileri çok az araştırılmıştır. Diğer bitkilerde yapılan çalışmalarda, uygulama yönteminin ve dozunun bitki performansı üzerinde

önemli olduğunu (Xu ve Leskovar, 2015), ayrıca bitkilerin deniz yosunu ekstraktına tepkilerinin türe bağlı olarak (Spann ve Little, 2011; Elansary vd., 2016) değiştiği gösterilmiştir. Bu çalışmada; ilk olarak farklı çim türlerinin (Çok yıllık çim, çayır salkım otu, kırmızı yumak ve kamışsı yumak) çimlenme ve fide özellikleri üzerine deniz yosunu ekstraktıyla kontrollü çimlendirme uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. Aynı zamanda bu türler arazi koşullarında da ekilerek yapraktan deniz yosunu uygulamasının bitki gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Arazi çalışmaları

Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümü laboratuvarlarında ve deneme arazisinde 30.09.2021-30.03.2022 tarihleri arasında yürütülmüştür. 4 adet serin mevsim buğdaygil çim türü çeşitlerinin tohumları materyal olarak kullanılmıştır. Bitki materyaline ait tür ve çeşit isimleri ve bunların bitkisel özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Deneme kullanılan serin mevsim buğdaygil çeşitlerinin genel özellikleri

Çim türü	Çeşit	Bitkisel adaptasyon özellikleri
Poa pratensis (Çayır salkım otu)	Evora	Orta yoğunluğa sahiptir ve yaprakları oldukça büyüktür. Oyun alanları ve spor sahalarında artan aşınma toleransına katkıda bulunur. Tuzluluk toleransı oldukça yüksetir.
Festuca rubra (Kırmızı yumak)	Sergei	Koyu yeşil renkli, ince ve sık dokuludur. Kuraklığa ve basılmaya dayanıklıdır. Gölge alanlarda seyrelmeden sık dokusunu korur. Az bakım yapılan alanlardan çok iyi bakılan alanlara kadar her türlü koşulda iyi performans gösterir. Bahar yeşillenmesi çok erkendir. Sonbahar rengini en iyi muhafaza eden çeşitler arasındadır.
Festuca arundinaceae (Kamışsı yumak)	Jaguar 4G	Yaprak dokusu ince ve koyu yeşil renklidir. Sıcağa, kuraklığa, susuzluğa, tuzluluğa ve yıpranmaya karşı çok dayanıklıdır. Az, orta ve yüksek, her türlü bakım programına uyum sağlar. Yavaş boylanır. Çok sık biçim gerektirmez. Hem sıcak hem de serin iklim şartlarına adaptasyonu yüksektir.
Lolium perenne (Çok yıllık çim)	Caddieshack	İnce yapraklı ve sık dokuludur. Mükemmel koyu yeşil bir renge sahiptir. Çabuk çimlenir ve hızlı tesis oluşturur. Alanı kısa sürede kaplar ve yabancı otların gelişmesini önler. Yavaş boylanır ve böylece çok sık biçim yapmak gerekmez. Kıştan çok daha az hasar görür ve yıl boyu mükemmel, canlı dokusunu muhafaza eder.

Hem tohum uygulama çalışmalarında hem de arazide bitki gelişimini teşvik etmek amacıyla deniz yosunu içeren Proton® marka biouyarıcı kullanılmıştır. Bu biouyarıcıya ait detaylı bilgiler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Proton marka deniz yosununa ait içerik bilgisi

İçerik	w/w (%)
Organik Maddeler:	45
Alginik asit	1,5
Potasyum Oksit (K ₂ O)	10
pH	9-11
EC	44,6 (dS/m)

Denemenin yürütüldüğü Eylül 2021- Mart 2022 arasında Aralık ayı hariç toplam yağış uzun yıllar ortalamalarına göre düşük gerçekleşmiştir (Tablo 3). Öte yandan ortalama sıcaklık değerleri Eylül 2021-Şubat 2022 yılları arasında uzun yıllar ortalamalarına göre daha yüksek seyrederken, Mart 2022’de ise oldukça düşük bir değer göstermiştir. Ortalama nispi nem bakımından Eylül-Aralık 2021 tarihleri arasında uzun yıllar ortalamalarına göre düşük değerler görülürken, Ocak-Mart 2022 tarihleri arasında daha yüksek değerler kaydedilmiştir.

Tablo 3. Deneme yılına ve uzun yıllara ait iklim verileri*

Aylar	Toplam yağış (mm)			Ortalama sıcaklık (°C)			Ortalama nispi nem (%)		
	2021	2022	UYO	2021	2022	UYO	2021	2022	UYO
Ocak	40	22	33	1,3	-0,9	-0,1	72	85	79,8
Şubat	35	24,2	28,2	3,6	2,7	1,6	70	81,9	74,2
Mart	35	16,6	29,9	6	0,8	5,2	70	73,3	67,4
Nisan	37	5,2	44,1	10,8	11,9	9,9	71	60	64,1
Mayıs	44	27,2	42,3	15,7	16	14,9	77	61	62,6
Haziran	36	78,4	24,2	19,4	19,5	18,9	68	71	60,3
Temmuz	15	16,6	15	22,1	21,4	21,9	51	60,5	55
Ağustos	9	33,6	11,2	22	22,9	21,9	50	68,6	56,3
Eylül	16	4,4	17,2	18,1	18,7	17,5	51	61,8	59,9
Ekim	23	15	35	12,7	12,1	12,1	53	73,3	68
Kasım	25	7	33,4	9	8,4	5,9	61	71,5	73,6
Aralık	54	21,8	42,4	11,6	5,1	1,9	76	88,3	79,5
Ortalama/Toplam	369	272	355,2	11,9	10,5	11	64,2	69	66,7

*: Değerler Meteoroloji 3. Bölge Müdürlüğünden alınmıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü deneme alanındaki toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini içeren sonuçlar Tablo 4’te verilmiştir. Bu tabloya göre toprakta organik madde miktarı 0-30 cm’de %0,93 ve 30-60 cm’de %1,39 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler Dewi ve Arbawa (2019)’a göre sırasıyla çok düşük ve düşük olarak kaydedilmiştir. Öte yandan, toprak kireç içeriği bakımından orta kireçli veya kireçli ve orta alkali reaksiyon göstermektedir. Ayrıca, deneme toprakları elverişli P₂O₅ miktarı bakımından yeterli, K₂O yönünden ise yüksek bulunmuştur

Tablo 4. Deneme yeri toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	Kireç (%)	Tuz (%)	Organik Madde (%)	Bitki için alınabilir besin maddeleri (kg/da)		Toprak Yapısı
					P ₂ O ₅	K ₂ O	
0-30	7.90	6.14	0.02	0.93	6.52	152	Tınlı
30-60	7.94	4.76	0.03	1.39	8.14	191	Tınlı

Deneme alanı ekim öncesi pulluk ve tırmık kullanılarak ekime hazır hale getirilmiştir. Ekimler 30.09.2021 tarihinde tesadüf bloklarlarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak yapılmıştır. Ana parselleri buğdaygil türleri (L. perenne, F. arundinacea, F. rubra ve P. pratensis) ve alt parselleri ise deniz yosunu dozları (kontrol, 3,3 g/L⁻¹ ve 6,6 g/L⁻¹) oluşturmuştur. Tohumlar 1 m² parsellere tabana ekimle birlikte 20 kg/da DAP gelecek şekilde ekilmiştir. Buğdaygil tohumlarının boyutları farklı olduğu için m²'de atılacak tohumluk miktarı türe göre değişkenlik göstermiş ve L. perenne'de 30 g/m², F.arundinacea 40 g/m², F.rubra 20 g/m² ve P.pratensis 10 g/m² olmuştur (Avcıoğlu, 1997). Ekimler yapıldıktan sonra parseller üzerine merdane uygulanmış ve çimlenme ve çıkış yapana kadar yağmurlama sulama yapılmıştır.

Çıkış sonrası bitkiler kışa girmeden soğuk zararını azaltmak amacıyla temizleme biçmesi yapılmıştır. Bitki parselleri gelişmeye başladıktan sonra 1 Mart 2022 tarihinde ve 15 gün sonrasında olmak üzere 2 defa farklı oranlarda deniz yosunu uygulaması yapılmıştır. Uygulama yapıldıktan 10-15 gün sonra parseller üzerinde NDVI (GreenSeeker, Trimble) Klorofil değeri (FieldScout CM 1000 Chlorophyll Meter) ve Taç Sıcaklığı (BP21 Pyrometer Infrared Termometre) alınmıştır.

Laboratuvar çalışmaları

İlk olarak tohumlar 1/500 deniz yosunu oranıyla koşullu çimlendirmeye tabi tutulmuştur. Tohum uygulaması, tohumların hazırlanan çözelti içerisinde bekleme süresi bu türlerin kontrol uygulamalarında ilk çimlenme gününe göre 1 gün öncesi olarak belirlenmiştir. Bu süreler L. perenne, F. arundinaceae ve F. rubra türlerinde 24 saat (1 gün) ve P. pratensis için 96 saat (4 gün) olarak alınmıştır. Uygulama yapılan tohumlar çeşme suyuyla bir süre elek içinde yıkandıktan sonra oda sıcaklığında kurutulmuştur.

Çimlenme çalışmaları, tesadüf parsellerinde faktöriyel düzende kurulmuştur. Birinci faktör, çim türleri (L.perenne, F.arundinacea, F.rubra ve P.pratensis) ve ikinci faktör ise tohum (kontrol, su ve yosun) uygulamalarıdır. Bu türler serin mevsim bitkileri olduğu için çimlenme 20 °C sıcaklıkta ve karanlık koşullarda inkübatör içerisinde yürütülmüştür (ISTA, 2018). Her uygulama 4 tekrarlı olarak ve her tekrarda 50 tohum olacak şekilde düzenlenmiştir. Tohumlar 20×20 cm boyutlarındaki 2 adet kurutma kağıdı arasında çimlendirilmiştir. Her kurutma kağıdı için 7 ml su eklenmiş ve hazırlanan örnekler buharlaşmayı engellemek için ağzı kilitli olan poşetlere alınmıştır. Poşetler sayım için açıldığında su miktarı kontrol edilmiş ve eksilen kısmı tamamlanmıştır. 2 mm kökçük uzunluğuna sahip tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir.

Çimlenme çalışmalarında ilk sayım ve son sayım günleri türlere göre değişiklik göstermiştir (ISTA 2018, Tablo 5). Çimlenme çalışmalarından sonra çimlenme oranı ve fide özelliklerini belirlemek için çimlenme yüzdesi (%), ortalama çimlenme süresi (ISTA, 2018), sürgün uzunluğu (cm), kök uzunluğu (cm), fide yaş ağırlığı (mg/fide) ve kuru madde oranı (%) özellikleri incelenmiştir.

Tablo 5. Deneme kullanılan budaygil çim türlerin ilk sayım ve son sayım günleri

Buğdaygil türleri	Çimlenme sayım günleri (gün)	
	İlk Sayım	Son Sayım
L. perenne	5	10
F.arundinacea	7	14
F.rubra	7	14
P.pratensis	10	21

Elde edilen veriler uygun deneme desenlerine göre JMP 14 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Yüzde değerlere Arcsin transformasyonu yapıldıktan sonra analiz edilmiştir. Uygulamalara ait ortalama değerler arasındaki farklılıkların önem düzeylerini belirlemek amacıyla verilere AÖF testi uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Arazi çalışmaları

Arazi koşullarında incelenen NDVI değeri, klorofil değeri ve taç sıcaklığı üzerine çim türleri, yosun uygulaması ve çim türleri × yosun uygulaması interaksiyon etkisi % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 6). Çim türleri uygulamalara; NDVI değeri için P. pratensis>L. perenne>F. rubra>F. arundinaceae, klorofil değeri için P. pratensis>L. perenne>F. arundinaceae>F. rubra ve kanopi sıcaklığı için P. pratensis>F. arundinaceae>F. rubra>L. perenne sıralamalarıyla tepkiler göstermiştir. Deniz yosunu uygulaması sonucu farklı çim türlerinde incelenen 3 parametrede de ticari olarak önerilen 3,3 g/L dozunun aksine 6,6 g/L dozunun daha yüksek değerler gösterdiği belirlenmiştir.

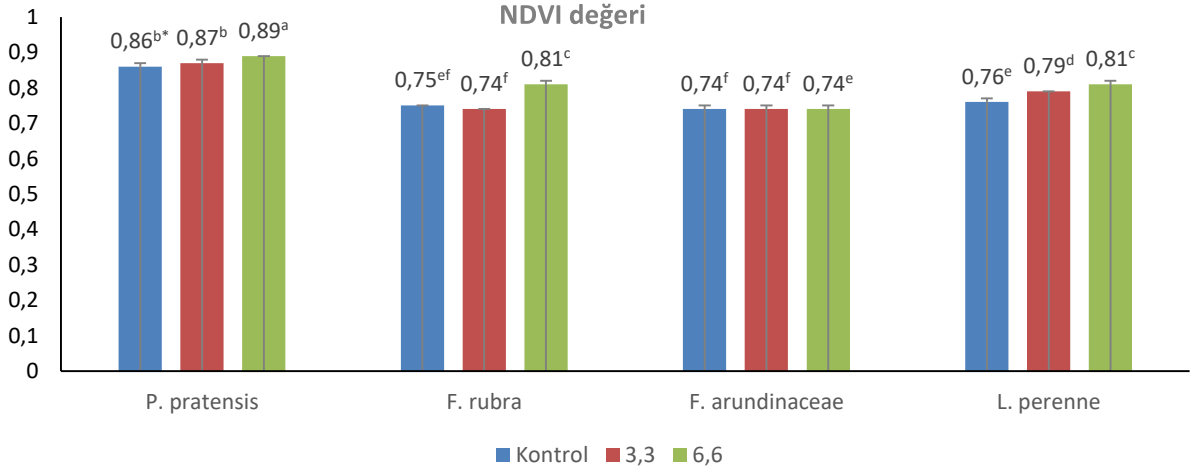
Tablo 6. Farklı çim türlerinde deniz yosunu uygulamalarının çim kalitesine etkisini belirlemek için incelenen özelliklere ait varyans analiz sonuçları ve ana faktör ortalamaları arasındaki farkların analizi

Faktörler	NDVI değeri	Klorofil değeri	Taç sıcaklığı (°C)
Çim türleri (ÇT)			
P. pratensis	0.87 ^a	507.0 ^a	12.9 ^a
F. rubra	0.77 ^c	347.2 ^d	11.8 ^c
F. arundinaceae	0.74 ^d	380.1 ^c	12.4 ^b
L. perenne	0.79 ^b	442.4 ^b	11.6 ^d
Yosun uygulaması (YU)			
3,3 gr/l	0.79 ^b	415.5 ^b	12.2 ^b
6,6 gr/l	0.82 ^a	453.0 ^a	12.5 ^a
Varyans analizi			
ÇT	**	**	**
YU	**	**	**
ÇT × YU	**	**	*
CV%	1.18	2.08	1.38

*p≤0.05, **p≤0.01 hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli. Benzer harfle gösterilen ortalamalar LSD testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

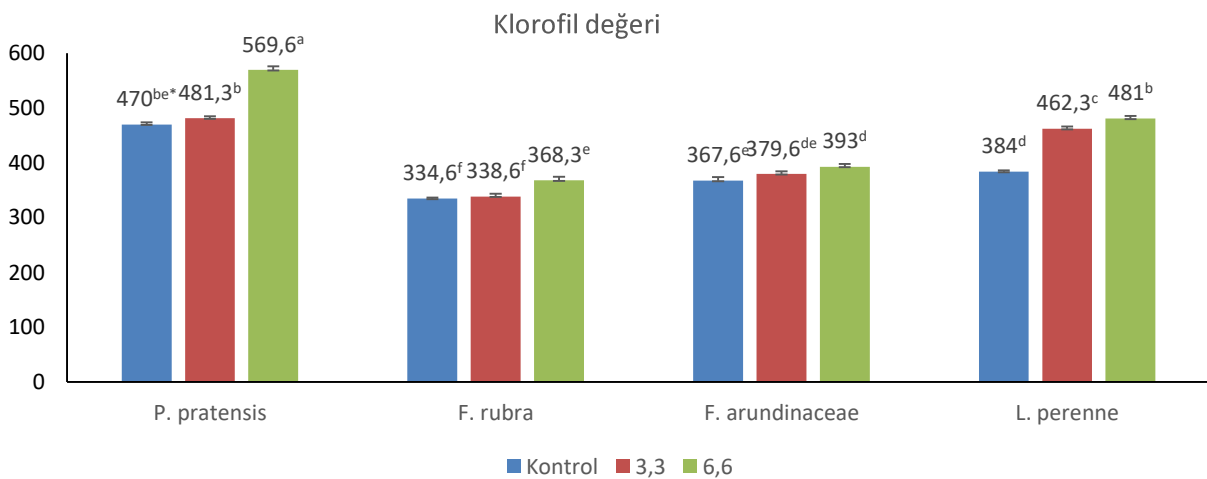
Öte yandan F. arundinaceae'ye ait NDVI değerleri deniz yosunu uygulamalarından etkilenmezken, artan doza bağlı olarak P. pratensis ve L. perenne türlerinde artış kaydedilmiştir,

F. rubra'da ise sadece 6.6 dozunda artış olmuştur (Şekil 1). Chang ve Yoon (2011) tarafından yürütülen çalışmada, bulgularımıza benzer şekilde P.pratensis'de yaprakdan deniz yosunu uygulamasının klorofil ve NDVI içerikleri üzerinde olumlu etki yaparak çim kalitesini önemli ölçüde arttırdığı görülmüştür. Quille vd. (2022)'nin yaptığı çalışmada ise deniz yosunu ekstraktıyla kaplanmış granül N içeren bir gübrenin farklı çimlere uygulanması sonucu azot kullanımını %82,8'den %96,6'ya yükselmiştir.



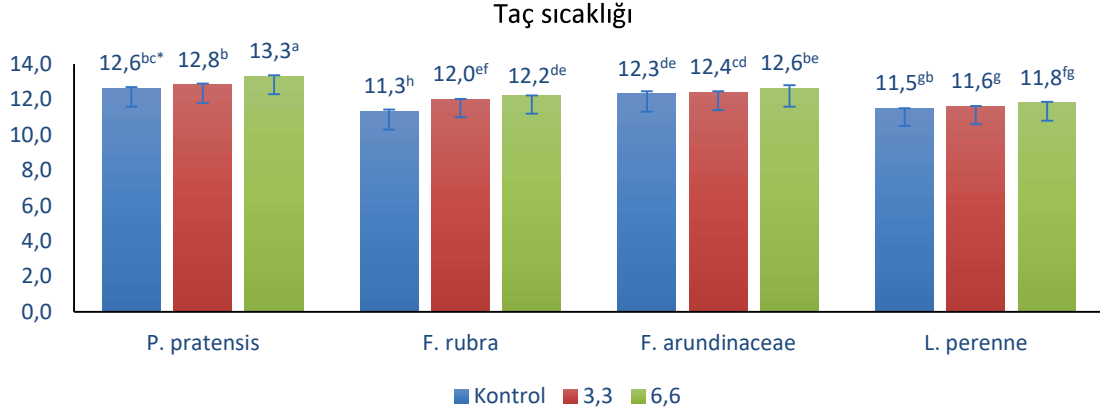
Şekil 1. Farklı çim türlerinde yosun uygulamasının NDVI değeri üzerine etkisi (Dikey çubuklar, P <0.01'de ortalama değerler ± standart hata'yı gösterir)

Büyüme, verim ve bitki sağlığı açısından önemli bir parametre olan klorofil değeri; P. pratensis türünde 6.6 g/L yosun uygulamasında en yüksek ve F.rubra türünün kontrol ve 3,3 g/L uygulamalarından en düşük değerleri göstermiştir (Şekil 2). Bulgularımıza benzer şekilde deniz yosunu uygulamaları soyada (Tandon ve Dubey, 2015) klorofil değeri, büyüme ve verim parametreleri üzerinde olumlu etkiler yapmıştır.



Şekil 2. Farklı çim türlerinde yosun uygulamasının klorofil değeri üzerine etkisi (Dikey çubuklar, P <0.01'de ortalama değerler ± standart hata'yı gösterir)

Taç sıcaklığı, bitkilerin stres şartlarına verdikleri tepkileri belirlemede önemli bir işaretçidir. Bu çalışmada; taç sıcaklığı bakımından en yüksek değer *P. pratensis* türünde 6.6 g/L yosun uygulamasından elde edilirken, en düşük değerler (11.3 ve 11.5) *L. perenne* ve *F. rubra* türlerinin kontrol uygulamasında elde edilmiştir. Tunçtürk vd. (2021), soya fasulyesinde farklı rizobakterilerin taç sıcaklığını artırarak kuraklık stresinin olumsuz etkisini azaltıcı ve düzenleyici etkileri olduğunu tespit etmişlerdir.



Şekil 3. Farklı çim türlerinde yosun uygulamasının taç sıcaklığı üzerine etkisi (Dikey çubuklar, P < 0.01'de ortalama değerler ± standart hata'yı gösterir)

Laboratuvar çalışmaları

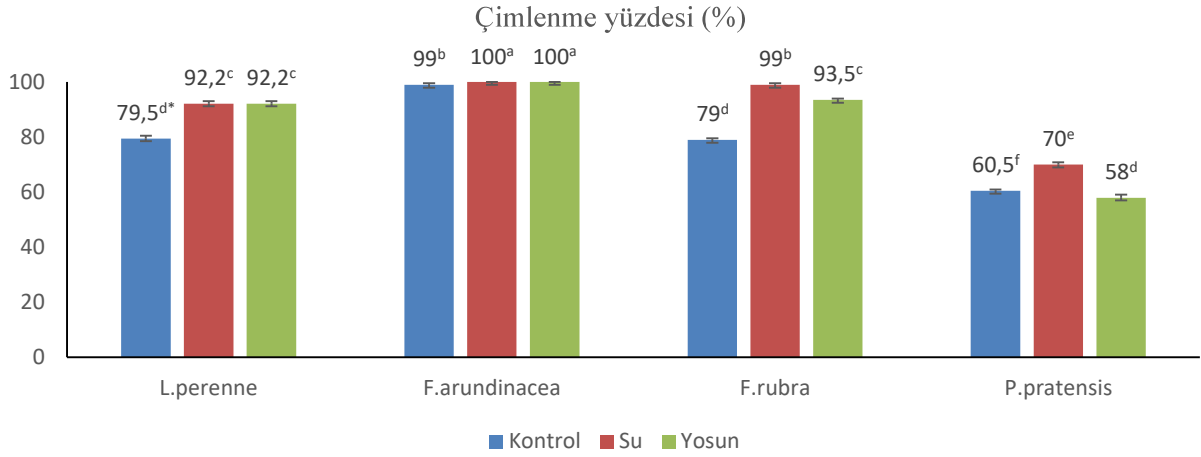
Çim türleri, tohum uygulaması ve çim türleri × tohum uygulaması interaksyon etkileri çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, yaş fide ağırlığı ve kuru madde oranı üzerine % 1 seviyesinde etkili olmuştur (Tablo 7).

Tablo 7. Farklı çim türlerinde deniz yosunu uygulamasının tohum çimlenme özellikleri üzerine etkisini belirlemek için incelenen özelliklere ait varyans analiz sonuçları ve ana faktör ortalamaları arasındaki farkların analizi

Faktörler	Çimlenme yüzdesi (%)	Ortalama çimlenme süresi (gün)	Sürgün uzunluğu (cm)	Kök uzunluğu (cm)	Yaş fide ağırlığı (mg/fide)	Kuru madde oranı (%)
Çim türleri (ÇT)						
P. pratensis	62.8 ^d	10.5 ^a	2.4 ^c	0.2 ^d	1.6 ^d	14.8 ^a
F. rubra	90.5 ^b	5.3 ^b	6.3 ^b	1.3 ^c	5.9 ^c	14.3 ^{ab}
F. arundinaceae	99.6 ^a	4.5 ^c	6.9 ^a	3.2 ^a	14.8 ^a	12.4 ^c
L. perenne	88.0 ^c	4.4 ^d	6.8 ^a	3.0 ^b	9.9 ^b	13.6 ^b
Tohum uygulaması (TU)						
Kontrol (Kuru)	79.5 ^c	6.4 ^a	5.3 ^c	1.5 ^c	8.3 ^a	14.0 ^a
Su	90.0 ^a	6.1 ^b	5.8 ^a	2.2 ^a	7.9 ^b	13.1 ^b
Yosun (1/500)	85.9 ^b	6.1 ^b	5.7 ^b	2.1 ^b	7.8 ^c	14.2 ^a
Varyans analizi						
ÇT	*	*	*	*	*	*
TU	*	*	*	*	*	*
ÇT × TU	*	*	*	*	*	*
CV%	3.06	1.39	2.07	5.6	1.2	3.3

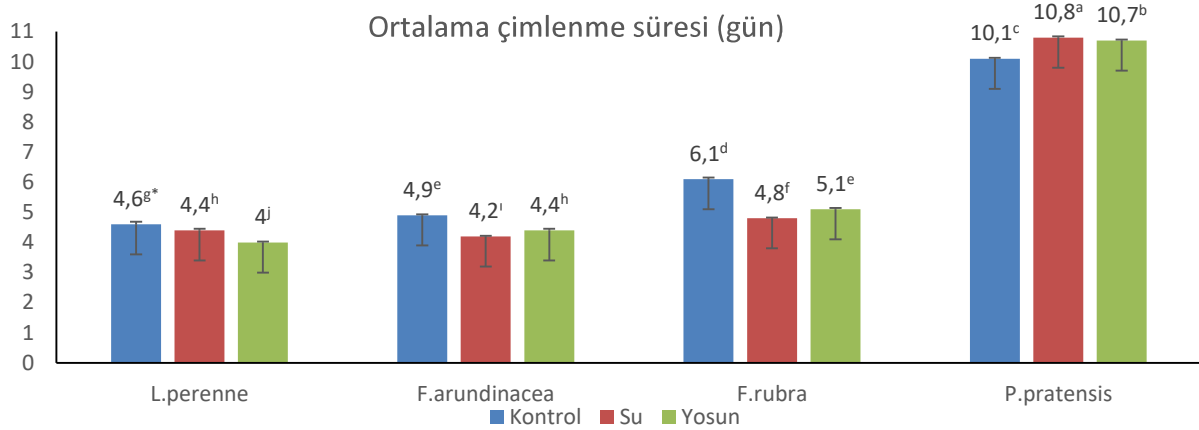
*p<0,01'de önemli. Benzer harfle gösterilen ortalamalar LSD testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Çimlenme yüzdesi; L. perenne türünde kontrole göre su ve yosun uygulamalarında daha yüksek ve benzer sonuçlar vermiştir (Şekil 4). F. arundinaceae'de çimlenme yüzdesi yüksek olup su ve yosun uygulaması kontrole göre çok az bir farklılık oluşturmuştur. F. rubra ve P. pratensis türlerinde yosun uygulamaları çimlenme yüzdesi üzerinde olumsuz etkiye yol açmıştır. Öte yandan bu iki türde su ile tohum uygulama kontrol uygulamalarına göre çimlenme yüzdesinde önemli bir artış sağlamıştır. Bu çalışmada deniz yosunu uygulamasının olumlu bir etkisi olmamasına rağmen Ferraz vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada hindiba tohumlarının deniz yosunu ile fizyolojik koşullandırılmasının çimlenme ve fide üretimi üzerinde olumlu etki yaptığı bildirilmiştir.



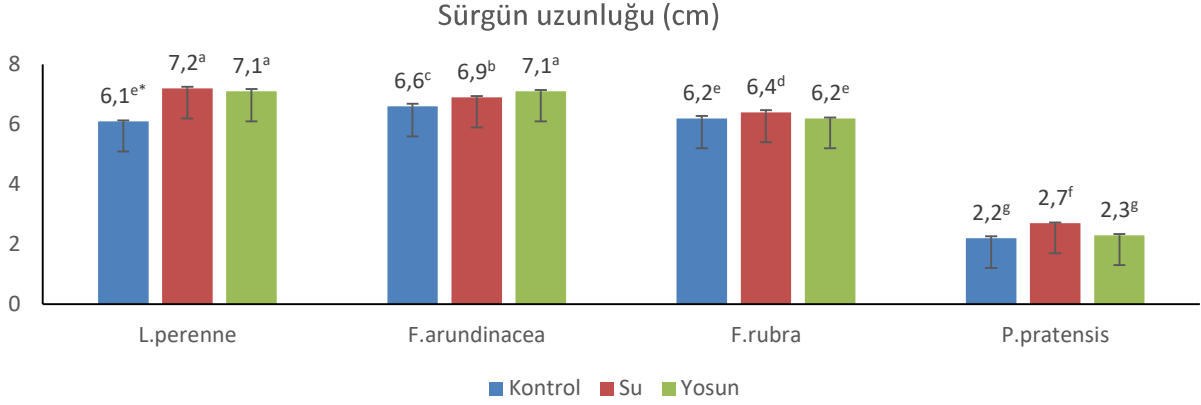
Şekil 4. Farklı çim türlerinde tohum uygulamalarının çimlenme yüzdesi (%) üzerine etkisi (Dikey çubuklar, P <0.01'de ortalama değerler ± standart hata'yı gösterir)

Ortalama çimlenme süresi, L. perenne'de deniz yosunu uygulamasında, F. arundinacea ve F. rubra'da su uygulamasında ve P. pratensis'de ise uygulama yapılmamış tohumlarda daha kısa olmuştur (Şekil 5). Ortalama çimlenme süreleri bakımından çim türleri P. pratensis>F. rubra>F. arundinacea>L. perenne olarak sıralanmıştır (Tablo 7). Öte yandan ortalama çimlenme süreleri açısından su ve yosun uygulamaları yapılan tohumlar kontrole göre daha kısa sürede çimlenmiş benzer sonuçlar vermiştir. Demirkaya (2010) biber ve soğan tohumlarında 1:500 oranında deniz yosunu ekstraktıyla ozmotik koşullandırma uygulaması yapmış ve ortalama çimlenme süresinin kıaldığını ortaya koymuştur.



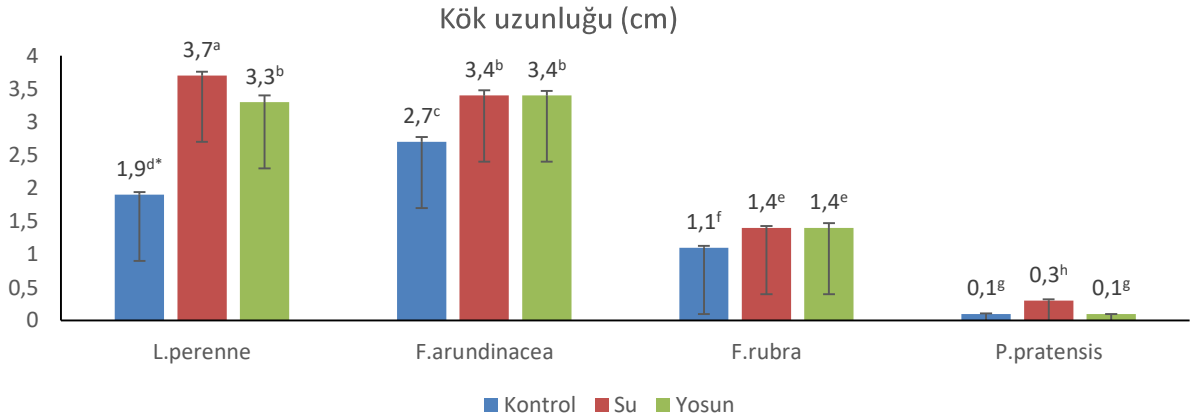
Şekil 5. Farklı çim türlerinde tohum uygulamalarının ortalama çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi (Dikey çubuklar, P <0.01'de ortalama değerler ± standart hatayı gösterir)

F. arundinacea türünde deniz yosunu ve diğer çim türlerinde su ile tohum uygulamasının sürgün uzunluğuna etkisi pozitif olmuştur (Şekil 6). En uzun sürgünler L. perenne ve F. arundinacea türlerinde ve en kısıtlı P. pratensis türünde ölçülmüştür (Tablo 7). Öte yandan su ile yapılan tohum uygulama daha uzun sürgünler vermiştir. Bu çalışmada deniz yosunu çim türlerinin sürgün uzunluğu üzerinde açık bir etki göstermemekle birlikte Ali vd (2018)'nin domates ve tatlı biber üzerinde ve Kara vd. (2019)'un ekinezyada yaptıkları çalışmalarda; deniz yosunu ekstraktı uygulamalarının tuz stresi altında sürgün uzunluğunu önemli ölçüde iyileştirdiği bildirilmiştir.



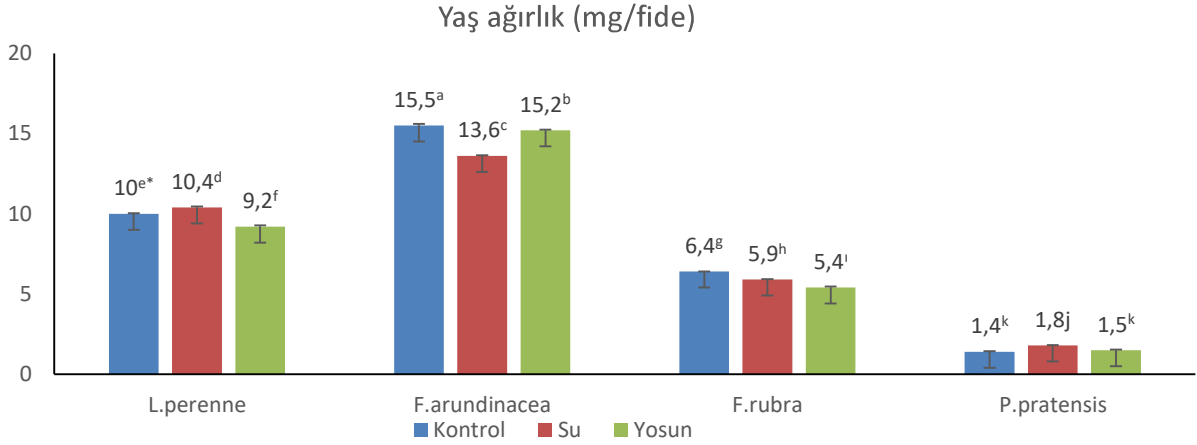
Şekil 6. Farklı çim türlerinde tohum uygulaması uygulamalarının sürgün uzunluğu (cm) üzerine etkisi (Dikey çubuklar, $P < 0.01$ 'de ortalama değerler \pm standart hata'yı gösterir)

Kök uzunluğu bakımından L. perenne ve P. pratensis türlerinde su uygulaması, F. arundinacea ve F. rubra'da su ve yosun uygulaması kontrole göre daha yüksek ve benzer sonuçlar göstermiştir (Şekil 7). Bulgularımızın aksine Elansary vd. (2017)'nin yaptığı çalışmada, sera ortamında deniz yosunu özü spreylerinin (5 ve 7 ml/L; 6 gün aralıklarla) uzun sulama aralıkları (2 ve 6 gün) ve tuzlu yetiştirme koşullarında (1 ve 49,7 dS/m) Paspalum vaginatum 'Salam' çeşidinin kök uzunluğunu olumlu etkilediğini tespit etmişlerdir.



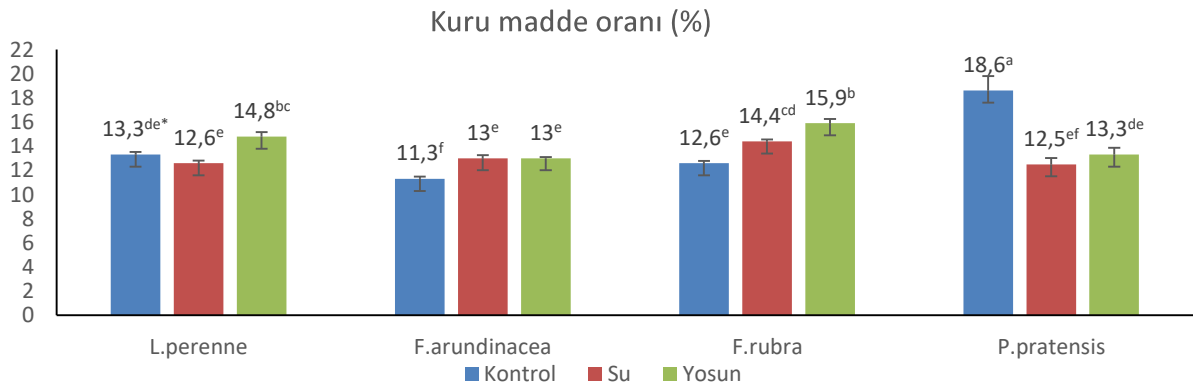
Şekil 7. Farklı çim türlerinde tohum uygulamalarının kök uzunluğu (cm) üzerine etkisi (Dikey çubuklar, $P < 0.01$ 'de ortalama değerler \pm standart hata'yı gösterir)

Festuca türlerinde kontrol uygulamaları, L. perenne ve P. pratensis türlerinde su uygulaması daha yüksek yaş fide ağırlığı sağlamıştır (Şekil 8). Fide yaş ağırlığı bakımından çim türleri F. arundinacea > L. perenne > F. rubra > P. pratensis olarak sıralanmıştır (Tablo 7). Öte yandan uygulama yapılmamış tohumlar yapılmış olanlardan daha yüksek fide yaş ağırlığına sahiptir. Korkmaz (2021)'in 4 adet ekmeçlik buğday çeşidinin çimlenme özellikleri üzerine asetik asit, deniz yosunu ve giberellik asit uygulamalarının etkisini araştırdıkları çalışmasında, sürgün yaş ağırlığının bu uygulamalar ile olumlu yönde değiştiğini belirlemiştir.



Şekil 8. Farklı çim türlerinde tohum uygulamalarının yaş ağırlık (mg/fide) üzerine etkisi (Dikey çubuklar, P < 0.01'de ortalama değerler ± standart hata'yı gösterir)

Kuru madde oranı bakımından L. perenne ve F. rubra türlerinde yosun uygulamaları, P. pratensis türünde kontrol uygulaması ve F. arundinacea türünde su ve yosun uygulaması kontrole göre daha yüksek ve benzer sonuçlar vermiştir (Şekil 9). En yüksek kuru madde oranları en düşük yaş ağırlık gösteren türlerde (P. pratensis ve F. rubra) belirlenmiştir (Tablo7). Diğer taraftan kontrol ve yosun uygulamalarının kuru madde oranları su uygulamasına göre yüksek ve benzerdir. Santos vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada, deniz yosunu bazlı biyo-uyarıcıyla muamele edilen süs ayçiçeği tohumları çimlenme ve fide büyümesi açısından değerlendirilmiş ve 15 ml/L biyoyarıcı konsantrasyonunun, sürgünlerin taze ve kuru kütlesini artırdığı belirlenmiştir.



Şekil 9. Farklı çim türlerinde tohum uygulamalarının kuru madde oranı (%) üzerine etkisi (Dikey çubuklar, P < 0.01'de ortalama değerler ± standart hata'yı gösterir)

Sonuç olarak, deniz yosunun arazi şartlarında 6,6 g/L dozunda uygulanması incelenen tüm çim türlerinin gelişimini olumlu yönde etkilemiştir. Öte yandan deniz yosunu bu türlerin çimlenme ve fide özellikleri üzerine beklenen etkiyi göstermemiştir. Su ile tohum uygulama özellikle çimlenme oranı düşük çim türlerinde P. pratensis türü dışında başarılı sonuçlar vermiştir. Deniz yosunu uygulamasında etkinin düşük olmasının temel nedeninin bazı sebze türlerinde başarılı olan 1/500 konsantrasyonunun uygulanması olduğu düşünülmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda farklı oranlarda deniz yosunu uygulamaları incelenebilir.

KAYNAKLAR

- Ali O., Ramsubhag A., Jayaraman J. (2018). Ascophyllum Nodosum (Linnaeus) Le Jolis Seaweed Extract Improves Seed Germination İn Tomato And Sweet Pepper Under NaCl-Induced Salt Stress. *Tropical Agriculture*, 95(2): 141-148.
- Avcıoğlu, R. (1997). Çim Tekniği Yeşil Alanların Ekimi ve Bakımı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 271 sayfa.
- Chang T., Yoon J.H. (2011). Growth Response of Kentucky Bluegrass and Creeping Bentgrass by Foliar Spray with Chitosan Formulation and Seaweed Extracts during Fall Season. *Asian J. Turfgrass Sci.* 25(2):195-201.
- Demirkaya, M. (2010). Deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) ekstraktı uygulamalarının biber ve soğan tohumlarının canlılığı ve gücüne etkileri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 26 (3), 217-224.
- Dewi, C., & Arbawa, Y. K. (2019, September). Performance evaluation of distance function in KNN and WKNN for classification of soil organic matter. In 2019 International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology (SIET) (pp. 196-199).
- Elansary HO, Yessoufou K, Abdel-Hamid AME, El-Esawi MA, Ali HM and Elshikh MS (2017) Seaweed Extracts Enhance Salam Turfgrass Performance during Prolonged Irrigation Intervals and Saline Shock. *Front. Plant Sci.*, 8:830. doi: 10.3389/fpls.2017.00830.
- Elansary, H. O., Norrie, J., Ali, H. M., Salem, M. Z., Mahmoud, E. A., & Yessoufou, K. (2016). Enhancement of *Calibrachoa* growth, secondary metabolites and bioactivity using seaweed extracts. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16(1), 1-11.
- Ferraz, A., Silva, V. N., & Radunz, A. L. (2019). *Cichorium* seed priming with *Ascophyllum nodosum*. *Cultura Agronômica*, 28(2), 215-226.
- ISTA, 2018, International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association, Basserdorf, Switzerland.
- Kara A., Tunçtürk M., Tunçtürk R. (2019). *Ekinezya* (*Echinaceae purpurea* L.) bitkisinde tuz stresi ve deniz yosunu uygulamalarının bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisinin araştırılması. *Horticultural Studies*, 36(2): 199 – 206. Doi: 10.16882/derim.2019.537609.
- Korkmaz U. (2021). Farklı kimyasallar ile yapılan ekim öncesi uygulamaların ekmeklik buğdayın (*Triticum aestivum* L.) çimlenme özellikleri üzerine etkisi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*. 56 sayfa.
- Özkaynak, F. (2020). On the effect of chaotic system in performance characteristics of chaos based s-box designs. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 550, 124072.
- Pill, W. G., & Finch-Savage, W. E. (1988). Effects of combining priming and plant growth regulator treatments on the synchronisation of carrot seed germination. *Annals of Applied Biology*, 113(2), 383–389. Doi:10.1111/j.1744-7348.1988.tb03314.x.
- Pill, W. G., & Necker, A. D. (2001). The effects of seed treatments on germination and establishment of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.). Department of Plant and Soil Sciences, University of Delaware, Newark, DE 19717-1303, USA
- Santos, P. L. F. D., Zabotto, A. R., Jordão, H. W. C., Boas, R. L. V., Broetto, F., & Tavares, A. R. (2019). Use of seaweed-based biostimulant (*Ascophyllum nodosum*) on ornamental sunflower seed germination and seedling growth. *Ornamental Horticulture*, 25, 231-237. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v25i3.2044>.
- Sivritepe, N. & Sivritepe H.Ö. (2008). Organic priming with seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) affects viability of pepper seeds. *Asian Journal of Chemistry*, 20(7), 5689.
- Spann, T. M., & Little, H. A. (2011). Applications of a commercial extract of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* increases drought tolerance in container-grown

- 'Hamlin'sweet orange nursery trees. HortScience, 46(4), 577-582. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.46.4.577>.
- Tandon, S., & Dubey, A. (2015). Effects of Biozyme (*Ascophyllum nodosum*) Biostimulant on Growth and Development of Soybean [*Glycine Max(L.) Merrill*]. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 46(7), 845–858. doi:10.1080/00103624.2015.1011749
- Tunçtürk, R., Tunçtürk, M., & Erol, O. (2021). Kuraklık Stresi Koşullarında Yetiştirilen Soya Fasulyesinin (*Glycine max L.*) Bazı Fizyolojik Özellikleri Üzerine Rizobacterium (PGPR) Uygulamalarının Etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2), 359-368.
- Quille, P., Claffey, A., Feeney, E., Kacprzyk, J., Ng, C. K. Y., & O'Connell, S. (2022). The effect of an engineered biostimulant derived from *Ascophyllum nodosum* on grass yield under a reduced nitrogen regime in an agronomic setting. *Agronomy*, 12(2), 463. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020463>.
- Xu, C., & Leskovar, D. I. (2015). Effects of *A. nodosum* seaweed extracts on spinach growth, physiology and nutrition value under drought stress. *Scientia Horticulturae*, 183, 39-47. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.12.004>.

THE IMPACT OF PUBLIC, PRIVATE, AND FOREIGN BANK AGRICULTURAL LOANS ON AGRICULTURAL GROSS DOMESTIC PRODUCT: A CASE STUDY OF TURKEY

PhD, Hakan SÖNMEZ

Dokuz Eylül University, Efes Vocational School, Department of Transportation Services

ORCID: 0000-0001-6126-3275

ABSTRACT

The agricultural sector is important for economic growth and development in developing countries. Therefore, it is necessary to support the agricultural sector financially, and agricultural loans provide this support. Through agricultural loans, farmers can sustain their agricultural activities by accessing the necessary capital. The aim of this study is to investigate the effect of agricultural loans provided by public, private, and foreign banks on agricultural GDP in Turkey. The quarterly time series data has obtained cover the period from 2005:Q1 to 2023:Q3 for this purpose. The time series that have included seasonality have been incorporated into the model after being adjusted for seasonal effects. Initially, the stationarity of the series has been examined using the Augmented Dickey-Fuller unit root test. Then, the short run and long run relationships have been assessed using the Autoregressive Distributed Lag Bound Test approach. According to the findings obtained from the study, a positive relationship has been identified between agricultural loans provided by both public banks and foreign banks and the agricultural GDP. On the other hand, no significant relationship has been found between loans provided by private banks and agricultural GDP. Moreover, the error correction model coefficient has been found negative and significant statistically. This result indicates that short run deviations have converged to the long run coefficient in 2.33 periods. Also, agricultural GDP has increased by 0.12% when agricultural loans provided by public banks have increased by 1%. Similarly, a 1% increase in foreign bank loans has resulted in a 0.03% increase in agricultural GDP. Furthermore, the impact of agricultural loans provided by public banks on agricultural GDP has been higher compared to loans provided by foreign banks. It is suggested that increasing the share of agricultural loans provided by foreign banks and encouraging private banks has been necessary for the agricultural sector.

Keywords: Agricultural bank loans, ARDL bounds testing approach, agricultural sector, agricultural gross domestic product, Turkey.

1. INTRODUCTION

The agricultural sector, which plays a critical role in various aspects such as food production, employment generation, and rural development, contributes significantly to overall growth. Thus, it has a significant effect on the economic and social structure of a country. However, financing required for the sustainability of agricultural production often poses a major challenge for farmers. Agricultural loans provided by governments and financial institutions offer significant financial assistance to farmers in order to overcome these challenges and assistance the industry. Also, agricultural loans are financial products offered for various purposes,

including covering input costs such as seeds, fertilizers, and pesticides, acquiring or improving agricultural land, and conducting post-harvest marketing activities. These loans aim to support the sustainability and growth of the agricultural industry by providing farmers with advantages such as lower interest rates, long-term repayment options, and flexible payment conditions. Moreover, they serve as an essential tool to strengthen farmers against climate change, natural disasters, and other uncertainties. In addition, agricultural loans contribute to increasing income, providing employment in rural areas, and supporting overall economic growth, thereby contributing to rural development. Overall, these loans play a crucial role in fostering the sustainability and growth of the agricultural sector.

Tablo 1. Agricultural GDP, Public, Private and Foreign Agricultural Loan: 2005-2022 (Thousand TRY)

Year	Agricultural GDP	Loan in Public Bank	Loan in Private Bank	Loan in Foreign Bank
2005	78.370.970	19.927.169	5.473.062	607.744
2006	79.585.310	18.549.133	8.511.469	1.375.229
2007	74.636.413	23.744.609	10.478.784	3.152.830
2008	78.013.732	31.114.846	12.036.166	7.531.833
2009	81.234.274	40.697.758	10.414.187	9.326.956
2010	87.464.906	54.210.172	12.838.173	10.627.127
2011	90.473.489	85.129.878	18.672.192	11.937.473
2012	92.459.744	92.398.036	22.324.929	14.036.532
2013	94.649.299	92.872.395	28.064.682	19.737.813
2014	95.167.987	106.732.006	34.241.438	25.828.739
2015	103.977.399	149.282.847	39.294.821	35.783.772
2016	101.280.685	193.875.543	37.992.064	47.465.116
2017	106.262.848	227.201.565	40.656.432	64.459.404
2018	108.708.277	272.393.666	44.707.050	77.975.496
2019	111.964.074	309.226.059	43.679.385	78.077.857
2020	118.467.681	355.527.324	46.341.904	90.612.795
2021	114.865.702	455.276.994	55.605.479	99.444.389
2022	116.325.286	778.699.781	92.783.287	130.972.233

(Note: Created by the authors.) (Source: TURKSTAT and TBB, 2024)

Numerous banks provide agricultural loans for the agricultural industry in today's world. Table 1 denote the distribution of agricultural GDP and the credits extended by public, private, and foreign banks for the agricultural industry in Turkey between 2005 and 2022. The agricultural

GDP value of Turkey exhibits a general increasing trend from 2005 to 2022 as evident in Table 1. The overall increase during this period is approximately 48% above the initial value in 2005. However, a decrease is observed from 2007 to 2009, attributed to a decline in agricultural output influenced by the global economic crisis in 2008. Nevertheless, a recovery is noticeable from 2009 onwards, with agricultural GDP consistently following a growth trajectory. Particularly noteworthy is the rapid increase, especially from 2010 onwards. There are some annual fluctuations but it is possible to assert that the overall trend is upward between 2015 and 2018. After reaching its peak value in 2020, agricultural GDP has shown a slight decline in the ongoing years, 2021 and 2022.

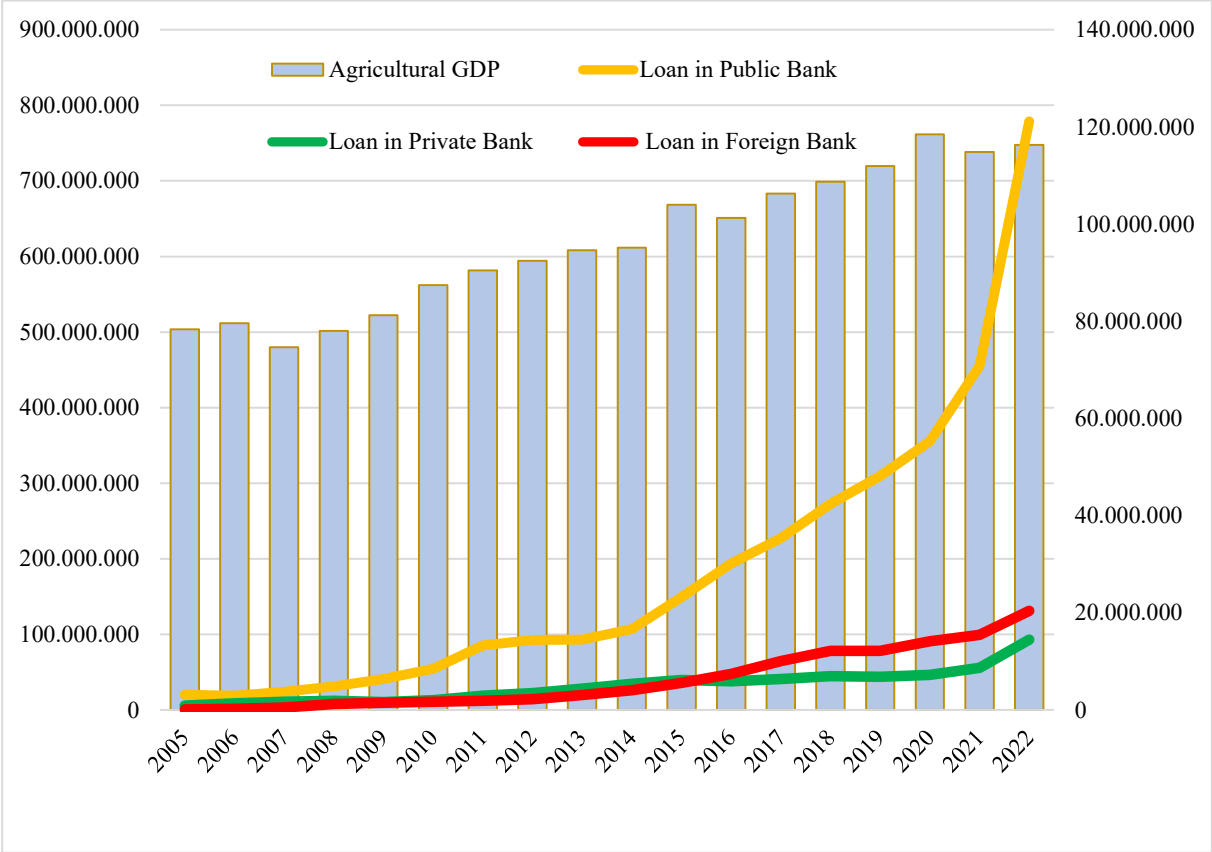


Figure 1. Agricultural Gross Domestic Product, Public, Private and Foreign Bank Loans in Turkey Between 2005-2022 (Thousand TRY). (Note: Created by the authors.) (Source: TURKSTAT and TBB, 2024)

Figure 1 depicts the development of agricultural loans utilized by different banks for the agricultural industry in Turkey. It is evident that there has been a general increase in credit demands within the agricultural industry over the years in examining Figure 1. This indicates a growing need for financing among agricultural enterprises. When examining the distribution of credits across different types of banks, it is noticeable that agricultural loans obtained from public banks are generally higher. Particularly, there is a significant increase in credits from public banks, especially between 2005 to 2010. While agricultural credits from private banks exhibit a generally ascending trajectory, they demonstrate a trend of greater stability post-2010. Moreover, agricultural credits, which are generally lower and provided by foreign banks, experience an increase, especially after 2010. Furthermore, the increase in the share of public banks may suggest that financing demands in the agricultural industry are directed towards these banks. However, it is also evident that private and foreign banks increasingly provide credit to this sector. Also, a noticeable increase in credit demands in the agricultural industry is observed in the period after 2010, coinciding with the growth in the sector.

Agricultural loans are a financial tool that can be utilized to enhance productivity and income in agricultural enterprises (Doll & Orazem, 2005). In developing countries, the importance of loans as a crucial element of development is emphasized (Braverman & Guasch, 1990). The growth in the industry generally enhances positively to the overall growth of a country. On the other hand, the agricultural industry is highly sensitive to seasonal fluctuations and natural disasters. Thus, it is important for farmers to be financially secure in the face of unexpected situations they may encounter. Moreover, agricultural credits serve as a significant tool in providing farmers with protection against such uncertainties. Bank loans contribute to the sustainability of agricultural activities by furnishing farmers with essential capital. Banks offer specific credit products and support programs for the agricultural industry to support these activities. Furthermore, government-supported agricultural credit initiatives are employed to offer financial assistance to farmers. These types of loans are generally offered to farmers with low-interest rates and long-term repayment conditions. Supported by sufficient financing, agricultural activities can lead to increased productivity in agricultural production. For these reasons, bank loans play a critical role in ensuring the sustainability of agricultural activities.

The literature on the financing of the agricultural industry can be examined by categorizing studies into two main sections. The first group includes literature on studies conducted in countries other than Turkey. Findings obtained through survey method are also included along with time series analyses in these researchs. For instance, Schaefer & Pischke (1982) have emphasized the need for agricultural credits to particularly focus on small farmers, highlighting the importance of supporting this segment. They have also underscored the difficulties faced by small farmers in providing collateral for credit, making it challenging for them to access credit sources. Asiedu & Fosu (2008) have evaluated the effect of agricultural loans on the Ghanaian economy between 1970 and 2003 with the Logit model. According to their findings, the amount of loan in the agricultural industry has decreased, and they have concluded that the Central Bank of Ghana should incentivize support for agriculture during the period under consideration. They have also suggested that monetary policy tools should be used at suitable intervals to support the agricultural industry and have highlighted the significant effect of financial liberalization on resource allocation. Bashir et al. (2010) have researched the effect of agricultural credits on wheat production in Pakistan. Data collected through surveys have been evaluated using multiple regression analysis. The study results have denoted that credit usage is effective in increasing agricultural productivity. The Ordinary Least Square (OLS) approach has been used by Vincent et al. (2011) to analyze the connection between commercial banks loan and agricultural production in Nigeria. Findings of the research have indicated a positive effect of agricultural loan on agricultural production, but with a negative effect of interest rates. Sial et al. (2011) delved into the correlation between agricultural loans and agricultural output in Pakistan spanning the years 1972 to 2008, employing a production function of the Cobb-Douglas type. The results of the conducted OLS coefficients analysis indicate that the growth of agricultural production is influenced by factors such as agricultural credits, irrigability, crop density, and agricultural labor. Omojimate (2012) have investigated the influence of institutional support and macroeconomic variables on the growth performance of the agricultural industry in Nigeria. An analysis of data spanning from 1970 to 2008 has been conducted through cointegration analysis. The results indicate that agricultural production tends to rise by 0.21% for each 1% increase in agricultural credits. Weber & Musshoff (2012) have found that agricultural enterprises in Tanzania, which have faced more obstacles in accessing credit compared to non-agricultural enterprises, also have fewer defaults in loan repayments than their non-agricultural counterparts. Girabi & Mwakaje (2013) have obtained data through

surveys on 98 individuals who have used or have not used microfinance credit. They have concluded that those who have used bank credits have had higher agricultural productivity than those who have not using multiple regression analysis. Chisasa & Makine (2015) have investigated the correlation between bank loan and agricultural production in South Africa from 1970 to 2011 with cointegration test. Agricultural production has been found to be closely connected to bank loans, according to research findings. Moreover, a one-way causal relationship has been established, demonstrating the effect of bank loans on agricultural outputs. Awotide et al. (2015), who have conducted research with data covering the period from 2003 to 2004, have explored the influence of loan accessibility on agricultural productivity in Nigeria. Study findings reveal that a positive relationship between access to agricultural loan and the size of the agricultural production area and total livestock holdings. Nnamocha & Eke (2015) have used an error correction model (ECM) to examine the effect of bank loan on agricultural output in Nigeria from 1970 to 2013. The result has revealed that both bank credit and industrial production exert a substantial long-term influence on agricultural production. Hussain et al. (2015) have tested the effect of agricultural credit on agricultural production in Pakistan from 1973 to 2009 using cointegration analysis. The results indicate a positive relationship among the variables. Moreover, 1% increase in credit has been found to increase the GDP value by 11%. Udoka et al. (2015) have identified the effects of commercial bank loans, government spending on agriculture, the agricultural credit guarantee plan fund, and interest rates on agricultural output in Nigeria. According to the study result there is positive and significant relationship among all variables, excluding the interest rate variable, which employed the Ordinary Least Squares method on data spanning from 1970 to 2014. Rehman et al. (2017) have used Johansen cointegration analysis. They applied this method to investigate the relationship between agricultural GDP and agricultural loan in Pakistan, analyzing data from 1960 to 2015. Based on the findings of the study, a positive correlation has been found among the variables provided by various institutions. However, there is no significant relationship has been found between agricultural GDP and agricultural credits provided by cooperatives. Ogbuabor & Nwosu (2017) have evaluated the effect of agricultural loan utilization on agricultural productivity in Nigeria from 1981 to 2014. According to the cointegration test result, both short run and long run impact of loan on agricultural productivity have been identified. Mwonge & Naho (2022) have analyzed farmers' perceptions of agricultural loan in Tanzania with a sample of 300 farmers. Challenges affecting farmers' access to loan, such as lack of access to credit information, insufficient education, bureaucratic procedures, and high repayment rates, have been identified. Ameh & Lee (2022) have assessed the key factors influencing the access of 281 rice producers to loan in Nigeria using the logit model. The analysis has included various socio-economic factors as well as variables such as interest rates, farm size and income, and non-farm income. Findings have indicated that accessing credit increases the incomes of farmers in the region.

The literature has employed time series analyses to determine the impact of loan usage on the agricultural industry predominantly in Turkey. Yıldız & Oğuzhan (2007) have analysed the effect of implemented monetary policies on agricultural output using the VAR Model, as evidenced by their analysis. In light of the results, it has been concluded that factors designated as other instruments of monetary policy, such as the farmer's income index, exchange rates, and interest rates, are not as effective as agricultural credits. Therefore, an approach that could be more effective in agricultural support, prioritizing selective credits, has been emphasized. Additionally, the conclusion has been drawn that agricultural credits play a more critical role compared to other variables in addressing the challenges faced by the sector. Terin et al. (2014), who have been conducted research between 1995 and 2012, have investigated the relationship

between agricultural loan and agricultural output. The research findings indicate a one-way causal relationship from agricultural output to the utilization of agricultural loan. Taşcı (2015) has explained the historical process of agricultural finance and analyzed the sufficiency of agricultural credit resources provided by the banking sector between 1999 and 2014. The findings have indicated a gradual decrease in the amount of credit during the examined period. Işık et al. (2015) have assessed the influence of agricultural loan on agricultural output across 26 regions through panel data analysis spanning from 1995 to 2014. Favorable associations between agricultural loan and agricultural output have been observed in all regions, except for Gaziantep, both in the short and long terms. Adanacıoğlu et al. (2017) compared the agricultural credit performances of provinces in Turkey using a multidimensional sampling approach from 1998 to 2016. Findings from the study suggest variations in agricultural production value, the amount of agricultural credit used, and the agricultural credit performance ratio among provinces in Turkey. Duramaz & Taş (2018) investigated the influence of agricultural credits offered by public, private, and foreign-capital banks on agricultural production in the Aegean region. According to the results of panel data analysis, the augmentations in credits from public, foreign, and private banks, all of which positively contribute to agricultural production, resulted in respective increments of 3.2%, 0.4%, and 0.1%. Kadanalı & Kaya (2019) have evaluated the relationship between real agricultural GDP and total agricultural loans covering from 1998 to 2018. Cointegration analysis and Granger causality test results, which have indicated a unidirectional causality relationship between the variables, have denoted that they move together in the long term. Topuzoğlu & Artukoğlu (2019) have comparatively assessed agricultural credit usage in Turkey with selected countries. According to the results of the study, when compared to the examined countries, there has not been an effective infrastructure for agricultural credit usage in Turkey. Additionally, significant deficiencies have been identified in conducting credit evaluations based on objective criteria. Significant differences have been detected in establishing collateral conditions for loan usage, and it has been determined that producers are insufficient in financial literacy. Furthermore, it has been emphasized that there is a need for a detailed and publicly shared database to analyze loan provided by private banks. Şit (2019) has analyzed the effect of loan provided to the agricultural industry in the Southeastern Anatolia region between 1988 and 2017 on the region's development. The study results have denoted that there is two-way causality among variables. Bahşi & Çetin (2020) have evaluated the relationship between loans and GDP between 1998 and 2016. According to the empirical results, agricultural loans have been found to positively affect agricultural production. Oğul (2022) has conducted an assessment on the connection between agricultural loan and agricultural output, employing Johansen cointegration analysis during the period from 1990 to 2020. The findings have indicated cointegration relationship between agricultural output and the agricultural loan variable in the long run. Moreover, positive relationship between agricultural loan and agricultural output has been found in the model. In other words, it has been concluded that increases in agricultural loans have led to an increase in agricultural output. Gezer & Gezer (2022) have examined the effects of both agricultural loan and agricultural supports on agricultural output. They have investigated the effect of positive and negative shocks, which utilized quarterly data from 2006 to 2021 and the NARDL model. The study has concluded that positive agricultural loan shocks have had an enhancing effect on agricultural production, while negative loan shocks have had a negative effect in the long run. Önder (2023) has assessed the effect of agricultural loan on economic growth using regional-level data from 2004 to 2021. According to the findings obtained from dynamic panel data analysis, unidirectional relationship from overall economic growth to agricultural loan has been identified in Turkey. Moreover, it has been concluded that 1% increase in agricultural loan in the long run has increased per capita income by 0.008%.

The third group has encompassed micro-data-based studies on agricultural credits at the province level in Turkey in the literature. As an illustration, Ünlüer & Güneş (2013) have examined a survey-based analysis by exploring interviews in Eskişehir. The aim has been to identify factors contributing to the default on agricultural loans. The obtained data have been analyzed through logistic regression analysis. According to the findings, as the economic profitability ratio has increased, the credit's affordability has also increased. Also, an increase of one unit in the leverage ratio has been found to decrease the credit's affordability by 1.81 times. Similarly, it has been observed that as the repayment period of the credits has extended, the repayment of the credits has decreased. Moreover, it has been emphasized that the factors affecting the credit's affordability may vary depending on the region where the research has been conducted. Tosun & Güneş (2018), who conducted the survey method-based research with 139 agricultural enterprises in Eskişehir, have reached the conclusion that the most important factors are the leverage ratio, economic profitability, land ownership, and savings tendency, respectively, based on the obtained research results. Koçtürk et al. (2013) have investigated the effect of farmers' use of agricultural loan on rural development. The study explored financial practices in rural development, detailing the roles of banks and agricultural credit cooperatives and revealing the extent of financial support received by farmers in Manisa from each institution. The research has highlighted the necessity of continuing subsidized credit practices for on-site development of the rural areas and increasing their contribution to the national economy. Furthermore, it has been emphasized that the sole purpose of banks and other credit institutions being profit-oriented is not suitable for the rural areas due to the agricultural sector's low risk and capital turnover rate. Thus, it has been underlined that supporting the sector in terms of credit and financing is crucial, and subsidized credit usage has remained of great importance in all periods. Also, the study has pointed out that when evaluating the amounts of credit provided by banks and agricultural credit cooperatives, Manisa province has ranked among the leading provinces in the Aegean region. Erdaş & Oraman (2016) have evaluated the data obtained through a survey method with 380 agricultural enterprises in the Edirne region using the logistic regression method. The study revealed that agriculture has not been supported by the state, and 64% of the participants have used agricultural credit. It has also been found that agricultural credit usage has increased with the increase in agricultural expenses. Hayran & Gül (2018) have examined the factors influencing credit usage among farmers in Mersin using the logistic regression method. Based on the findings gathered from a survey involving 239 couples, positive relationship has been identified between four of the explanatory variables and agricultural credit usage, while three variables have shown a negative relationship. Ceylan & Sabuncu (2019) have investigated agricultural credit performance in their study covering 81 provinces in Turkey using the K-means clustering method. According to the findings, the values of agricultural production value, total cultivated land, and agricultural credit volume have differed on the identified three clusters significantly. Tüzün Rad & Aydoğdu (2019) have analyzed the interviews conducted with farmers using agricultural credits in Mersin through content analysis. The study has identified the factors affecting the choice of bank and credit demand. Moreover, the study has emphasized that public banks are more preferred due to their low-interest credit practices and accessibility. Furthermore, it has been highlighted that high-interest rates, high transaction costs for credits, short repayment periods, and the requirement of collateral for credit demand are the most effective factors in accessing agricultural credit. Semerci (2021) has conducted the data of 571 farm businesses in the Thrace region concerning oilseed sunflower, cotton, rice, canola, and dairy farming activities. The demand for agricultural credit has risen as the size of the enterprise has increased according to study findings. Baysa & Cihangir (2021) have determined the types of zero-interest low agricultural credits granted based on interviews with public bank employees and calculated the approximate costs of these credit types. It has also been concluded that the calculated credit costs have approximately

doubled when collateral has been taken. Vuruş Akçaöz et al. (2022) have assessed agricultural loan usage with 80 agricultural enterprises affiliated with agricultural cooperatives for agricultural purposes in Antalya. According to the study results, the main reasons for farmers' loan usage are identified as addressing the needs for agricultural input procurement and overcoming operational capital deficiencies. Additionally, it has been concluded that Ziraat Bank has been the most preferred bank due to its subsidized loan opportunities and low agricultural loan interest rates. Orak & Tahsin (2023) have explored the data obtained from interviews with 198 hazelnut producers in Giresun using a survey method. The most effective factors in agricultural credit usage for hazelnut producers in 2021 and 2022 have been production costs and income from hazelnut production. It has also been emphasized that agricultural credit demand has increased positively in connection with these two variables.

As seen in the relevant literature, there are numerous studies on agricultural credit usage. This research examines the impact of agricultural loans supplied by banks on the agricultural GDP. In contrast to other studies, loans provided by public banks, private banks, and foreign banks are differentiated and analyzed for the first time in this research, which contributes to the existing literature. The research is structured into four primary sections. The first part comprises an introduction and a literature review. The second part provides information about the dataset used in the study and the econometric model. The third part deliberates on the empirical results derived from the model estimation. The concluding part provides summary remarks and offers policy recommendations.

2. DATA AND ECONOMETRIC MODEL

This study utilizes quarterly data covering the period from 2005:Q1 to 2023:Q3. Data collection involved sourcing information from two different channels. The agricultural GDP data used in the study is compiled from the Turkish Statistical Institute (TURKSTAT) database. Also, the agricultural gross domestic product (GDP) data is adjusted for seasonality and incorporated into the model. The GDP variable is categorized based on primary activity branches and is adjusted to real terms through the application of the 2009 base year deflator before its incorporation into the model. Agricultural credit data provided by public, private, and foreign banks are obtained from the database of the Turkish Banking Association. All variables are subjected to natural logarithm transformation in the process of model estimation. Table 2 presents the variables used in the calculations along with all necessary explanations.

Table 2. Descriptions of Variables

Definition	Unit	Variables	Source
Agricultural Gross Domestic Product	(Thousand TRY)	GDP _{agricultural}	The Turkish Statistical Institute
Public Banks Loan	(Thousand TRY)	LOAN _{public}	The Bank Association of Turkey
Private Banks Loan	(Thousand TRY)	LOAN _{private}	The Bank Association of Turkey
Foreign Banks Loan	(Thousand TRY)	LOAN _{foreign}	The Bank Association of Turkey

Unit root tests are commonly used tools to determine the stationarity of variables. The use of non-stationary series may result in spurious regression issues, which can cause meaningful relationships to be interpreted as added to the model. Additionally, this situation can lead to the misinterpretation of parameters (Baltagi, 2003). Thus, ensuring the stationarity of the series including them in the model after ensuring their stationarity is crucial for the robustness of the estimated parameters (Gujarati, 2004). This study employed the ADF unit root test to assess the stationary nature of the series. In this testing procedure, the null hypothesis posits that the series lacks stationarity and has a unit root. Models without constant and trend, models with constant, and models with constant and trend are used in the analysis of the stationarity of the series. The equations of these models are expressed respectively by equations (1) (2) (3). Also, when determining the appropriate lag lengths for the series in unit root tests, the smallest lag number decided based on the Akaike Information Criterion (AIC) and Schwarz Information Criterion (SC) is identified as the optimal lag number.

$$\Delta y_t = \rho y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \varphi_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\Delta y_t = \alpha + \rho y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \varphi_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\Delta y_t = \alpha + \beta t + \rho y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \varphi_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

The equation for the model used to determine the relationships between variables is provided in equation 4. The dependent variable $GDP_{agricultural}$ signifies the agricultural gross domestic product's value in the model. Moreover the independent variables include bank loans provided for the agricultural industry by public banks, private banks, and foreign banks. Furthermore the abbreviations used for the independent variables are $LOAN_{public_t}$, $LOAN_{private_t}$, and $LOAN_{foreign_t}$, respectively.

$$GDP_{agricultural_t} = \beta_0 + \beta_1 LOAN_{public_t} + \beta_2 LOAN_{private_t} + \beta_3 LOAN_{foreign_t} + \varepsilon_t \quad (4)$$

The ARDL (AutoRegressive Distributed Lag) model is frequently employed in time series analysis. There is no requirement for independent variables to be stationary at the same level in the ARDL model. Moreover, ARDL model, offers an advantage in obtaining more consistent results compared to other methods when working with limited datasets. It is commonly used to assess dynamic interactions between variables over time due to these two crucial reasons. The unrestricted error correction model, which will be used to analyze the effect of commercial loans provided by public, private, and foreign banks in the agricultural industry on agricultural growth, is expressed in Equation 5 in line with the study's objective.

$$\begin{aligned} \Delta \ln GDP_{agricultural_t} = & \beta_0 + \sum_{k=1}^m \beta_{1k} \ln GDP_{agricultural_{t-k}} + \\ & \sum_{k=1}^m \beta_{2k} \ln LOAN_{public_{t-k}} + \sum_{k=1}^m \beta_{3k} \ln LOAN_{private_{t-k}} + \\ & \sum_{k=1}^m \beta_{4k} \ln LOAN_{foreign_{t-k}} + \beta_5 \ln GDP_{agricultural_{t-1}} + \\ & \beta_6 \ln LOAN_{public_{t-1}} + \beta_7 \ln LOAN_{private_{t-1}} + \beta_8 \ln LOAN_{foreign_{t-1}} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (5)$$

The Δ symbol denotes the differencing operator; m denotes the appropriate lag length; $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ are the error correction coefficients; $\beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8$ are the long-term coefficients; ε_t represents the error term; and the parameter k represents the lag count for each variable in Equation 5. The F-test is utilized to ascertain the presence of cointegration in the model. The null hypothesis examines the absence of cointegration ($H_0 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = 0$) whereas the alternative hypothesis tests for the presence of cointegration ($H_1 = \beta_5 \neq \beta_6 \neq \beta_7 \neq \beta_8 \neq 0$). The assessment of cointegration presence involves a comparison of the F-statistic value derived from the model prediction with the lower and upper critical thresholds. If the calculated F-statistic value is smaller than the lower critical threshold, it indicates the absence of cointegration between the series. Similarly, if the computed value is greater than the upper critical threshold, it implies the existence of cointegration between the series. Yet, when the F-statistic value resides within the range of lower and upper critical values, a conclusive determination regarding the existence of cointegration cannot be reached. After establishing the long-term cointegration relationship, the short-term coefficients are estimated through the application of the ECM. For this purpose, the developed error correction model is expressed in Equation 6 (Pesaran et al., 2001). After identifying the cointegration relationship for the long term, the determination of short run coefficients which is accomplished using the ECM, is specified in equation 6.

$$\begin{aligned} \Delta \ln GDP_{agricultural}_t = & \beta_0 + \sum_{k=1}^m \beta_{1k} \ln GDP_{agricultural}_{t-k} + \\ & \sum_{k=1}^m \beta_{2k} \ln LOAN_{public}_{t-k} + \sum_{k=1}^m \beta_{3k} \ln LOAN_{private}_{t-k} + \\ & \sum_{k=1}^m \beta_{4k} \ln LOAN_{foreign}_{t-k} + \varphi ECT_{t-1} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (6)$$

The coefficient φ , indicating the long-term convergence speed of variables, is anticipated to be both statistically significant and negative. Projections made with the ARDL model have depended on the threshold values determined by Pesaran et al. (2001). The model has been executed utilizing the Eviews 12 econometric program.

4.FINDINGS AND DISCUSSIONS

The stationarity and cointegration degrees of the series are assessed before proceeding to the analysis using the ARDL model. ADF unit root analysis are employed for all series with the results of the statistical analysis presented in Table 2 for this purpose. According to the analysis, in which the unit root test is conducted at a 5% significance level, when models with intercept, trend, and intercept are considered, it is observed that the variable $GDP_{agricultural}$ attains stationarity when first differenced. Furthermore, it is observed that the independent variables, which include $LOAN_{public}$, $LOAN_{private}$, and $LOAN_{foreign}$, demonstrate stationarity at different level. $LOAN_{public}$ and $LOAN_{private}$ variables are found to be non-stationary at the level $I(0)$, but they become stationary when first differenced $I(1)$. On the other hand, it has been concluded that the $LOAN_{foreign}$ variable is stationary both at the level $I(0)$ and when first differenced $I(1)$. Furthermore, the stationarity levels of the series are different as seen in the table 2. Therefore, subsequent to this, other analyses belonging to the ARDL bounds testing approach, which provides consistent results in forecasting series with different levels of stationarity, are carried out in the continuation of the study.

Table 3. Stationarity Tests of Variables: Unit Root Tests

	ADF Test Statistics (with intercept)		Decision of Stability	ADF Test Statistics (with trend and intercept)		Decision of Stability
	Level I(0)	First Difference I(1)		Level I(0)	First Difference I(1)	
Ln(GDP _{agricultural})	-0.355 (0.917)	-67.00*** (0.000)	I[1]	-1.987 (0.598)	-66.48*** (0.000)	I[1]
Ln(LOAN _{public})	1.229 (0.998)	-3.431** (0.012)	I[1]	-1.748 (0.719)	-3.748** (0.025)	I[1]
Ln(LOAN _{private})	-0.251 (0.926)	-6.579*** (0.000)	I[1]	-1.508 (0.818)	-6.528*** (0.000)	I[1]
Ln(LOAN _{foreign})	-2.965** (0.043)	-4.578*** (0.000)	I[0] I[1]	-4.148*** (0.008)	-4.175*** (0.008)	I[0] I[1]

(Notes: The symbols***,**, and * denote that significance level of 1%, 5% and 10%, respectively. Figures in () and [] indicates are p-values and stationary level, respectively. The appropriate lag length is identified using the Schwarz Bayesian Criterion. (Source: Created by the authors in E-view 12)

Following the evaluation, it has been determined that the most appropriate model is the ARDL (5,4,2,0) model. The outcomes of employing the ARDL bounds testing method for analyzing cointegration are presented in Table 4.

Considering the computed F-statistic and the related to critical bound values for model, the F-statistic is greater than the upper critical value, thereby leading to the rejection of the null hypothesis (H_0). Based on this finding, there is a long-run cointegration relationship between GDP_{agricultural} and the variables LOAN_{public}, LOAN_{private}, and LOAN_{foreign}.

Table 4. Estimated ARDL Models and Bounds F-test for Cointegration

		Dependent Variable: ln(GDP _{agricultural})		
		Bound Critical Values		
F Statistic Value	k	Significance Level	Lower Bound I(0)	Upper Bound I(1)
4.499**	2	10%	2.37	3.20
		5%	2.79	3.67
		1%	3.65	4.66

(**Note:** The symbols***,**,and * denote that significance level of 1%, 5% and 10%, respectively. The critical values for bounds are derived from Pesaran et al. (2001), Appendix: Case II (**Source:** Created by the authors in E-view 12)

The short run and long run coefficients and diagnostic test result has been denoted in table 5. The R^2 value of the model is calculated at 0.976. This result reveal that the model demonstrates a significantly high level of explanatory power. It has been conducted to analyze whether there is an issue of autocorrelation in the model.

Initially, we can not reject the null hypothesis (H_0) indicating no autocorrelation in the model at a 5% significance level ($p=0.612>0.05$) based on the results of the Breusch-Godfrey LM test. These findings reveal that the absence of an autocorrelation issue in the model.

Similarly, based on the results of the Breusch-Pagan-Goldfrey Heteroskedasticity Test, in which the null hypothesis (H_0) cannot be rejected at a 5% significance level ($p=0.763>0.05$), there is no issue of changing variance in the model. Moreover, the results of the Ramsey Reset Test suggest that the model is appropriately specified with correct specifications.

Lastly, we determine that the assumption of normal distribution of error terms is valid, based on the Jarque-Bera test results, which is obtained at a 5% significance level ($p=0.576>0.05$). Since the p-values for all diagnostic test statistics are greater than 0.05, we cannot reject the null hypothesis.

This results demonstrates that there is no autocorrelation in the model, the issue of changing variance does not arise, the model is effectively structured, and the error terms follow a normal distribution.

Table 5. Findings of ARDL Tests (Long-Run and Short Run)

Long-Run Estimates				
Dependent Variable: $\Delta \ln(\text{GDP}_{\text{agricultural}})$				
Independent Variables	Coefficient	Standart Deviation	t-Statistic	Prob.Values
Constant	15.1300***	0.3228	46.8690	0.0000
$\ln(\text{LOAN}_{\text{public}})$	0.1220**	0.0497	2.4535	0.0173
$\ln(\text{LOAN}_{\text{private}})$	-0.0601	0.0676	-0.8878	0.3785
$\ln(\text{LOAN}_{\text{foreign}})$	0.0363**	0.0174	2.0829	0.0419

Short Run Estimates				
Variables	Coefficient	Standart Deviation	t-Statistic	Prob.Values
$\Delta \ln(\text{GDP}_{\text{agricultural}})$ -1	-0.0181	0.1093	-0.1657	0.8690
$\Delta \ln(\text{GDP}_{\text{agricultural}})$ -2	-0.0151	0.1032	-0.1464	0.8842
$\Delta \ln(\text{GDP}_{\text{agricultural}})$ -3	0.2767**	0.1051	26.324	0.0110
$\Delta \ln(\text{GDP}_{\text{agricultural}})$ -4	-0.1863*	0.1050	-17.747	0.0815
$\Delta \ln(\text{LOAN}_{\text{public}})$	-0.0247	0.0377	-0.6553	0.5150
$\Delta \ln(\text{LOAN}_{\text{public}})$ -1	-0.0996**	0.0385	-25.853	0.0124
$\Delta \ln(\text{LOAN}_{\text{public}})$ -2	-0.0309	0.0402	-0.7679	0.4458
$\Delta \ln(\text{LOAN}_{\text{public}})$ -3	-0.0992**	0.0378	-26.253	0.0112
$\Delta \ln(\text{LOAN}_{\text{private}})$	-0.0316	0.0429	-0.7360	0.4649
$\Delta \ln(\text{LOAN}_{\text{private}})$ -1	0.1350***	0.0399	33.866	0.0013
ECM(-1)	-0.4299***	0.0875	-49.124	0.0000

Result of Diagnostic Tests		
	Statistic	Prob.Values
R2	0.976	
Adjusted R2	0.970	
F-statistic	161.07***	0.000
Breusch–Godfrey Serial Correlation LM Test	0.494	0.612
Breusch-Pagan-Goldfrey Heteroskedasticity Test	0.700	0.763
Ramsey Reset Test	0.704	0.405
Jargue-Bera Normality Test	1.102	0.576

(**Note:** The symbols***,**,and * denote that significance level of 1%, 5% and 10%, respectively. Diagnostic tests results are based on F-statistic. The optimum number of lags is chosen based on the Akaike Information Criteria. (**Source:** Created by the authors in E-view 12)

The cointegration relationship between variables in the long run has been analyzed in Table 5. When evaluating the long-term relationships between variables, it has been identified that in the agricultural industry in Turkey, the agricultural loan provided by public banks and agricultural GDP move in the same direction. Put differently, there exists a positive correlation between public bank loans within the agricultural sector and the agricultural GDP. Also, increase of 1% in agricultural loan provided by public banks leads to 0.12% increase in agricultural GDP according to the long-term coefficient results. Additionally, the coefficient of foreign banks loans is significantly positive, which implies that has a positive effect on agricultural GDP. Also a 1% increase in lead to a 0.03% increase in agricultural GDP. Conversely, loans offered by foreign banks do not exhibit any correlation with the agricultural GDP in the agricultural sector. Another noteworthy finding is that agricultural loans provided

by public banks have a more significant effect on agricultural GDP compared to loans provided by foreign banks.

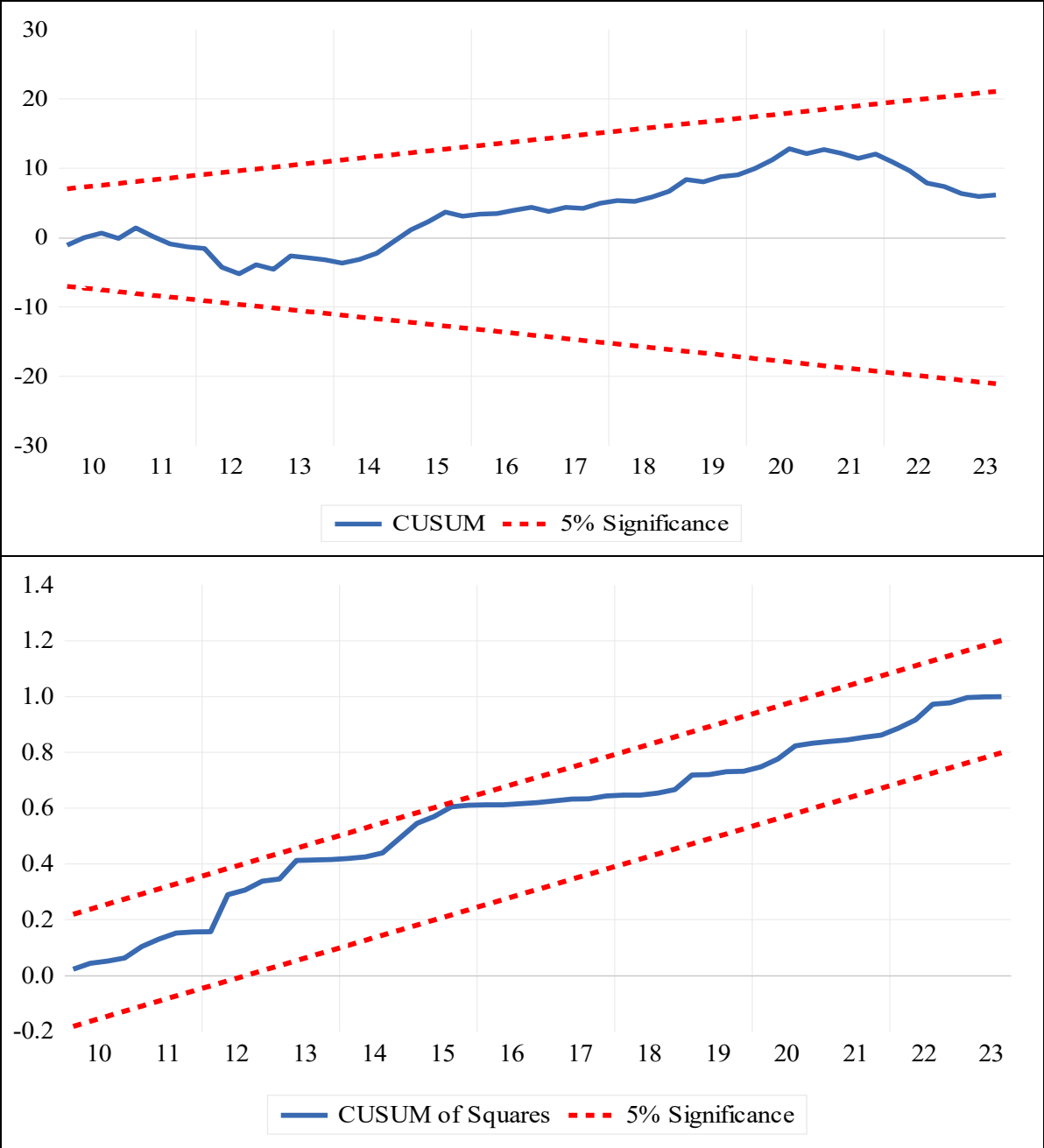


Figure 1. Stability Test of ARDL Model: CUSUM and CUSUMQ
 (Source: Created by the authors in E-view 12)

Finally, the presence of structural breaks in the long term is determined by using the CUSUM and CUSUM-SQ tests recommended by Brown, Durbin, and Evans (1975) within the model. The movement of parameters within the specified limits in the model indicates the consistency of the estimated coefficients. We apply the CUSUM and CUSUM-SQ tests to determine the stability of coefficients in the model. The residuals of the model stay within the critical

boundaries determined at a 5% significance level in both tests as seen Figure 2. This result suggests that the coefficients remain stable in the long run and do not include any structural breaks in the model. After conducting a long-term analysis of the parameters, the error correction model coefficient ECM(-1) has been calculated to determine the short-term relationships between the variables. The error correction coefficient ECM(-1) is found to be negative (-0.429) and significant at the 1% level, as shown in Table 5. This result indicates that short-term deviations in the model converge the long-term coefficient in approximately $(1/0.429) = 2.33$ periods.

4.CONCLUSION

The agricultural sector is one of the fundamental sectors playing a crucial role in the growth. Although the agricultural sector's contribution to the GDP has decreased in recent years in Turkey, it still holds significance, especially for countries which are in the developing nation category. Also, ensuring persistent agricultural output is crucial for attaining sustainable economic growth and development in the agricultural industry. Thus, providing financial support to agricultural production becomes essential. Also, agricultural loans serve as a vital tool in this regard. These loans enable farmers to achieve a stronger financial position, thereby enhancing productivity in agricultural production.

This research investigates the impact of bank loans on the agricultural GDP in Turkey. Agricultural loans are categorized as those provided by public, private, and foreign banks. Agricultural loans disbursed by banks have been analyzed by distinguishing between public, private, and foreign banks for the first time in this study. This has allowed for the analysis of bank loans that have been effective on agricultural GDP. Quarterly data from 2005:Q1 to 2023:Q3 have been used for estimating the econometric model, and time series with seasonality have been included in the model after having been seasonally adjusted. Additionally, all series have been estimated by applying logarithmic transformation. In this context, the study has initially investigated whether the variables have contained unit roots, and unit root tests have been applied due to the stability of the variables at different levels and the possibility of obtaining consistent results in small samples. Then, the ARDL boundary test has been used for estimating coefficients, as it has allowed for stationary variables at different levels and provided consistent results in small samples. According to the results of the ARDL boundary test, it has been determined that the variables have been cointegrated. Also, CUSUM and CUSUMS tests, which aim to test for structural breaks in the model, have been conducted, and the results, which indicate that the model predictions have been consistent and stable, provide valuable insights. The coefficient of the error correction model has been found to be negative and statistically significant. This result suggests that deviations occurring will have approached the long-term coefficient in 2.33 periods in the short run. Moreover, positive relationship has been identified between agricultural loans provided by public banks and foreign banks and agricultural GDP in Turkey in the long run. Based on the ARDL model, a 1% increase in agricultural loans extended by public banks has led to a 0.12% increase in agricultural GDP. Similarly, 1% increase in foreign bank loans has had an effect of increasing agricultural GDP by 0.03%. This results have indicated that the agricultural loans provided by public banks have had a stronger effect on agricultural GDP compared to those provided by foreign banks. It is believed that policymakers should increase the agricultural credit support from foreign banks for the long-term economic growth of the agricultural sector. On the other hand, a statistically significant relationship could not be found between the loans provided by private banks and agricultural GDP. Thus, policies aimed at increasing the share of private banks in agricultural loans should

be supported. It is considered that researchs analyzing the results of the study comparatively at the regional level within the context of Turkey and with other developing country groups would make a significant contribution to the literature.

REFERENCES

- Adanacıoğlu, H., Artukoğlu, M., & Güneş, E. (2017). Türkiye’de tarımsal kredi performansının çok boyutlu ölçekleme yaklaşımıyla analizi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 23(2), 195-204.
- Ameh, M., & Lee, S.H. (2022). Determinants of loan acquisition and utilization among smallholder rice producers in lagos state, Nigeria. *Sustainability*. 14(7),1-14.
- Awotide, B.A., Abdoulaye, T., Alene, A., & Manyong, V.M. (2015). Impact of access to credit on agricultural productivity: evidence from smallholder cassava farmers in Nigeria. *International Conference of Agricultural Economists*, August 9-14, Milan/Italy.
- Bahşi, N., & Çetin, E. (2020). Determining of agricultural credit impact on agricultural production value in Turkey. *Ciência Rural*, 50(11), 1-13.
- Baltagi, B.H. (2003). *A Companion to theoretical econometrics*, Blackwell Publishing, UK.
- Bashir, M. K., Mehmood Y., & Hassan S. 2010. Impact of agricultural credit on productivity of wheatcrop: evidence from Lahore, Punjab, *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 47(4): 405-409.
- Baysa, E., & Cihangir, M. (2021). Tarımsal üretimin finansmanına yönelik sübvansiyonlu (faiz indirimli) olarak kullandırım yaygın olan sıfır faizli kredilerin müşterilere olan maliyetinin tespiti. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 13(25), 323-343.
- Brown, R.L., Durbin, J., & Evans, J.M. (1975). Techniques for testing the constancy of regression relationships over time. *Journal of the Royal Statistical Society*, 37(2),149-192.
- Ceylan, Z., & Sabuncu, S. (2019). Analysis of agricultural credit performance of Turkey using K-means clustering algorithm. *European Journal of Science and Technology*, Special Issue, 478-484.
- Chisasa, J., & Makina, D.(2015). Bank credit and agricultural output in South Africa: cointegration, short run dynamics and causality. *The Journal of Applied Business Research*, 31(2), 489-500.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427-431.
- Doll, J.P., & Orazem, F. (2005). *Teorik ve uygulamalı üretim ekonomisi*. (Editör Şinasi Akdemir, Çeviren Tuna Alemdar).Seçkin Yayıncılık San. e Tic. A.Ş., *Ekonomi Kitapları Dizisi*:16, Ankara.
- Duramaz, S., & Taş, T. (2018). Kamusal, özel ve yabancı sermayeli bankaların kullandıkları tarımsal kredilerin tarımsal üretime etkisi: ege bölgesi’ne yönelik panel veri analizi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 14(1), 35-50.
- Erdaş, H., & Oraman, Y. (2016). Tarimin finansmanında; tarımsal işletmelerin, organize tarım kredi kaynaklarından kredi kullanımları ile sosyo-ekonomik yapıları arasındaki ilişki: Edirne Bölgesi Örneği. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(36),235-255.

- Gezer, T., & Gezer, M. A. (2022). Tarımsal destek ve kredilerin tarımsal üretim üzerindeki etkinliği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(4), 1102-1113.
- Girabi, F., & Mwakaje, A.E.G. (2013). Impact of microfinance on smallholder farm productivity in Tanzania: The case of Iramba district. *Asian Economic and Financial Review*, 3(2), 227-242.
- Gujarati, D.N. (2004). *Basic econometrics*, Newyork, The McGraw-Hill Comp.
- Hayran, S., & Gül, A. (2018). Mersin ilinde çiftçilerin tarımsal kredi kullanım kararlarını etkileyen faktörler. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 8(1), 271-277.
- Hussain, A., Ali, M., Muhammed, B., & Nawaz, I. (2015). Impact of insitutional credit on agriculture production in Pakistan: A time series analysis. *World Applied Sciences Journal*, 33 (7), 1118-1124.
- Işık, H.B., Kılınç, E.B., & Bilgin, O. (2015). Tarım kredilerinin tarımsal üretim üzerindeki etkisi. *EY International Congress on Economics II*, November 5-6, Ankara.
- Kanadali, E., & Kaya, E. (2019). The relationship between real agricultural gross domestic product and agricultural loans. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 25(2), 241-247.
- Koçtürk, M., Duramaz, S., & Eker, M. (2013). Kırsal kalkınmada bankacılık ve tarımsal kredi uygulamaları: manisa örneği. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(3), 372-394.
- Mwonge, L. A., & Naho, A. (2022) Smallholder farmers' perceptions towards agricultural credit in Tanzania. *Asian Journal of Economics, Business and Accounting* 22(6): 58-75.
- Nnamocha, P.N., & Eke, C.N. (2015). Bank credit and agricultural output in Nigeria (1970–2013): an error correction model (ECM) approach. *British Journal of Economics, Management & Trade*, 10 (2), 1-12.
- Ogbuabor, J.E., & Nwosu, C.A. (2017). The impact of deposit money bank's agricultural credit on agricultural productivity in Nigeria: Evidence from an error correction model. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 7(2), 513-517.
- Oğul, B. (2022). Türkiye'de tarımsal krediler ve tarımsal üretim ilişkisi: zaman serisi analizi. *Nazilli İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 20-27.
- Önder, F. (2023). Türkiye'de tarımsal kredilerin büyümeye etkisi: bir panel veri tahmini. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10(4), 1039-1050.
- Orak, Ç., & Tahsin, E. (2023). Tarımsal kredi kullanımının belirleyicileri: Giresun fındık üreticileri örneği. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 43-55.
- Schaefer, W., & Pischke, J.DV. (1982). *Agriculturel credit policy in developing countries*, Worl Bank Reprint Series, Number 280, USA.
- Semerci, A. (2021). Tarım işletmelerinde tarımsal kredi kullanım durumunun analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(2), 396-410.
- Şit, M. (2019). Does agricultural credit usage contribute to regional growth? south-eastern anatolia region case. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(9), 1275–1282.
- Taşçı, C. (2015). Tarımsal finansmanda trendler ve sorunlar: global bir bakış ve Türkiye uygulaması. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 7(12), 173-195

- Terin, M., Güler, İ., & Aksoy, A. (2014). Türkiye’de tarımsal üretim ile tarımsal kredi kullanımı arasındaki nedensellik ilişkisi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1), 67-72.
- The Bank Association of Turkey-TBB (2024). Resmi İstatistik Programı Kapsamında Yayınlanan İstatistikler- Erişim Tarihi, (01.06.2024):<https://www.tbb.org.tr/tr/bankacilik/banka-ve-sektor-bilgileri/istatistiki-raporlar/59>
- Topuzoğlu, İ., & Artukoğlu, M. (2019). Bazı ülkelerde ve Türkiye’de bankaların tarımsal kredi uygulamalarının analizi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 25(2), 249-258.
- Tosun, F., & Güneş, E. (2018). Ankara ili tarım işletmelerinin sermaye yapısı ve tarımsal kredilerin geri ödenmesinde etkili faktörlerin analizi. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 17-24.
- Turkish Statistical Institute-TURKSTAT, (2024). İktisadi faaliyet kollarına gayrisafi yurtiçi hasıla, Erişim Tarihi, (01.06.2024):<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Donemsel-Gayrisafi-Yurt-Ici-Hasila-IV.-Ceyrek:-Ekim-Aralik-2021-45548>
- Tüzün Rad, S., & Aydoğdu, C. (2019). Tarımsal finansman: mersin ilinde tarımsal kredi kullanımı. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 58-67.
- Udoka, C.O., Mbat, O., & Duke, S.B. (2016). The effect of commercial banks’ credit on agricultural production in Nigeria. *Journal of Finance and Accounting*, 4 (1), 1-10.
- Ünlüer, M., & Güneş, E. (2013). Tarımsal kredilerin geri ödenmesinde etkili faktörlerin analizi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 2013(2), 86-93
- Vincent, A.E., Lucky, I., & Timothy, P.(2015). Impact of commercial banks’ credit on agricultural productivity in Nigeria (time series analysis 1980 - 2013). *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 5 (11), 337-350.
- Vuruş Akçaöz, H., Güzel, A., Metin, B., & Redzepe, V. (2022). Tarımsal amaçlı kooperatiflere ortak olan ve olmayan üreticilerin tarımsal kredi kullanımının değerlendirilmesi. *Çukurova Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 37(2), 123-138.
- Yıldız, E., & Oğuzhan, A. (2007). Türkiye’de uygulanan para politikalarının tarımsal üretime etkisi: model denemesi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2), 206-225.

ANALYSIS OF THE USE OF PROPOLIS AND BEE POLLEN IN COSMETOLOGY AND PERSPECTIVES OF STUDY IN NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC

Aziza HUSEYNOVA

Nakhchivan State University
ORCID: 0000-0003-0943-5214

Elsevar ASADOV

Nakhchivan State University
ORCID: 0000-0003-2892-2974

Sura RAHIMOVA

Nakhchivan State University
ORCID: 0009-0003-5867-5254

ABSTRACT

The purpose of this study was to prepare test samples of cosmetic creams containing apiphyto by analyzing bee pollen and propolis components obtained from regions of Nakhchivan Autonomous Republic. In the preparation of the test samples, the ingredients are 5% propolis extract, 2% melon seed extract, 10% poplar bud extract, 3% bee pollen extract, 10% aloe vera extract (10:1), 10% lanolin, 5% medicinal chamomile . extract, 15% almond oil, 10% sesame seed oil, 10% almond pollen extract, 10% chamomile flower water, 10% watercress flower water were used. Prepared samples were applied among volunteers, based on the results of the survey, it was determined that the prepared face cream restores the elasticity of the skin, smoothes wrinkles, and brightens the skin tone. Allergic reactions were not found among the volunteers and it was observed that the test sample was stable for 60 days at room temperature. In order to increase the amount of p-coumarin in cosmetics with SPF effect, in the studies, along with propolis, medicinal honeysuckle (*Melilotus officinalis* L.) and poplar (*Populus balsamifera* L.) flowers were used. extracts prepared from its shoots were also used. In another antipigment effective test, common almond (*A. communis* L.) was added to bee pollen in order to increase tyrosinase inhibitors. flower pollen and melon (*Melo Mill.*) seed extracts were added. The prepared test samples were rich in biologically active substances and had an antioxidant and antimelanogenesis effect.

Key words: pollen, propolis, extract, cosmetic, flora

INTRODUCTION

Nakhchivan Autonomous Republic is a mountainous region located in the southwest of the Lesser Caucasus. The territory of the autonomous republic is 5.5 thousand km². This is 6% of the total territory of the Republic of Azerbaijan. The highest point in the territory of the autonomous republic is 3906 m above sea level, and the lowest point is 600 m above sea level. The climate is sharply continental with hot summers and harsh winters. The annual number of sunny hours here is 2600-2800 hours. Nakhchivan Autonomous Republic has a unique rich flora due to its geographical position and terrain. This flora, in terms of historical development, was formed in a genetic relationship with the flora of the Mediterranean Sea and Front Asia. The dry continental climate of the autonomous republic has led to the development of more xerophytic plants here. According to recent studies, the flora of the autonomous republic is represented by 176 families, 908 genera, and 3021 species. This is 63% of the flora of Azerbaijan and 40.5% of the flora of the Caucasus. 65% of plants with different life forms included in the flora are useful plants: essential, medicinal, medicinal, food, etc. constitutes [32].

In modern times, attention has been paid to the use of bee products in order to protect human health as a preventive measure. These natural raw materials of both plant and animal origin are important in the field of cosmetology as well as food and pharmaceuticals. In recent times, in China, Japan, Korea, Egypt, Turkey and Azerbaijan, etc. honey, bee pollen, propolis, bee milk, bee venom were the most valuable products used in skin diseases and cosmetic purposes [23, 37].

The main purpose of this study was to investigate the applications of bee pollen and propolis in the cosmetology sector in the scientific bases, the innovations achieved in this direction, and to discuss the prospects of studying bee products in the Nakhchivan Autonomous Republic, which has a rich flora.

Propolis is a bee product made from a mixture of beeswax and resinous substances collected by honeybees from the shoots and acorns of various plants and trees. The main source of propolis is poplar, willow, oak, birch, alder, fir, horse chestnut, alder, apricot, elm, and essential oil herbs [3]. Bee pollen is a product of the agglutination of pollen brought to the hive by bees and enzymes secreted by bees' saliva. According to pollen Salicaceae Mirb., Apiaceae Lindl., Brassicaceae Burnett., Papaveraceae Adans., Fabaceae Lindl., Rosaceae Adans., Lamiaceae Lindl. and so on. plants belonging to the family are more loved by honey bees [6, 7].

According to their chemical composition, propolis is dominated by wax, terpenes, organic acids, and bee pollen by proteins and amino acids, but both products contain phenolic and flavonoid compounds, vitamins A, E and C, Zn, Se, Mg, Fe, Cu, etc. bell download with mineral substances such as [14, 7, 35, 1, 10, 16, 17, 22, 12]. The increased attention to the use of these products in the food, pharmaceutical and cosmetological fields has increased the interest in its biochemical analysis. Studies have shown that the biochemical composition of bee products depends greatly on the type of bee, the surrounding vegetation and the geographical area. However, plants are considered the main source of biologically active substances [26, 10].

The cosmetological effects of propolis and bee pollen, which are rich in biologically active substances, on human skin have shown positive results in many international experiments. Due to the anti-inflammatory, antiviral, antifungal, antioxidant properties of these products, they protect human skin against dryness, aging, ultraviolet rays, accelerate collagen synthesis, and also inhibit the process of melanogenesis [34, 13, 19, 36, 18]. One of the main causes of skin aging is free radical/antioxidant imbalance in the skin. Since bee products are rich in antioxidants, flavonoids, vitamins and trace elements, they quickly eliminate the signs of premature aging [1, 11, 21, 22].

The cosmetic effects of bee pollen and propolis depend significantly on the phenolic acids and flavonoids contained in it. Each of the biologically active substances has its own effect.

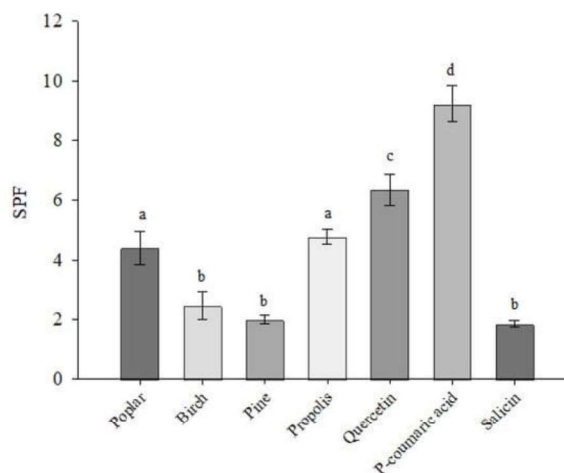
Table 1. Cosmetological properties of bioactive components of bee pollen and propolis

Biologically active substance	Cosmetological properties	Literature source
Caffeic acid Coumarin Quercetin Stilbenes	Highly protective against UV rays Counterinsurgency effect	Kostić AZ [23]. Hatahet T. [13]. Subedi L. [29]. Schwarzbein J. [27].
Genistein	Bat healer	Tie L. [33].
Caffeic acid	Antioxidant	Hatahet T. [13]. Aliyazicioglu R. [1]. Magnani C. [24]. Zillich OV [39].
Quercetin		
Routine		
Apigenin		
P-coumarin Saffilospemidine Caffeic acid	Antimelanogenesis	Khongkarat Ph. [19].
Vitamin C and E	Antioxidant	Kostic AZ [23]. Altunatmaz SS [2]. Formicki G. [12].
Zn and Se		

Korean scientists have studied the antimelanogenesis effect of bee pollen in hyperpigmentation, which is an actual problem of modern times. Despite the fact that the melanin pigment is included in the protective system of the skin, hyperpigmentation causes an unpleasant aesthetic appearance on the skin. In addition, the melanin pigment accelerates the process of formation of free radicals. This study was applied to volunteers who had artificially created melanoma and observed that the bee pollen extract significantly reduced the rate of melanogenesis by inhibiting the enzyme tyrosinase. The study concluded that bee pollen can be used to whiten melanoma, freckles, sun and age spots. Researchers have recommended that natural products of antityrosinase nature become an important component of cosmetics [20, 31, 5].

In other studies, substances that inhibit the enzyme tyrosinase in bee pollen and propolis were studied. Khongkarat Ph. and b. in the spectroscopic analysis of bee pollen obtained from sunflower (*Helianthus annuus* L.) by safflospermidine substance and Yuanfan Y. et al. in the study performed by, it was determined that caffeine in tea (*Camellia sinensis*) pollen has high antityrosinase activity [19, 38].

Stanciauskaite M. and others. in his study, the SPF effects of propolis extract and the extracts of common pine (*Pinus sylvestris* L.), poplar (*Populus balsamifera* L.) and birch (*Betula pendula* L.) shoots, which are considered its precursors, were compared with standard p-coumaric acid and quercetin. did a comparative analysis. According to the result, SPF value in poplar buds extract and propolis extract was closer to standard p-coumarin and quercetin than other extracts. The researchers attributed this to the high content of p-coumarinic acid in both extracts [28].



Kekecoglu M. and others. The chemical composition, antimicrobial and anti-fungal properties of Yiğilca honey bee propolis samples were investigated. Analysis of samples was performed in Liquid Chromatography-Mass Spectroscopy (LC-MS/MS). According to the results, the amount of pinostrobin, gallic acid and syringic acid in the propolis sample was superior. Antimicrobial and antifungal effect of propolis extract was considered satisfactory [18].

Aydin G. and others. In the study "The use of natural protective propolis and Hypericum perforatum oil in the production of herbal cream" conducted by Biochemical analysis of both raw materials was performed by chromatographic methods and quercetin, p-coumaric acid, ferulic acid, transcinnamic acid, benzoic acid and organic acids were high in Hypericum perforatum oil. In the test samples of the creams, the protective effect was obtained to the expected extent [4].

Sample	Phenolic acids (mg/100 g)								Flavonoids (mg/100 g)						
	Gallic	Protocatechuic	p-Hydroxy-benzoic	Chlorogenic	Vanillic	Caffeic	p-coumaric	Ferulic	Catechin	Resin	Flavone	Quercetin	Apigenin	Kampferol	Isohammetin
Aktaş	0.10	1.80	1.30	-	-	271.10	93.70	24.30	-	-	93.93	-	-	-	92.42
Zerdap	-	3.30	4.20	-	9.04	532.00	237.40	48.10	-	-	16.27	120.50	38.80	11.51	-
İsmayilli-I	-	1.70	4.44	-	3.93	391.72	185.50	117.7	-	-	48.80	70.80	57.50	13.30	-
İsmayilli-II	-	-	9.91	-	41.80	35.30	279.60	367.50	-	30.40	33.26	-	12.40	-	-
Quba-I	-	0.30	-	-	-	41.12	9.20	0.80	-	-	62.36	53.05	94.03	-	-
Quba-II	-	-	-	-	-	288.44	108.20	20.60	-	683.00	89.64	118.70	99.00	15.30	-
Quba-III	-	918.00	4.90	-	-	166.02	41.64	26.03	-	154.40	39.74	55.95	99.04	19.67	-
Nahcivan-I	-	0.028	4.24	-	-	102.60	11.80	1.40	-	-	78.13	108.93	75.06	9.60	-
Nahcivan-II	-	-	-	-	-	81.50	20.54	33.00	-	6.70	129.60	148.10	215.90	7.50	-
Qusar	-	-	-	-	-	3.00	121.04	67.10	-	7.80	86.42	180.72	117.01	15.45	-
Astara	8.80	3.30	-	-	-	81.52	1.50	0.50	-	-	22.70	17.70	49.70	11.83	-
Şeki	-	-	-	-	-	57.60	23.54	13.23	-	-	90.20	76.30	64.80	11.20	-
Qax	-	-	22.50	-	19.40	195.04	288.80	145.80	-	-	697.6	179.90	81.90	59.30	-
Şemkir	-	-	-	-	-	4.64	1.90	0.94	-	15.10	-	27.15	33.84	9.82	-
Mingəçevir	-	0.30	-	-	-	163.30	61.10	21.00	-	-	74.10	113.90	79.30	17.20	-

Asadov E., Kolayli S., Yıldız O. and others. Biochemical analyzes of 15 propolis samples collected from different regions of Azerbaijan were analyzed. From the results, it was found that in propolis samples collected from Nakhchivan Autonomous Republic, quercetin, apigenin and kaempferol substances from flavonoid derivatives were higher, and caffeine and p-coumarin acid from polyphenol acids were relatively less. As in other samples, chlorogenic and catechyl substances were not detected in Nakhchivan samples. The research shows that depending on the regions, different differences were observed in the chemical composition of propolis samples. Analysis of the chemical composition is important for studying the cosmetological-therapeutic effect of propolis [8].

Huseynova A. and Alakbarli A. and common almond (*A.communis* L.) in the study performed by flavonoid concentration in the pollen of the plant was analyzed. The research was performed on a spectrophotometric device. According to the results, it was determined that the amount of flavonoids in the pollen of common almond (*A.communis* L.) plant is $10.29 \pm 1.16\%$. This indicator is a sufficient quantity for the preparation of cosmetic products [15]. Because the study of the chemical composition of flower pollen requires a lot of work and requires quite a lot of natural raw materials, research in this direction is carried out relatively little. However, the use of bee pollen as well as plant pollen for the preparation of cosmetology products leads to obtaining a high amount of biologically active substances.

In many studies, the preparation of cosmetology products using apiphyto mixture is found. The main goal in the preparation of such products is to increase the amount of the active substance, and also the synergistic effect of the biologically active substances contained in both natural products ensures even more uniqueness of the cosmetic. The most commonly used plants in cosmetology are eggplant (*Melissa* L.), clover (*Trifolium* L.), lavender (*Lavandula* L.), thyme (*Thymus* L.), chamomile (*Matricaria* L.), stinging nettle (*Urtica* L.), peppermint (*Ziziphora* L.), licorice (*Glycyrrhiza* L.), calendula (*Calendula* L.), bitter gourd (*Hypericum perforatum* L.), flax (*Linum* L.) seed, pumpkin (*Cucurbita* L.), melon (*Melo Mill.*), grape (*Vitaceae* Juss.), saffron (*Sesamum* L.), etc. seeds [25, 37, 4, 18].

The inclusion of the innovations obtained in the research works related to the therapeutic and cosmetic properties of bee products, the new inventions resulting from the research is another proof of the perspective of bee products [9,30].

The purpose of the research was to prepare test samples of creams containing apiphyto based on the analyzes conducted in the direction of studying the chemical composition of bee pollen and propolis obtained from the regions of Nakhchivan Autonomous Republic.

The result

In the study, 2 test samples of SPF and antipigment effect with api-phyto mixture were prepared. Test samples were applied among volunteers. According to the result, the face creams restored the elasticity of the skin, wrinkles were smoothed, and the skin tone was noticeably lightened. Allergic reactions were not found among the volunteers. It was observed that the test samples were



stable for 60 days at room temperature. The extracts used for the test were prepared in 70% ethyl alcohol.

Test samples			
SPF effective		Antipigment effective	
Ingredients (in %)		Ingredients (in %)	
Propolis extract	10	Melon seed extract	4
Poplar bud extract	20	Bee pollen extract	6
Aloe vera extract (10:1)	20	Lanolin	20
Medicinal herb extract	10	Almond oil	30
Sesame seed oil	20	Almond pollen extract	20
Chamomile flower juice	20	Water of watermelon flowers	20

Our studies, in order to increase the amount of p-coumarin in cosmetic products with SPF effect, along with propolis, medicinal honeysuckle (*Melilotus officinalis* L.) and poplar (*Populus balsamifera* L.) flowers were used. extracts made from its shoots were also used. In another antipigment effective test, common almond (*A. communis* L.) was added to bee pollen in order to increase tyrosinase inhibitors. flower pollen and melon (*Melo Mill.*) seed extracts were added. Antioxidant and antimelanogenesis effects were ensured by ensuring the richness of the prepared test samples with biologically active substances.

In general, the joint processing of medicinal plant extracts with propolis and bee pollen is also known for its effectiveness in cosmetology. Biologically active substances in propolis increase the effectiveness of the active parts of plants and extend their life. Any plant extract added to the composition of propolis extract can remain for a long time without changing its composition and without spoiling. At the same time, the sticky property of propolis means that the active parts of plant extracts applied together with it remain longer on the skin and are easily absorbed. And bee pollen is richer in secondary metabolites, as the basis of its composition is flower pollen. This is evidence that its cosmeological and even pharmacological effects are quite high.

But despite all this, the cosmetological-therapeutic effect of propolis and bee pollen depended on the plant sources. The chemical composition of these products to be used in cosmetology should be studied, and they should be used after taking into account the superiority of the useful composition indicators for cosmetology.

REFERENCES

1. Aliyazıcıoğlu R., Sahin H., Ertürk O., Ulusoy E., Kolaylı S. Properties of Phenolic Composition and Biological Activity of Propolis from Turkey. / *Int. J. Food Prop.* **2013**, 16, 277–287. [Google Scholar] [CrossRef].
2. Altunatmaz S.S., Tarhan D., Aksu F., Barutçu U.B., Erman M. Mineral element and heavy metal (cadmium, lead and arsenic) levels of bee pollen in Turkey / *Food Sci. Technol.*

Campinas, 37(Suppl. 1): 136-141, Dec. 2017 DDOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.36016>

3. Asadov E.S (Əsədov E.S., Seyidov M.M., Məmmədov E.M. Vərəmum (Propolis) – təbbi şəfa qaynağı. Bakı, “Elm və təhsil”, 2021, 156 səh.)
4. Aydin G., Sirin N., Kekeçoğlu M., Türken T., Sipahi N., Göksu H. The Use of Natural Preservative Propolis and Hypericum perforatum Oil in Herbal Cream Production / *IJTCMR* 2021;2(1): 27-35
5. Basista K., Sodzawiczny K. Bee pollen — A new natural material, possibilities of use in medicine and cosmetology. *Gazeta Farmaceutyczna*. 2011;12:30–32. [Google Scholar]
6. Burmistrov (Бурмистров А.Н., Никитина В.А. Медоносные растения и их пыльца//М.: Росагропромиздат, 1990. — 79 с.)
7. Campos M., Firgerio C., Lopes J., Bogdanov S. What is the future of Bee-Pollen? *J. Anal. At. Spectrom.* 2, 131-144 (2010)
8. Can Z., Yıldız O., Şahin H., Asadov A., Kolaylı S. Phenolic Profile and Antioxidant Potential of Propolis from Azerbaijan / *Mellifera*, (2015), 15(1):16-28).
9. Cheng G., Cheng J. Ganoderma L. Pollen Skin-Care Anti-Aging Cream as Cosmetic. CN 106937923A, 11 July 2017.
10. Christov R., Trusheva B., Popova M., Bankova V. and Bertrand M. Chemical composition of propolis from Canada, its antiradical activity and plant origin / *Natural Product Research*, vol. 19, no. 7, pp. 673–678, 2005
11. Ertürk Ö., Çil E., Yoloğlu N., Yavuz C. An In vitro Study on Antimicrobial and Antioxidant Activity of Propolis from Rize Province of Turkey / *Mellifera*, 16(1), 4-18. (2016).
12. Formicki G., Gren A., Stawarz R., Zysk B., Gal, A. Metal content in honey, propolis, wax and bee pollen and implications for metal pollution monitoring. *Polish Journal of Environmental Studies*, 22(1), 99-106, (2013).
13. Hatahet T., Morille M., Hommoss A., Devoisselle J.M., Müller R.H., Bégu S. Quercetin topical application, from conventional dosage forms to nanodosage forms. *Eur. J. Pharm. Biopharm.* 108, 41–53. (2016). <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2016.08.011>.)
14. Huang S., Zhang CP., Wang K. Review recent advance in the chemical composition of propolis. *Molecules*. 2014;19:19610-32.
15. Huseynova A., Alekbarli A. Spectrophotometric Analysis of Flavonoid Quantity in Pollen of *Amygdalus communis* L. and Determination of Biomarkers / *Apiterapi ve Doğa Dergisi Journal of Apitherapy and Nature* www.dergipark.gov.tr/jan, Doi: 10.35206/jan.1318471
16. Kahraman H.A., Tutun H., Kaya M.M., Usluer M.S., Tutun S., Yaman C., Sevin S. and Keyvan E. Ethanolic extract of Turkish bee pollen and propolis: phenolic composition, antiradical, antiproliferative and antibacterial activities / *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 2022, VOL. 36, NO. 1, 45–56 DOI: 10.1080/13102818.2022.2045217
17. Kalaycioglu Z., Kaygusuz H., Döker S., Kolayli S., Erim FB. Characterization of Turkish honeybee pollens by principal component analysis based on their individual organic acids, sugars, minerals, and antioxidant activities / *LWT - Food Sci Technol* 84: 402 - 408. (2017).
18. Kekecoglu M., Sonmez E., Acar M., and Karaoglu S. Pollen Analysis, Chemical Composition and Antibacterial Activity of Anatolian Chestnut Propolis Collected From Yığılca Region / *ISSN 1062-3590, Biology Bulletin*, 2021, Vol. 48, No. 6, pp. 721–728
19. Khongkarat Ph., Ramadhan R., Phuwapraisirisan P., Chanchao Ch. Safflospermidines from the bee pollen of *Helianthus annuus* L. exhibit a higher in vitro antityrosinase activity than kojic acid / *Heliyon*, 2020 e 03638

20. Kim S.B., Jo Y.H., Liu Q. et al., "Optimization of extraction condition of bee pollen using response surface methodology: correlation between anti-melanogenesis, antioxidant activity, and phenolic content," *Molecules*, vol. 20, no. 11, pp. 19764–19774, 2015. View at: Publisher Site | Google Scholar;;;
21. **Kocot J.**, Kielczykowska M., Luchowska-Kocot D., Kurzepa J. and Musik Ī. Antioxidant Potential of Propolis, Bee Pollen, and Royal Jelly: Possible Medical Application/Volume 2018 | Article ID 7074209 |<https://doi.org/10.1155/2018/7074209>
22. Komosinska-Vassev K., Olczyk P., Kaźmierczak J., Mencner L., Olczyk K. Bee pollen: chemical composition and therapeutic application. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015: 297425, 2015.
23. Kostic A.Z., Milincic D.D., Tesic Z.L and Pesic M.B. Bee pollen in cosmetics: The chemical point of view Pešića a Faculty of Agriculture, Chai / 2022 – Elsevier
24. Magnani C., Isaac V.L.B., Correa M.A. and Salgadoa H.R.N. Caffeic Acid: a review of its potential use for medications and cosmetics / This journal is © The Royal Society of Chemistry 2013.
25. Maria C. P. Rodrigues, Afra M. C. B. Nascimento (Federal University of Ceará) //Food bar with bee pollen and sesame as protein source// BR 10 2014 031986 7 A2 (A23L)
26. Park Y.K., Alencar S.M. and Aguiar C.L. Botanical origin and chemical composition of Brazilian propolis / *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 50, no. 9, pp. 2502–2506, 2002
27. Shvarzbejn J., Huleihel M. Effect of propolis and caffeic acid phenethyl ester (CAPE) on NFκB activation by HTLV-1 Tax. *Antiviral Research*. 2011;90(3):108–115. [PubMed] [Google Scholar]
28. Stanciauskaite M., Marksa M., Rimkiene L., Ramanauskiene K. Evaluation of Chemical Composition, Sun Protection Factor and Antioxidant Activity of Lithuanian Propolis and Its Plant Precursors / *Plants* 2022, 11(24), 3558; <https://doi.org/10.3390/plants11243558>
29. Subedi L., Lee T.H., Wahedi H.M., Baek S.H., Kim S.Y. Resveratrol-Enriched Rice Attenuates UVB-ROS-Induced Skin Aging via Downregulation of Inflammatory Cascades / *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2017, 2017, 8379539. [CrossRef] [PubMed]
30. Sun J., Cui B., Mao X., Cui Z. Preparation Method of Bee Pollen Facial Mask. CN 111494294A, 7 August 2020.
31. Sun L., Guo Y., Zhang Y., and Zhuang Y. Antioxidant and anti-tyrosinase activities of phenolic extracts from rape bee pollen and inhibitory melanogenesis by cAMP/MITF/TYR pathway in B16 mouse melanoma cells / *Frontiers in Pharmacology*, vol. 8, 2017. View at: Publisher Site | Google Scholar.
32. Talibov TH, Ibrahimov AS Taxonomic spectre of the flora of Nakhchivan Autonomous Republic , - Nakhchivan: Ajamy, 2008
33. Tie L., An Y., Han J., Xiao Y., Xiaokaiti Y., Fan S., Liu S., Chen A.F., Li X. Genistein accelerates refractory wound healing by suppressing superoxide and FoxO1/iNOS pathway in type 1 diabetes. *J. Nutr. Biochem.* 2013, 24, 88–96. [CrossRef]
34. Trusheva B., Todorov I., Ninova M., Najdenski H., Daneshmand A., Bankova V. Antibacterial mono-and sesquiterpene esters of benzoic acids from Iranian propolis / *Chem. Cent. J.* 2010, 4, 8.
35. Turkut G.M., Er M, Değirmenci A., Yıldız O., Kolaylı S. Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan propolislerin antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik içerikleri/V Naxçıvan Beynəlxalq arıçılıq konfransı. NDU. "Qeyrət" nəşriyyatı, 2019. 83-87 səh.
36. Ugur A., Arslan T. An in vitro study on antimicrobial activity of propolis from Mugla Province of Turkey / *Journal of Medicinal Food*. 2004;7(1):90–94. [PubMed] [Google Scholar]

37. Valiyeva M. (Vəliyeva M. Müalicəvi-kosmetoloji dərman vasitələri. Kosmetologiya (dərslük) // Bakı, "Təbib", 2017, 392 səh.)
38. Yuanfan Y., Sun X., Ni H., Du Xip., Chen F., Jiang Z., and Li Q. Identification and Characterization of the Tyrosinase Inhibitory Activity of Caffeine from Camellia Pollen / J. Agric. Food Chem. 2019, 67 (46), 12741–12751
39. Zillich O.V., Schweiggert-Weisz U., Eisner P. and Kersch M. Polyphenols as active ingredients for cosmetic products / International Journal of Cosmetic Science, 2015, 37, 455–464 doi: 10.1111/ics.12218

TÜRKİYE' DE COVID-19 PANDEMİ SÜRECİNDE SOĞAN VE SÜRGÜNLERİ TÜKETİLEN SEBZELERE GENEL BİR BAKIŞ

A GENERAL OVERVIEW OF VEGETABLES CONSUMED ONION AND SHOOT PARTS DURING THE COVID-19 PANDEMIC PERIOD IN TURKEY

Doç. Dr. Burcu TUNCER

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4402-4536>

ÖZET

Giriş ve Amaç: Soğan, sarımsak, pırasa ve kuşkonmaz soğan ve sürgünleri yenen sebzeler grubunda yer almaktadır. Bunlardan kuşkonmaz Türkiye' de sınırlı düzeyde yetiştirilmekte ve daha çok yabani formları doğadan toplanmaktadır. Soğan ve sürgünleri tüketilen sebzelerin, vitamin ve mineral deposu olduğu ve birçok hastalığa iyi geldiği bilinmektedir. Bu araştırmada, Türkiye' de Covid-19 pandemi sürecinin soğan ve sürgünleri tüketilen sebze türlerinin (kuru ve taze soğan, kuru ve taze sarımsak ile pırasa) üretim, tüketim ve ticareti üzerine etkisini belirlemek amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntem:** Soğan ve sürgünleri tüketilen sebzeler, Covid-19 salgın öncesi dönem (2010-2019 yılları arası) ve Covid-19 salgın dönemi (2020 ve 2021 yılı) olmak üzere 2 farklı dönemde bazı parametreler (üretim miktarı ve alanı, verim, sebze fiyatları, ihracat ve ithalat miktarı, tüketim, kişi başı tüketim, yurt içi kullanım, kullanılabilir üretim, arz, üretim kayıpları ve yeterlilik derecesi) yönünden değerlendirilmiştir. Verilerin elde edilmesinde Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerinden yararlanılmıştır. **Bulgular:** Covid-19 pandemi süreci, soğan ve sürgünleri tüketilen sebze türlerinde üretim, ticaret ve tüketim üzerine incelenen parametrelere göre farklı etkiler göstermiştir. **Tartışma ve Sonuç:** Covid-19 pandemi sürecinde (2020 ve 2021 yılları), soğan ve sürgünleri tüketilen sebze türlerinden taze soğan ve pırasada; üretim alanı ve miktarı, arz, kullanılabilir üretim, yurtiçi kullanım, tüketim, kişi başı tüketim, üretim kayıpları bakımından azalmalar olurken, diğer türlerde bu parametreler artış göstermiştir. İhracat miktarında taze soğanda, ithalat miktarında ise yeşil soğan ve kuru sarımsakta azalmalar olurken, diğer türlerde bu parametreler artış göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Sarımsak; Pırasa; Soğan; Üretim; Ticaret

ABSTRACT

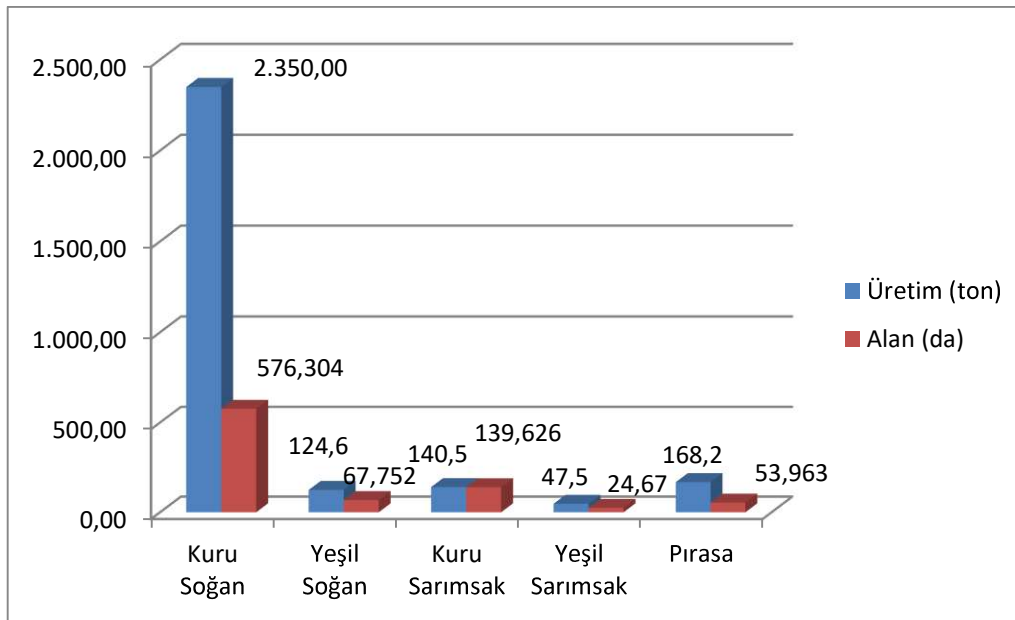
Introduction and Purpose: Onions (dry and green), garlic (dry and green), leek, and asparagus are onion and shoot-part-consumed vegetables. Of these species, there is asparagus that they are grown to a limited extent in Turkey, and more wild forms are collected in nature. Onions and shoot vegetables are known to be reservoirs of vitamins and minerals and are good for many diseases. The study aims to determine the impact of the COVID-19 pandemic

process in Turkey on the production, consumption, and trade of onions and shoots vegetables (dry and green onions, dry and green garlic, and leek). **Materials and Methods:** Vegetables whose onion and shoot parts are consumed, the pre-Covid-19 period (2010–2019), and the Covid-19 epidemic period (2020 and 2021) were assessed on a number of parameters (production, area yield, vegetable prices, volume of exports and imports, consumption, per capita use, domestic use, available production, supply, loss of production, and degree of adequacy). The data were obtained using the data of the Turkish Statistical Authority (TUIK). **Results:** The COVID-19 pandemic has been different effects on the production, trade, and consumption of consumed onions and shoots parts of vegetables, depending on the parameters studied. **Discussion and Conclusion:** In the course of the COVID-19 pandemic (2020 and 2021), green onions and leek from the vegetable species consumed with onions and shoots have decreased in terms of production area and quantity, supply, available production, domestic use, consumption, per capita use, and production losses, while these parameters have seen increased in other species. There has been a decrease in the volume of green onion exports, green onion imports, and dried garlic imports, while in other species these parameters have increased.

Key Words: Garlic; Leek; Onion; Production; Trade

GİRİŞ

Soğan ve sürgünleri tüketilen sebzeler grubunda soğan (kuru ve taze), sarımsak (kuru ve taze) ve pırasa yer almaktadır. Ülkemizde 2022 yılı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre; 576 304 da alanda 2 350 000 ton kuru soğan, 67 752 da alanda 124 600 ton taze soğan, 139 626 da alanda 140 500 ton kuru sarımsak, 24 670 da alanda 47 500 ton taze sarımsak ve 53 963 da alanda 168 200 ton pırasa üretimi yapılmaktadır (TÜİK, 2022) (Şekil 1).



Şekil 1. Soğan ve sürgünleri tüketilen sebze türlerinin üretim miktarı (1000 ton) ve alanları (da)

COVID-19 enfeksiyonunun olumsuz etkilerinden korunmada yeterli ve dengeli beslenme oldukça önemlidir. Uğurlu & Altundağ (2023) tarafından sağlık çalışanlarında yapılan bir

anket çalışmasında, COVID-19 pandemi döneminde en çok süper besin olarak belirtilen sarımsağın tüketiminin arttığı (% 17.2), bunu turşu (% 14.1), sirke (% 13.0) ve zencefilin (% 11.8) takip ettiği belirtilmiştir. Sarımsağın allisin içeriğinden dolayı antimikrobiyal, hipolipidemik, antioksidan, antitrombotik, antihipertansif, antikanser etkilerinin olduğu bilinmektedir (Kızılaslan & Tokatlı, 2021). Keskin kokusunu veren allil sülfid, kükürtlü ve eterli yağlardan oluşmaktadır (Ayaz & Alpsoy, 2007). Sarımsağın içeriğindeki organosülfür bileşiklerin kanser, kardiyovasküler hastalıklar, nörolojik hastalıklar ve karaciğer hastalıklarının gelişimine karşı koruduğu belirtilmektedir (Yun ve ark., 2014). Yapılan çalışmalarda; Covid-19 pandemi döneminde tıbbi ve aromatik bitkiler grubunda yer alan sarımsak (Kaplan, 2020; Desai ve ark., 2020; Hirvonen ve ark., 2020; Şimşek ve ark., 2022) ve soğan (Kaplan, 2020; Desai ve ark., 2020) tüketiminin arttığı bildirilmektedir. Tablo 1’ de soğan ve sürgünleri tüketilen sebzelerin besin içerikleri özetlenmiştir. Soğan ve sürgünleri tüketilen sebzeler (özellikle soğan ve sarımsak), zengin besin içerikleri, bağışıklık sistemini güçlendirici etkiye sahip olmaları, birçok hastalığın önlenmesinde etkili olmaları, aynı zamanda düşük kalori içermeleri nedeniyle salgın dönemlerinde tüketimleri daha da önem arz etmektedir. Bu çalışmada, Covid-19 pandemi sürecinde, soğan ve sürgünleri tüketilen sebze türlerinin Türkiye’deki üretim, tüketim ve ticaret durumuna yönelik bazı parametreler değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Soğan ve sürgünleri tüketilen sebzelerin 100 g taze ağırlıktaki besin içerikleri (USDA , 2024)

Besin İçeriği	Kuru Soğan	Taze Soğan	Sarımsak	Pırasa
Su	89.1	92.3 g	58.6	83 g
Kalori	40 kcal	27 kcal	149 kcal	61 kcal
Protein	1.1 g	0.97 g	6.36 g	1.5 g
Yağ	0.1 g	0.47 g	0.5 g	0.3 g
Karbonhidrat	9.34 g	5.74 g	33.1 g	14.2 g
Lif	1.7 g	1.8 g	2.1 g	1.8 g
Ca	23 mg	52 mg	181 mg	59 mg
Mg	10 mg	16 mg	25 mg	28 mg
P	29 mg	25 mg	153 mg	35 mg
K	146 mg	159 mg	401 mg	180 mg
Na	4 mg	15 mg	17 mg	20 mg
Folat	19 µg	30 µg	3 µg	64 µg
Vitamin C	7.4 mg	13.4 mg	31.2 mg	12 mg
Vitamin B-6	0.12 mg	0.088 mg	1.24 mg	0.233 mg
Vitamin A	-	200 µg	-	83 µg
Vitamin K	0.4 µg	156 µg	1.7 µg	47 µg
Lutein + zeaxanthin	4 µg	858 µg	16 µg	1900 µg
Karoten	1 µg	2400 µg	5 µg	1000 µg

MATERYAL VE YÖNTEM

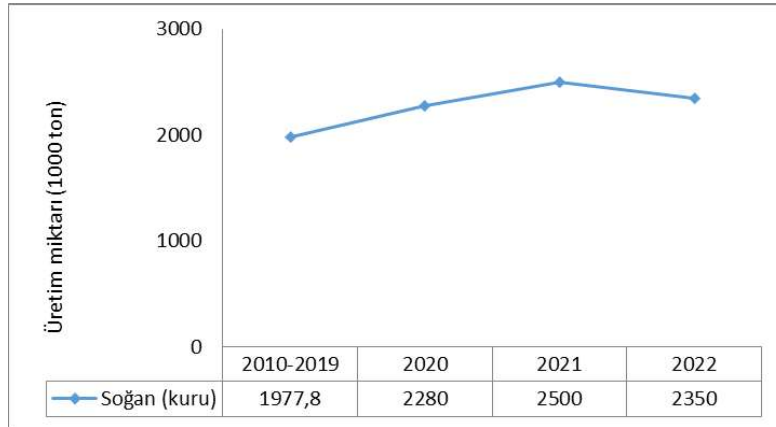
Araştırmada, Türkiye İstatistik Kurumu’ndan temin edilen veriler kullanılmıştır (TÜİK, 2022). Türkiye’de soğan ve sürgünleri tüketilen sebzeler (soğan, sarımsak ve pırasa), Covid-19 salgın dönemi öncesi dönem (2010-2019 yılları arası) ve Covid-19 salgın dönemi (2020 ve 2021 yılı) olmak üzere 2 farklı döneme ait üretim miktarı (1000 ton), üretim alanı (dekar), verim (t/da), sebze fiyatları (kg/TL), ihracat ve ithalat miktarı (1000 ton), tüketim (1000 ton),

kişi başı tüketim (kg), yurt içi kullanım (1000 ton), arz (1000 ton), kullanılabilir üretim (1000 ton), üretim kayıpları (ton) ve yeterlilik derecesi (%) bakımından değerlendirilmiş ve elde edilen veriler grafikler halinde sunulmuştur. Covid-19 salgın dönemi öncesi verileri, 2010-2019 yılları arasındaki 10 yıllık verilerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Covid-19 salgın dönemi verisi ise, 2020 ve 2021 yılı verilerinin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

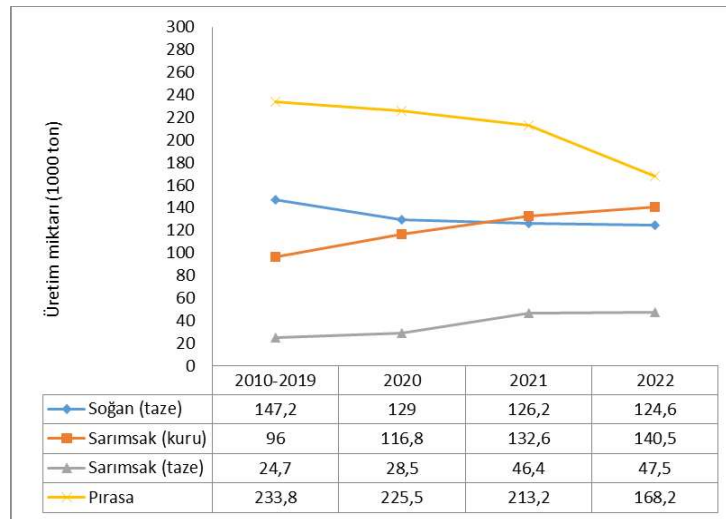
BULGULAR

Üretim Miktarı ve Alanı ile Verimdeki Değişimler

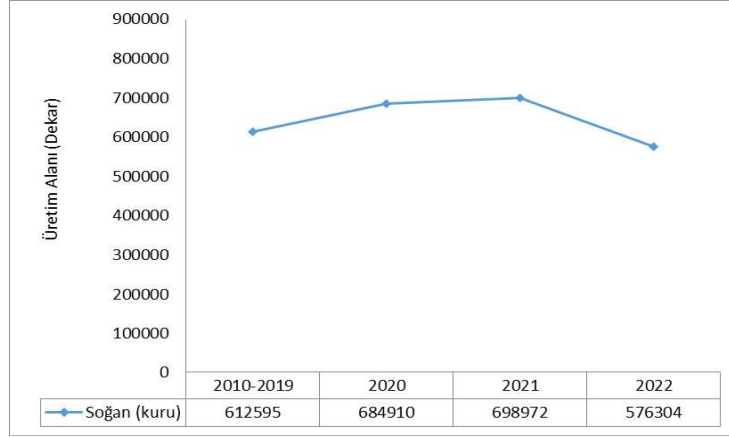
Türkiye’de soğan ve sürgünleri tüketilen sebzelerde üretim miktarı ve alanlarına ilişkin veriler Şekil 2, 3, 4 ve 5’ de sunulmuştur. Covid-19 salgın dönemi öncesi (2010-2019) 612 595 da alanda 1 977 800 ton kuru soğan, 93 143 da alanda 147 200 ton taze soğan, 113 133 da alanda 96 000 ton kuru sarımsak, 20 609 da alanda 24 700 ton taze sarımsak, 81 219 da alanda 233 800 ton pırasa üretiminin yapıldığı belirlenmiştir. Covid-19 salgın döneminde (2020-2021), en belirgin üretim artışı taze sarımsakta (% 51.6) olurken, bunu sırasıyla kuru sarımsak (% 29.9), kuru soğan (% 20.8) izlemiştir. Covid-19 salgın döneminde taze soğan (% 13.3) ve pırasa (% 6.2) üretiminde ise azalma olduğu belirlenmiştir (Şekil 2 ve 3). Soğan ve sürgünleri tüketilen sebzelerde üretim alanlarındaki değişimler Şekil 4 ve 5’ de verilmiştir. Üretim alanlarındaki değişimler üretim miktarlarındaki değişimlere paralellik göstermiştir.



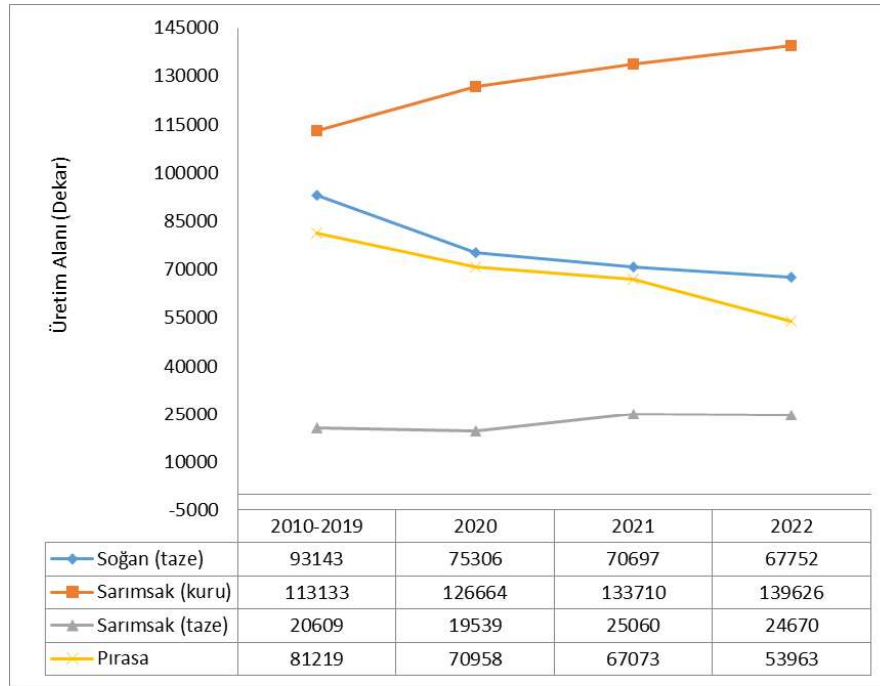
Şekil 2. Soğan (kuru) üretim miktarındaki (1000 ton) değişimler (TUİK, 2022)



Şekil 3. Diğer türlerin üretim miktarındaki (1000 ton) değişimler (TUİK, 2022)

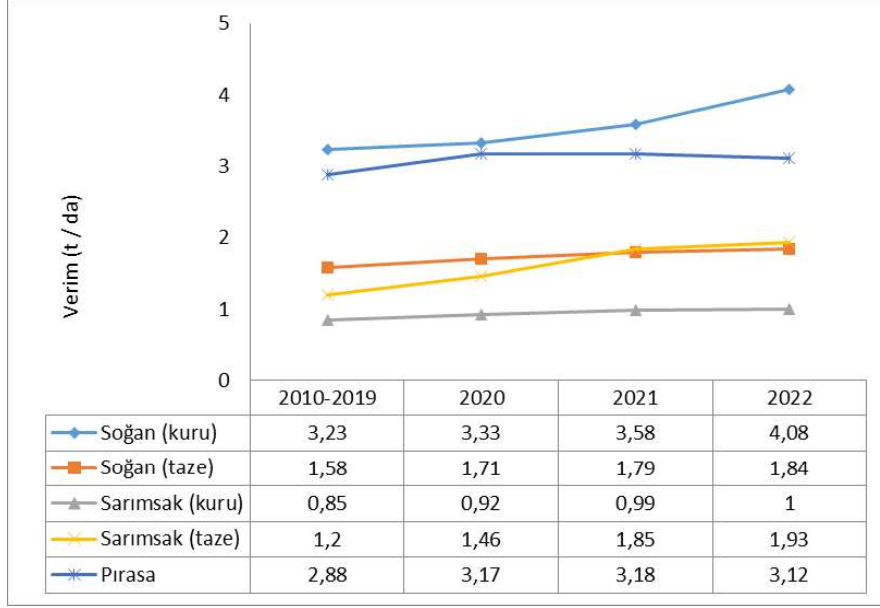


Şekil 4. Soğan (kuru) üretim alanındaki (dekar) değişimler (TUİK, 2022)



Şekil 5. Diğer türlerin üretim alanındaki (dekar) değişimler (TUİK, 2022)

Covid-19 salgın döneminde bir önceki döneme göre en belirgin üretim alanı artışı kuru sarımsak (% 15.1) ve kuru soğanda (% 12.9) görülürken, bu türleri % 8.2' lik artışla taze sarımsak izlemiştir. Taze soğan ve pırasada ise üretim alanlarında sırasıyla % 21.6 ve % 15 oranında azalma olmuştur (Şekil 4 ve 5). Verimdeki değişimler ise Şekil 6' da verilmiştir.

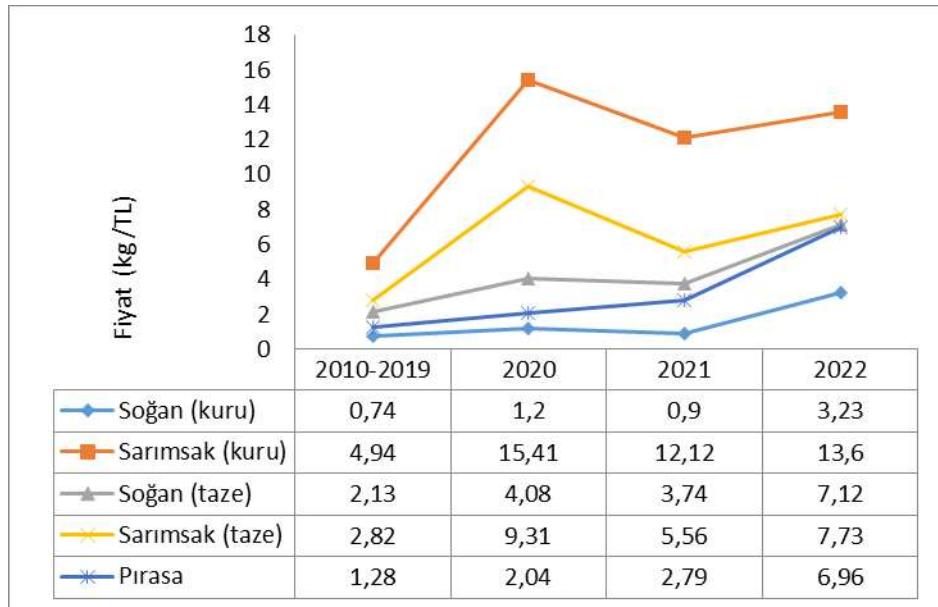


Şekil 6. Verim (t/da) değerlerindeki değişimler (TUİK, 2022)

Salgın öncesi dönemde verim değerlerinin, kuru soğanda 3.23 t/da, taze soğanda 1.58 t/da, kuru sarımsakta 0.85 t/da, taze sarımsakta 1.2 t/da, pırasada 2.88 t/da olduğu belirlenmiştir (Şekil 6). Covid-19 salgın döneminde, verim değerlerinde en yüksek artış taze sarımsakta (% 37.5) olurken, bunu sırasıyla kuru sarımsak (% 11.8), taze soğan (% 10.8), pırasa (% 10.4) ve kuru soğan (% 6.8) takip etmiştir.

Sebze Fiyatlarındaki (kg /TL) Değişimler

Covid-19 salgın döneminde, salgın öncesi döneme göre (2010-2019 dönemi) tüm türlerde sebze fiyatları artış göstermiştir (Şekil 7). Salgın döneminde, bir önceki dönem göre sebze fiyatlarındaki artış en fazla kuru sarımsak (% 179.4) ve taze sarımsakta (% 163.8) olurken, bunu sırasıyla pırasa (% 89), taze soğan (% 83.6) ve kuru soğan (% 41.9) takip etmiştir (Şekil 7).

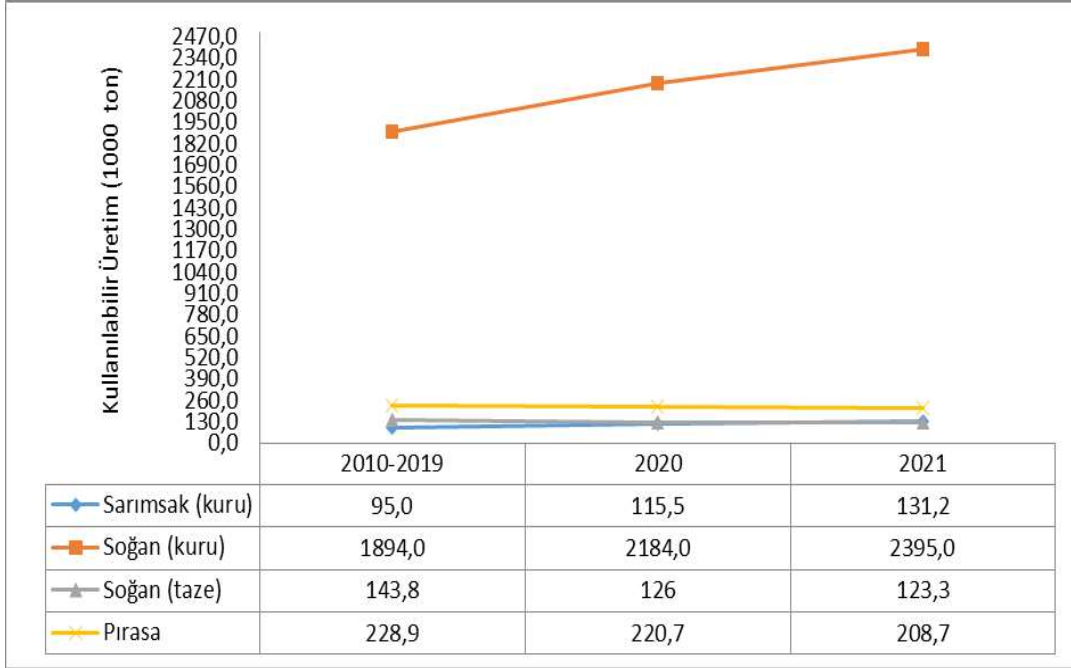


Şekil 7. Sebze fiyatlarındaki (kg/TL) değişimler (TUİK, 2022)

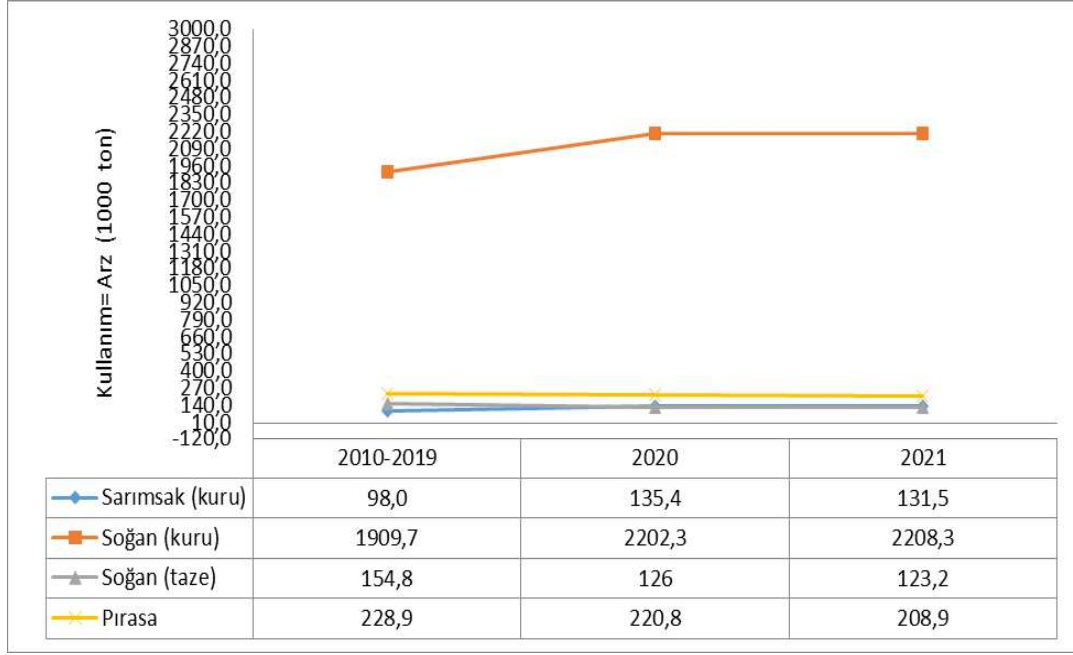
Kullanılabilir Üretim ve Arzdaki Değişimler

Kullanılabilir üretim, hasat edilen ürün miktarından üretim kaybının çıkarılmasıyla hesaplanan değerdir. Kullanılabilir üretim salgın döneminde kuru sarımsakta % 29.8, kuru soğanla % 20.8 oranla artış gösterirken, taze soğan (% 13.3) ve pırasada (% 6.2) azalmıştır (Şekil 8).

Arz ise; ithalat miktarı ile kullanılabilir üretim miktarının toplamından oluşan değerdir. Pandemi döneminde bir önceki döneme göre arzda; kuru sarımsakta % 36.2' lik, kuru soğanda ise % 15.5' luk bir artış yaşanırken, taze soğan (% 19.5) ve pırasada (% 6.1) azalma olmuştur (Şekil 9).



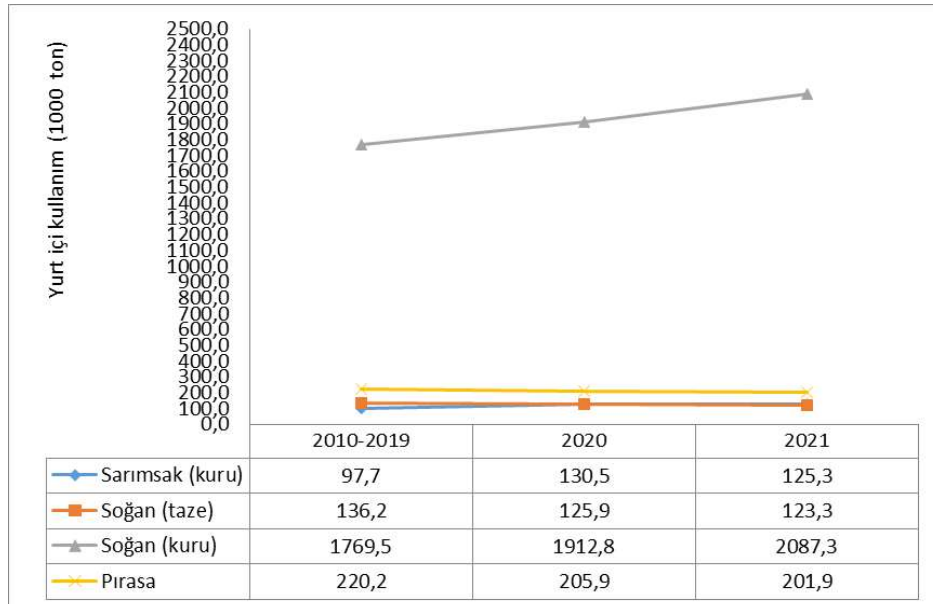
Şekil 8. Kullanılabilir üretimdeki değişimler (TUİK, 2022)



Şekil 9. Arzdaki (kullanım) değişimler (TUIK, 2022)

Yurt İçi Kullanım

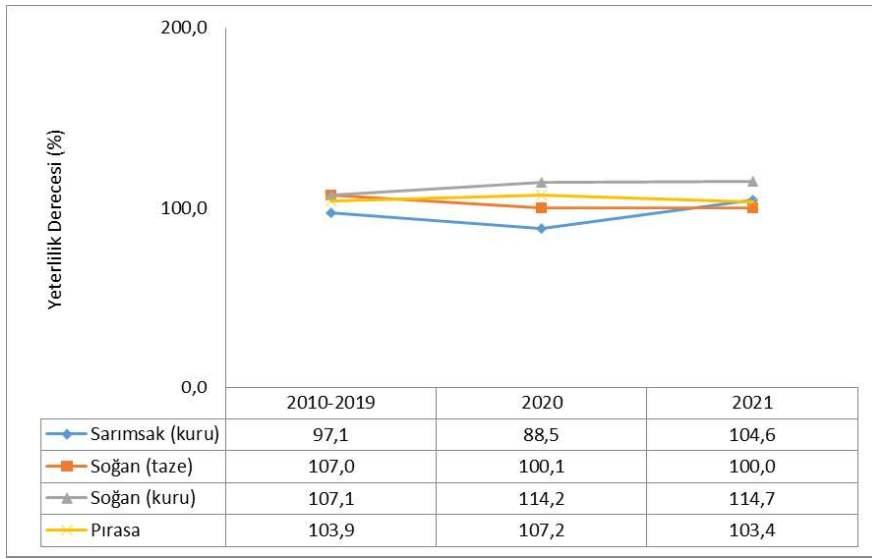
Yurt içi kullanım değeri; gıda tüketimi, yemlik, tohumluk, endüstriyel kullanım ve kayıp miktarlarının toplamına karşılık gelmektedir. Covid-19 salgın döneminde, yurt içi kullanımda bir önceki döneme göre kuru sarımsak (% 30.9) ve kuru soğanda (% 13) artış görülürken, taze soğan (% 8.5) ve pırasada (% 7.4) azalma olmuştur (Şekil 10).



Şekil 10. Yurt içi kullanımdaki değişimler (TUIK, 2022)

Yeterlilik Derecesi (%)

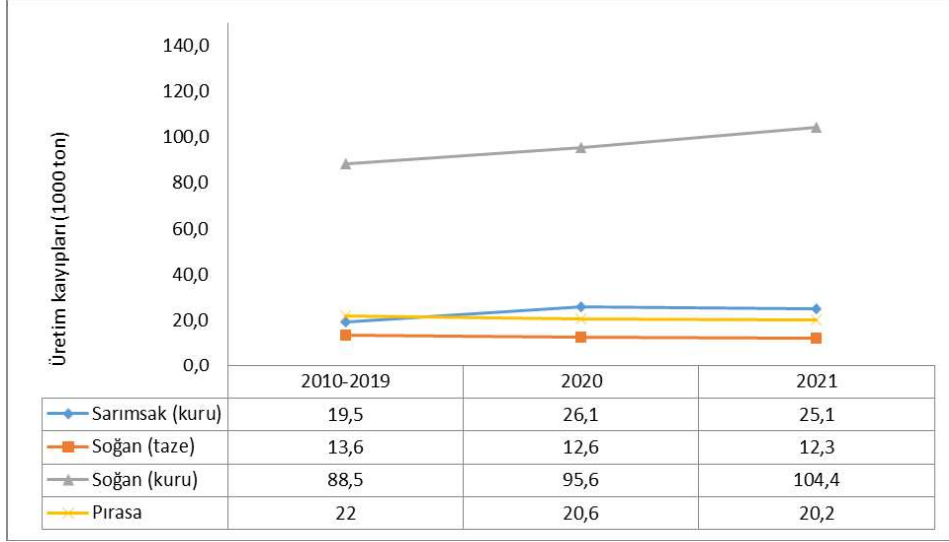
Yeterlilik derecesi; bir bölgenin kullanılabilir üretiminin (iç üretim) o bölgenin talebini ya da yurt içi kullanımını (insan, hayvan ve endüstrinin bütün ihtiyaçlarını) ne ölçüde karşılayacak durumda olduğunu göstermektedir. Bu değer, kullanılabilir üretimin yurt içi kullanımına oranı ile hesaplanır ve % olarak ifade edilir. Bu değer, 100'den küçük olması, üretimin yurt içi talebini tam olarak karşılayamadığı durumu temsil etmektedir. 100'den büyük olan bir değer, iç ihtiyaçları geçen, ihraç edilebilir ve/veya stoklanabilir miktarların varlığını göstermektedir. Covid-19 salgın döneminde yeterlilik derecesindeki en fazla artış % 6.8 ile kuru soğanda olmuştur. Kuru sarımsak üretiminin ise tam olarak yurtiçi talebi karşılayamadığı görülmektedir (Şekil 11).



Şekil 11. Yeterlilik derecesindeki değişimler (TUIK, 2022)

Üretim Kayıpları

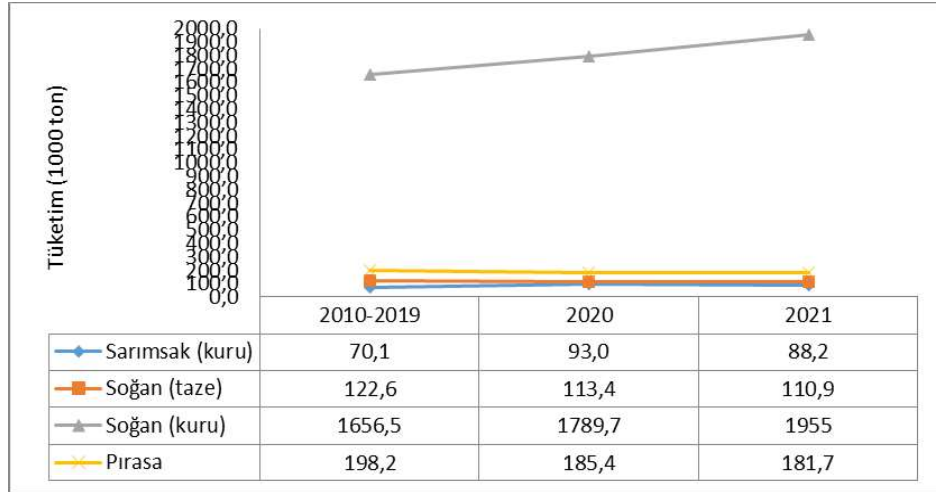
Üretim kayıpları, ürünün hasat edilmesi sırasında ve hasat edilen ürünün çiftlik avlusuna getirilinceye kadarki süreçte meydana gelen kayıpları ifade etmektedir. Pandemi döneminde, bir önceki döneme göre kuru sarımsakta % 31.3 oranında, kuru soğanda ise % 13 oranında üretim kaybı artışı olurken, taze soğan (% 8.8) ve pırasada (% 7.3) üretim kaybı salgın öncesi döneme göre azalış göstermiştir (Şekil 12).



Şekil 12. Üretim kayıplarındaki değişimler (TUİK, 2022)

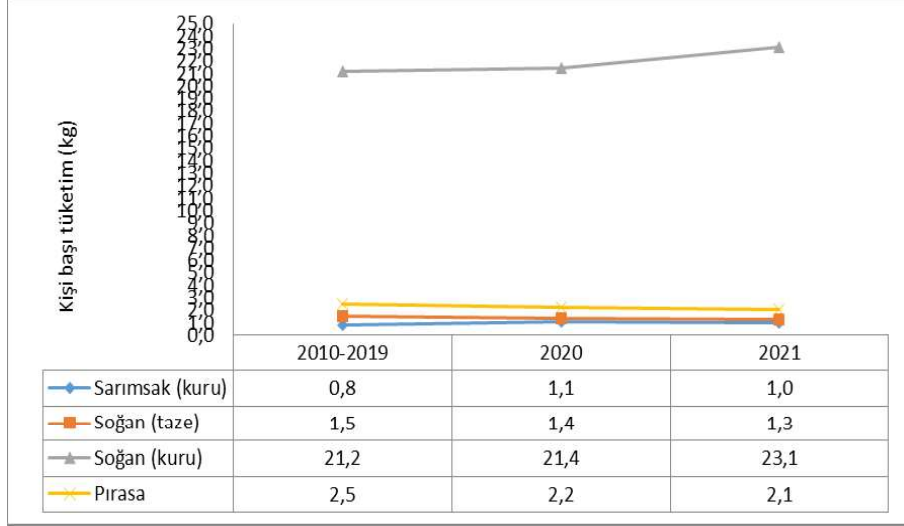
Tüketim Miktarı ve Kişi Başı Tüketim (kg)

Covid-19 salgın döneminde taze soğan (% 8.5) ve pırasa (% 7.4) tüketimi, bir önceki döneme göre azalma gösterirken, kuru sarımsak (% 29.2) ve kuru soğan (% 13) tüketimi artış göstermiştir (Şekil 13).



Şekil 13. Tüketim miktarındaki değişimler (TUİK, 2022)

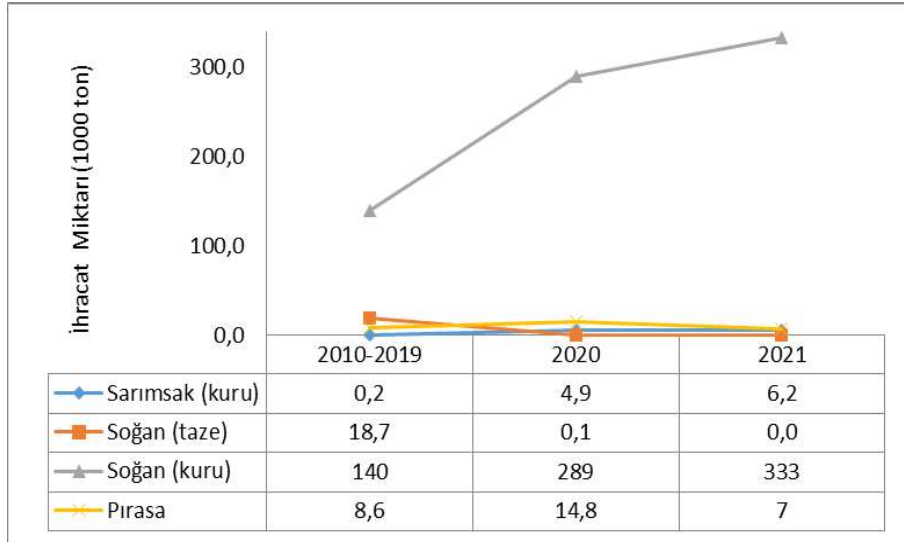
Kişi başı tüketim (kg) değerlerine bakıldığında ise; pandemi döneminde en fazla kişi başı tüketiminin % 37.5' luk artışla kuru sarımsakta olduğu, bunu % 5.2' lik artışla kuru soğanın takip ettiği görülmektedir. Taze soğan (% 6.7) ve pırasada (% 12) ise kişi başı tüketiminin pandemi öncesi döneme göre azaldığı dikkat çekmektedir (Şekil 14).



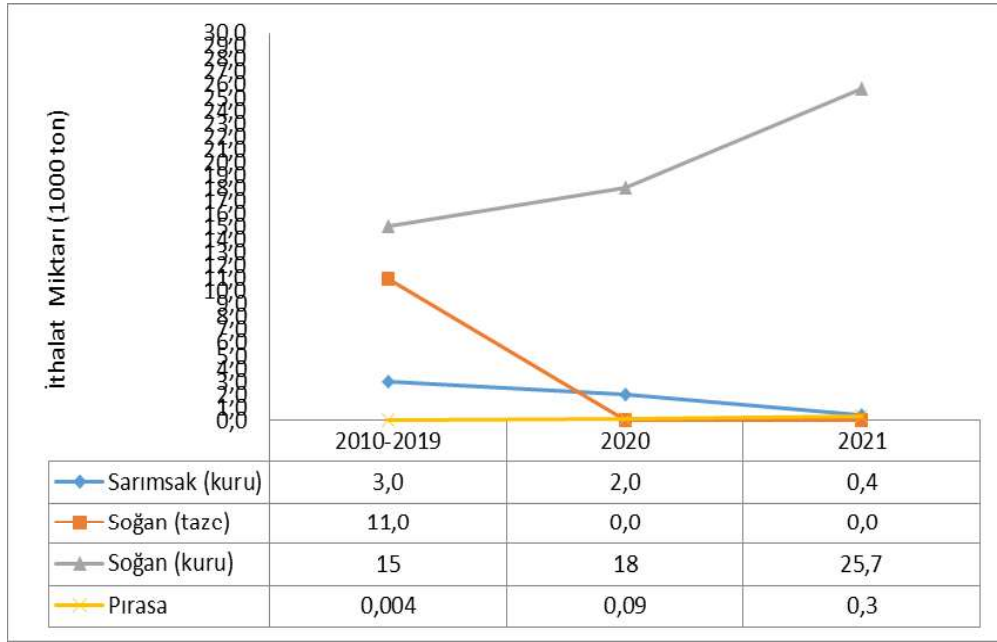
Şekil 14. Kişi başı tüketim miktarları (kg) (TUİK, 2022)

İhracat ve İthalat Miktarı (1000 ton)

İhracat miktarı, Covid-19 salgın döneminde taze soğanda % 99.7 oranla dramatik bir şekilde düşüş gösterirken, kuru sarımsakta belirgin bir oranla (% 2 650) artış göstermiştir (Şekil 15). İthalat miktarında ise salgın döneminde taze soğanda dış alımın yapılmadığı, diğer türlerde ise artışların olduğu görülmektedir Kuru sarımsak ithalatı % 40, kuru soğan ithalatı ise % 45.3 oranında artış göstermiştir (Şekil 16).



Şekil 15. İhracat miktarındaki değişimler (1000 ton) (TUİK, 2022)



Şekil 16. İthalat miktarındaki değişimler (1000 ton) (TUİK, 2022)

SONUÇ

Soğan ve sürgünleri tüketilen sebzelerden; sarımsak, C vitamini (31.2 mg) ile mineral maddelerden özellikle Ca (181 mg), P (153 mg) ve K (401 mg) açısından zengindir. Taze soğan ve pırasa ise karoten (2400 µg ve 1000 µg), Vitamin K (156 µg ve 47 µg), Vitamin A (200 µg ve 83 µg), lutein-zeaxanthin (858 µg ve 1900 µg) ve folat (30 µg ve 64 µg) bakımından zengindir. Türkiye’ de soğan ve sürgünleri tüketilen sebzelerden üretim miktarı (2 350 000 ton) ve alan (576 304 da) bakımından kuru soğan ilk sırada yer almakta, bunu 53 963 da alanda 168 200 ton üretim değeriyle pırasa, 139 626 da alanda 140 500 ton üretim ile kuru sarımsak izlemektedir. Covid-19 pandemi döneminde, üretim miktarı ve alanı bakımından taze sarımsak, kuru sarımsak ve kuru soğanda artış olurken, pırasa ve taze soğanda azalma olmuştur. Verim ve sebze fiyatlarında ise tüm türlerde artış görülmüştür. Kullanılabilir üretim, arz, yurtiçi kullanım ile üretim kaybında kuru soğan ve kuru sarımsakta artış olurken, taze soğan ve pırasada bu parametrelerde azalma olduğu görülmüştür. Pandemi sürecinde kuru soğan ve özellikle de kuru sarımsak tüketiminde belirgin artış yaşanmıştır. Bu dönemde kuru sarımsakta ihracat miktarı ve kişi başı tüketimin artması, ithalat miktarının azalması nedeniyle sarımsak üretiminin tam olarak yurtiçi talebini karşılayamadığı saptanmıştır.

KAYNAKÇA

Ayaz, E., Alpsoy, H.C. 2007. Sarımsak (*Allium sativum*) ve geleneksel tedavide kullanımı. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 31(2):145-149.

Desai, A., Desai, C., Desai, H., Mansuri, A., & Desai, J. (2020). Possible role of medicinal plants in COVID-19 a brief review. *International Journal of Scientific Development and Research*, 5(4): 205-209.

Hirvonen, K., Abate, G.T., Brauw, A. 2020. Food and Nutrition Security in Addis Ababa, Ethiopia During COVID-19 Pandemic. Addis Ababa: The Federal Democratic Republic of Ethiopia Policy Studies Institute.

Kaplan, M. 2020. COVID-19: Küresel salgın sürecinde geleneksel ve tamamlayıcı tedavi uygulamaları. Milli Folklor, 16(127): 35-45.

Kızılaslan, N., Tokatlı, K. 2021. Sarımsağın insan sağlığı üzerine etkileri. TOGÜ Sağlık Bilimleri Dergisi, 1(2):62-71.

Şimşek, N., Türkseven, Y.Ç., Çakıcı, C. 2022. COVID-19 Pandemi Sürecinde Tıbbi ve Aromatik Bitki Tüketimi: Yükleme Kuramı Temelinde Bir Araştırma. Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 10 (3): 2689-2712.

TÜİK. 2022. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://www.tuik.gov.tr/> (Erişim tarihi: 08.01. 2024).

Uğurlu, Ö.Y., Altundağ, Ö.Ö. 2023. Covid-19 pandemisinde sağlık çalışanlarının süper besin algısı: Kırıkkale ili örneği. Tıp Fakültesi Klinikleri Dergisi, 6(2): 116-128.

USDA. 2024. <https://www.usda.gov/> (Erişim tarihi: 10.02.2024).

Yun, H.M., Ban, J.O., Park, K.R., Lee, C.K., Jeong, H.S., Han, S.B., Hong, J.T. 2014. Potential therapeutic effects of functionally active compounds isolated from garlic. Pharmacology & Therapeutics, 142(2):183-195.

**POA PRATENSIS L. TÜRÜNDE FARKLI TOHUM UYGULAMALARININ
ÇİMLENME VE ÇIKIŞ ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**EFFECT OF DIFFERENT SEED TREATMENTS ON GERMINATION AND
EMERGENCE CHARACTERISTICS OF POA PRATENSIS L.**

Kadriye Çelik

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü,

Eskişehir, Türkiye

(Orcid ID: 0000-0002-4264-6833)

Prof. Dr.Süleyman Avcı

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü,

Eskişehir, Türkiye

(Orcid ID: 0000-0002-4653-5567)

ÖZET

Bu çalışma, serin mevsim buğdaygil çim bitkisi olan çayır salkım otu (*Poa pratensis* L. Evora çeşidi) türünde farklı ön üşütme [Kontrol (oda sıcaklığı), +4 °C ıslak ve +4 °C kuru] ve koşullu çimlendirme [Kontrol (Kuru), Kontrol (Su), MS, MS+50 mg/L BA, MS+100 mg/L BA, MS+100 mg/L GA₃, MS+250 mg/L GA₃, MS+500 mg/L GA₃] uygulamalarının çimlenme ve çıkış özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çimlendirme çalışmalarında en yüksek çimlenme oranı %81,5 ile +4 °C kuru ön üşütme ve MS+50 mg/L BA uygulamasında elde edilmiştir. Öte yandan en uzun sürgünler +4 °C ıslak ön üşütme ve MS+500 mg/L GA₃ uygulaması sonucu tespit edilmiştir. Fide yaş ağırlığında ise kontrol ve +4 °C ıslak ön üşütme sonrası MS+50 mg/L BA uygulaması en yüksek sonuçları vermiştir. Çıkış çalışmalarında; en yüksek çıkış oranı %90,5 ile +4 °C'lik ıslak ön üşütmeden sonra MS muamelesi sonucu elde edilmiştir. En uzun sürgünler için sadece +4 °C'de kuru ön üşütmenin yapılması yeterlidir. Fide yaş ağırlığı bakımından en yüksek değerler +4 °C'de kuru ön üşütme yapılmış tohumların su ve MS sıvısıyla tohum uygulaması sonucundan elde edilmiştir. Sonuç olarak; *P. pratensis* türü üzerinde yapılan çimlenme ve çıkış çalışmalarında yapılan ön üşütme ve koşullu çimlendirme uygulamalarıyla çimlenme ve çıkış oranları ile fide gelişimi artırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *P. pratensis*, çimlenme, çıkış, GA₃, BA, MS

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of different pre-chilling [Control (room temperature), +4 °C wet and +4 °C dry] and priming [Control (Dry), Control (Water), MS, MS+50 mg/L BA, MS+100 mg/L BA, MS+100 mg/L GA₃, MS+250 mg/L GA₃, MS+500 mg/L GA₃] treatments on germination and emergence characteristics of Kentucky Bluegrass (*Poa pratensis* L. cv. Evora) as a cool season turf grass. In germination studies, the highest germination rate, 81.5%, was obtained in +4 °C dry pre-chilling and MS+50 mg/L BA application. On the other hand, the longest shoots were determined as a result of +4 °C wet pre-chilling and MS+500 mg/L GA₃ application. In terms of seedling fresh weight, MS+50 mg/L BA application after control and +4 °C wet pre-chilling gave the highest results. In the emergence studies, the highest emergence percentage was obtained from MS treatment after wet pre-chilling at +4 °C with 90,5%. However, for the longest shoots, only dry pre-chilling at +4 °C is sufficient. The highest values in terms of seedling fresh weight were obtained as a result of seed priming with water and MS liquid of seeds that were dry pre-chilled at +4 °C. In conclusion; germination and emergence rates and seedling development of Kentucky Bluegrass were increased by pre-chilling and priming treatments.

Key words: *P. pratensis*, germination, emergence, GA₃, BA, MS

GİRİŞ

Çayır salkım otu (*Poa pratensis* L.) uzun yıllardır çim alanlarında ekilen en önemli serin mevsim çim bitkilerindedir. Bu tür rizomları sayesinde kolay yayılımı, kusursuz güzelliği, zengin mavi-yeşil rengi ve dayanıklılığı sayesinde vazgeçilmezdir. Çayır salkım otu; sergilediği derin, zengin renk ve dokusuyla golf sahaları, engebeli alanlar, parklar, ev çimleri ve hatta yol kenarları için mükemmel bir çim bitkisidir.

Tohumda hızlı çimlenme ve fide gelişimi; sahaların hızlı bir şekilde kurulması ve sporcu aşınmasından kaynaklı sorunların çözümü için oldukça önemlidir. Ancak çayır salkım otunun tohumdan çimlenmesi ve ilk gelişimi yavaştır. Bununla birlikte, bitkilerin çeşitli çevresel streslere karşı toleransını arttırmak, çimlenme, çıkış ve bitki gelişimini düzenlemek için bitki büyüme düzenleyicilerinin eksojen uygulaması başarılı sonuçlar vermektedir (Hussain vd., 2018).

Gibberellik asit (GA₃) ile tohum hazırlamanın, esas olarak endosperm katmanlarının zayıflaması ve embriyo büyümesinin aktivasyonu nedeniyle tohum uyku halinin üstesinden geldiği rapor edilmiştir (Pallaoro vd., 2016). Öte yandan tohumların optimal konsantrasyonlarda sitokininlerle hazırlanması, tuzlu koşullar altında yetiştirildiğinde çimlenmeyi, büyümeyi ve verimi iyileştirmede pratik bir yaklaşım olarak bilinmektedir (Iqbal ve Ashraf, 2005). Bu konuda çayır salkım otunda yapılan çalışmalar kısıtlı olmakla birlikte Pill ve Korengel (1997), -1,5 MPa, 4 gün, 20°C'de uygulama yapılmış tohumların, çıkış oranında ilerleme ve sürgün kuru ağırlıklarında artış olduğunu bildirmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada; *P. pratensis* tohumlarının -1.6, -0.8, -0.4, -0.2 ve 0 MPa su potansiyellerinde 42 gün boyunca çimlendirildiği ve çimlenme oranında artış sağlandığı görülmüştür (Springer ve Goldman, 2016). Çimlendirme uygulamalarında kullanılan solüsyonlara bitki büyüme düzenleyicilerin yanında farklı mikro ve makro elementlerin dahil edilmesinin hazırlama etkisini daha da artırabileceği tespit edilmiştir (Pill ve FinchSavage, 1988). *P. pratensis*'de farklı besi ortamlarının (DG, LS, MS ve SH) tohum çimlenmesi ve bitki gelişimi üzerine etkili olduğu ve en iyi sonucun SH besiyerinde elde edildiği belirlenmiştir (Acemi, 2021).

Yapılan çalışmalardan da anlaşıldığı gibi *P. pratensis* türü üzerinde çimlenme ve çıkış özellikleriyle fide gelişimini arttırmaya yönelik tohum uygulamaları ve farklı hazırlama

solüsyonlarının etkilerini incelemek gelecek vaat etmektedir. Dolayısıyla, bu çalışmada *P. pratensis* türünde yapılan ön üşütme ve tohum uygulamalarının çimlenme, çıkış ve fide özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümü laboratuvarlarında 2021-2022 yılları arasında yürütülmüştür. Tohum materyali olarak çayır salkım otu (*P. pratensis*) türünün Evora çeşidi seçilmiştir. Tohum uygulamalarında MS besi ortamı (Murashige and Skoog, 1962) ve büyüme düzenleyici olarak giberellik asit (GA_3 , Merck No: 36575) ve 6-Benzilaminopürin (BA, Merck No: B3408) kullanılmıştır.

Çimlenme ve çıkış denemeleri tesadüf parsellerinde faktöriyel düzende kurulmuştur. Birinci faktör, ön üşütme [(kontrol (oda sıcaklığı), +4 C ıslak ve +4 C kuru) ve ikinci faktör koşullu çimlendirme [(Kontrol (Kuru), Kontrol (Su), MS, MS+50 mg/L BA, MS+100 mg/L BA, MS+100 mg/L GA_3 , MS+250 mg/L GA_3 , MS+500 mg/L GA_3)] uygulamalarından oluşmaktadır.

Çimlenme ve çıkış çalışması öncesi ilk olarak tohumlar +4 °C'de kuru ve ıslak olmak üzere uygulamaya tabi tutulmuştur. Islak uygulamasında tohumlar ıslanan 2 kurutma kağıdı arasında 5 gün süreyle bekletilmiştir. Uygulama sonrası kurutma kağıdı üzerinde oda sıcaklığında tohumların doğal olarak kurumaları sağlanmıştır. Daha sonra uygulama yapılan tohumlar hazırlanan MS, MS+ GA_3 ve MS+BA solüsyonlarında 96 saat boyunca yine koşullu çimlenmeye alınmıştır ve sonrasında yine yukarıda olduğu gibi oda sıcaklığında kurutulmuştur.

Çimlenme çalışmalarında; *P. pratensis* türüne ait tohumlar 4 × 50 olacak şekilde hazırlanmış, 20 °C'de ve karanlık koşullarda 21 gün süreyle çimlenmeye alınmıştır (ISTA, 2018). Çimlenme çalışmaları kurutma kağıdı arasında yapılmış ve her kurutma kağıdı için 7 ml su eklenmiştir. Tohum sayımında çimlenme için temel kriter 2 mm kökçük uzunluğu kabul edilmiştir. Uygulamalar sonrası çimlenme yüzdesi (%), sürgün uzunluğu (cm) ve fide yaş ağırlığı (mg/fide) incelenmiştir.

Çıkış için 3 lt'lik çok amaçlı plastik küvetlere torf (Klasman Potgrond H Torf) doldurulmuş ve her uygulama 4 tekrarlı ve 50 tohum olacak şekilde tohumlar 1 cm derinliğe ekilmiştir. Daha sonra bu kaplar 20°C'de, %70 nemde ve 16/8 gündüz ve gece fotoperiyodunda 21 gün süreyle çıkış denemelerine alınmıştır. Uygulamalar sonrası çıkış yüzdesi (%), sürgün uzunluğu (cm) ve fide yaş ağırlığı (mg/fide) özelliklerine bakılmıştır.

Deneme sonucu alınan veriler tesadüf parsellerinde faktöriyel düzene göre JMP 14 paket programında varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklar LSD testine göre değerlendirilmiştir. Yüzde değerlere Arcsin transformasyonu uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çimlenme çalışmaları

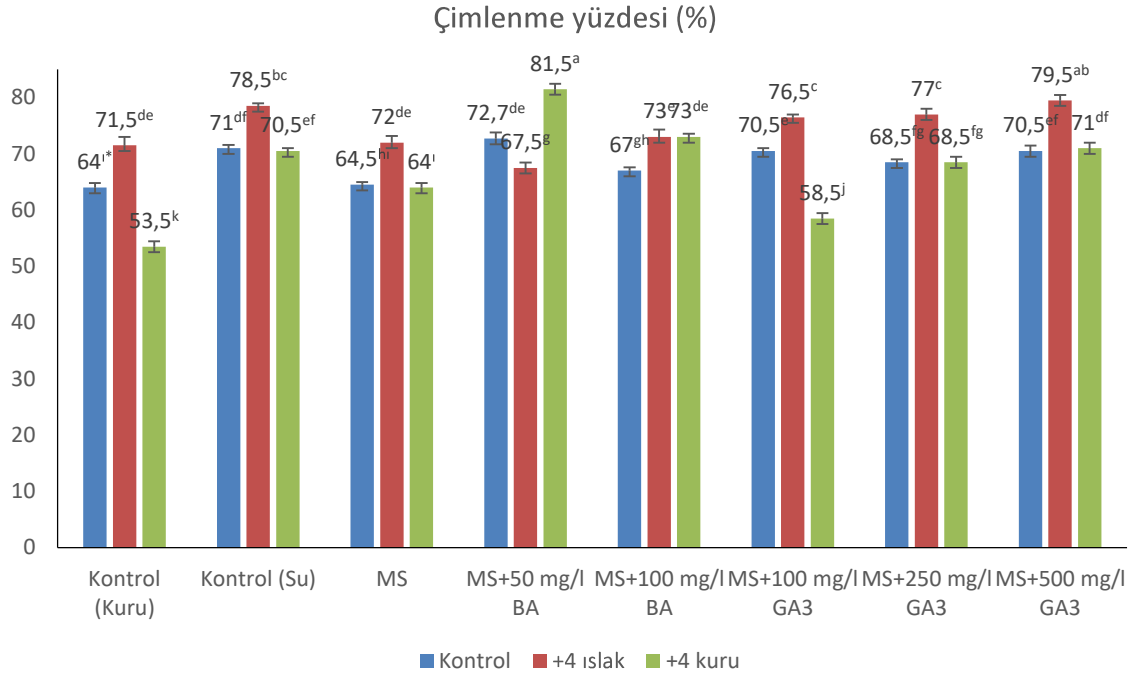
P. pratensis türünde farklı ön üşütme ve koşullu çimlenme uygulamalarının çimlenme yüzdesi ve yaş fide ağırlığına etkisi önemli bulunmuştur (Tablo 1). Bununla birlikte; sürgün uzunluğunda ön üşütmenin etkisi önemsizken koşullu çimlendirmenin etkisi önemli çıkmıştır. Ön üşütme uygulamalarından +4 °C ıslak uygulaması çimlenme yüzdesi ve yaş fide ağırlığı bakımından daha iyi değerler göstermiştir. Öte yandan çimlenme yüzdesi ve sürgün uzunluğunda MS+500 mg/L GA_3 koşullu çimlendirme uygulaması daha iyi sonuç vermiştir. Yaş fide ağırlığında ise MS ve MS+50 mg/L BA uygulamaları etkisi daha fazla olmuştur.

Tablo 1. *Poa pratensis* türünde çimlenme ve fide özellikleri üzerine ön üşütme ve koşullu çimlenme uygulamalarının etkisi belirlemek için incelenen özelliklere ait varyans analiz sonuçları ve ana faktör ortalamaları arasındaki farkların analizi

Faktörler	Çimlenme yüzdesi (%)	Sürgün uzunluğu (cm)	Yaş fide ağırlığı (mg/fide)
Ön üşütme (ÖÜ)			
Kontrol (Kuru)	68.5 ^b	3.2 ^a	1.97 ^a
+4 °C ıslak	74.4 ^a	3.2 ^a	1.96 ^a
+4 °C kuru	67.5 ^b	3.2 ^a	1.91 ^b
Koşullu çimlendirme (KÇ)			
Kontrol (Kuru)	63.0 ^e	2.9 ^f	1.9 ^b
Kontrol (Su)	73.3 ^a	3.2 ^{cd}	1.9 ^b
MS	66.8 ^d	3.3 ^c	2.0 ^a
MS+50 mg/L BA	73.9 ^a	3.2 ^d	2.0 ^a
MS+100 mg/L BA	71.0 ^b	3.0 ^e	1.9 ^b
MS+100 mg/L GA ₃	68.5 ^c	3.3 ^c	1.8 ^c
MS+250 mg/L GA ₃	71.3 ^b	3.4 ^b	1.8 ^c
MS+500 mg/L GA ₃	73.6 ^a	3.6 ^a	1.8 ^c
Varyans analizi			
ÖÜ	*	Öd	*
KÇ	*	*	*
ÖÜ × KÇ	*	*	*
CV%	1.98	1.82	2.56

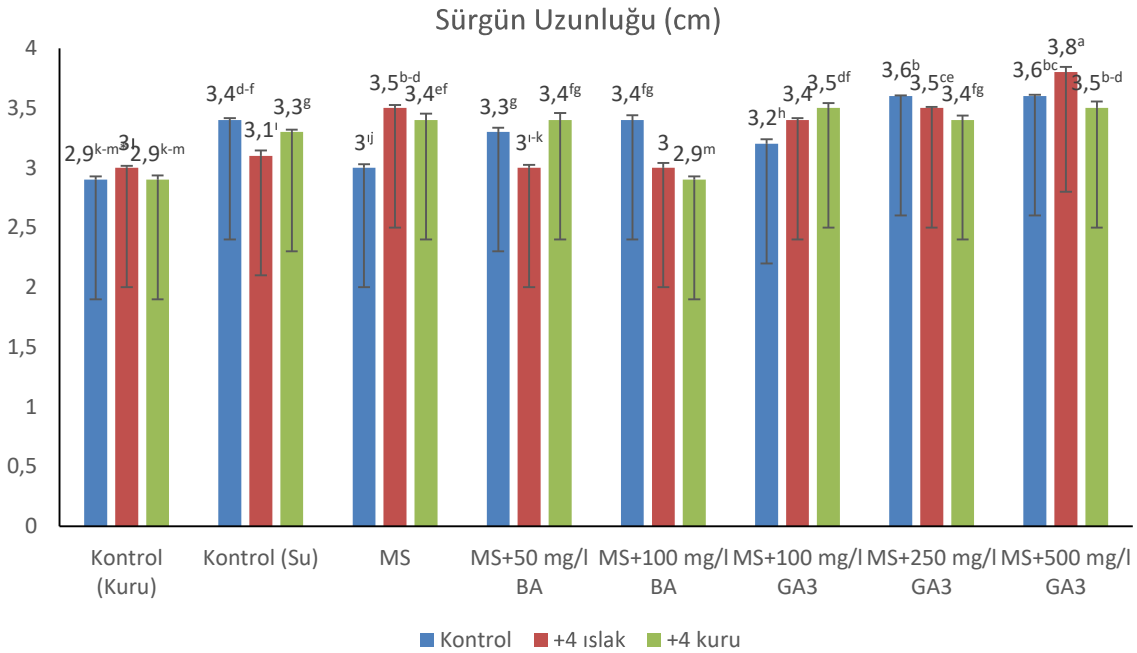
*p≤0.01 hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli. Öd: Önemli değil. Benzer harfle gösterilen ortalamalar LSD testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Çimlenme yüzdesinde %81,5 ile en yüksek değer +4 °C kuru ön üşütme yapılan tohumların MS+50 mg/L BA uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 1). Ma vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, *Leymus chinensis*'te GA₃ ile tohum uygulamasının bitki büyümesi ve üretimi üzerinde uzun vadeli bir etkisi olduğu ve çimlenme oranını %14-27 oranında artırdığı bildirilmiştir.



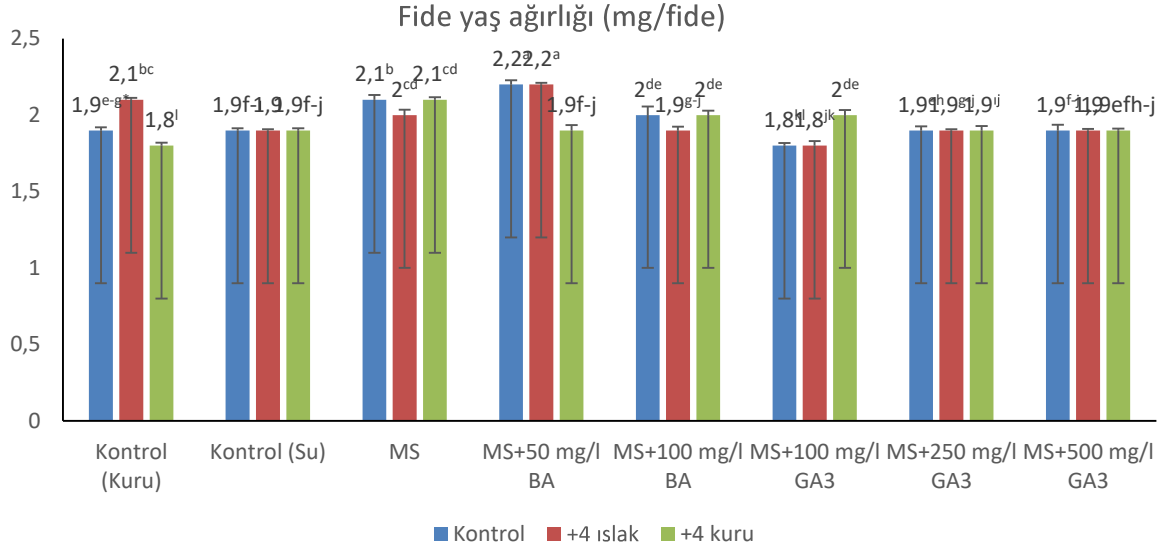
Şekil 1. *Poa pratensis* türünde farklı ön üşütme ve koşullu çimlenme uygulamalarının çimlenme yüzdesine etkisi (Dikey çubuklar, $P < 0.01$ 'de ortalama değerler \pm standart hata'yı gösterir)

Sürgün uzunluğunda; +4 °C'de ıslak ön üşütme ve MS+500 mg/L GA₃ tohum uygulaması etkili olmuştur (Şekil 2). Goatley ve Schmidt (1990), çayır salkım otu üzerinde yapraklardan uygulanan benzyladenine, Propikonazol, Triadimefon, 500 mg/L glycol kinetin ve 500 pg/L giberellin ile güçlendirilmiş deniz yosunu özütünün (0,03 ml/m²) uygulamadan sonra kök ve sürgün büyümesini önemli ölçüde arttırdığını bildirmişlerdir.



Şekil 2. *Poa pratensis* türünde farklı ön üşütme ve koşullu çimlenme uygulamalarının sürgün uzunluğuna etkisi (Dikey çubuklar, $P < 0.01$ 'de ortalama değerler \pm standart hata'yı gösterir)

Fide yaş ağırlığında kontrol ve +4 °C ön üşütme ile MS+50 mg/L BA tohum uygulamalarından yüksek değerler elde edilmiştir (Şekil 3). Bulgularımızın aksine Ma vd. (2018)'in *Leymus chinensis*'te yaptığı çalışmada; GA₃ ile tohum uygulamasının yaş ve kuru ağırlıkta belirgin bir artış sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 3. *Poa pratensis* türünde farklı ön üşütme ve koşullu çimlenme uygulamalarının fide yaş ağırlığına etkisi (Dikey çubuklar, P <0.01'de ortalama değerler ± standart hata'yı gösterir)

Çıkış çalışmaları

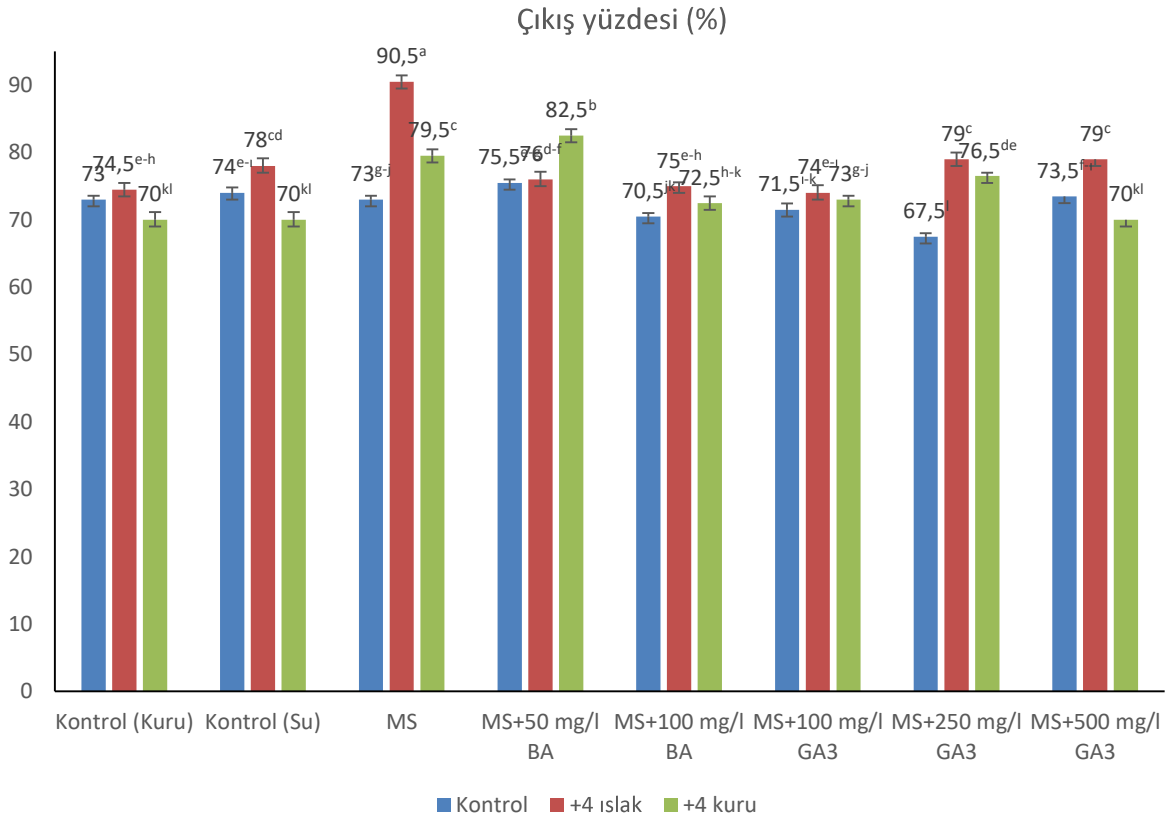
P. pratensis türünde çıkış çalışmalarında incelenen çıkış yüzdesi, sürgün uzunluğu ve yaş fide ağırlığı üzerine ön üşütme ve koşullu çimlenme uygulamalarının etkisi % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 2). Kontrol uygulamasına göre ön üşütme incelenen özellikler üzerinde olumlu etki göstermiştir. Çıkış yüzdesinde +4 °C ıslak uygulaması daha etkili olurken, sürgün uzunluğu ve yaş fide ağırlığında +4 °C kuru uygulamasından daha yüksek değerler elde edilmiştir. Öte yandan tohumların MS ile koşullu çimlendirmesi diğer uygulamalara göre çimlenme yüzdesi, sürgün uzunluğu ve yaş fide ağırlığı üzerinde olumlu etki yapmıştır.

Tablo 2. *Poa pratensis* türünde çıkış ve fide özellikleri üzerine ön ışıltme ve koşullu çimlenme uygulamalarının etkisi belirlemek için incelenen özelliklere ait varyans analiz sonuçları ve ana faktör ortalamaları arasındaki farkların analizi

Faktörler	Çıkış yüzdesi (%)	Sürgün uzunluğu (cm)	Yaş fide ağırlığı (mg/fide)
Ön ışıltme (ÖÜ)			
Kontrol (Kuru)	72.3 ^c	5.3 ^b	6.2 ^c
+4 °C ıslak	78.2 ^a	5.4 ^b	6.4 ^b
+4 °C kuru	74.2 ^b	5.7 ^a	6.9 ^a
Koşullu çimlendirme (KÇ)			
Kontrol (Kuru)	72.5 ^f	6.0 ^a	7.6 ^b
Kontrol (Su)	74.0 ^{c-e}	5.6 ^b	7.1 ^c
MS	81.0 ^a	5.9 ^a	8.2 ^a
MS+50 mg/L BA	78.0 ^b	4.7 ^e	3.9 ^f
MS+100 mg/L BA	72.6 ^{ef}	5.0 ^d	4.8 ^e
MS+100 mg/L GA3	72.8 ^{d-f}	5.2 ^c	6.3 ^d
MS+250 mg/L GA3	74.3 ^c	5.6 ^b	7.2 ^c
MS+500 mg/L GA3	74.1 ^{cd}	5.7 ^b	7.1 ^c
Varyans analizi			
ÖÜ	*	*	*
KÇ	*	*	*
ÖÜ × KÇ	*	*	*
CV%	1.96	2.71	3.05

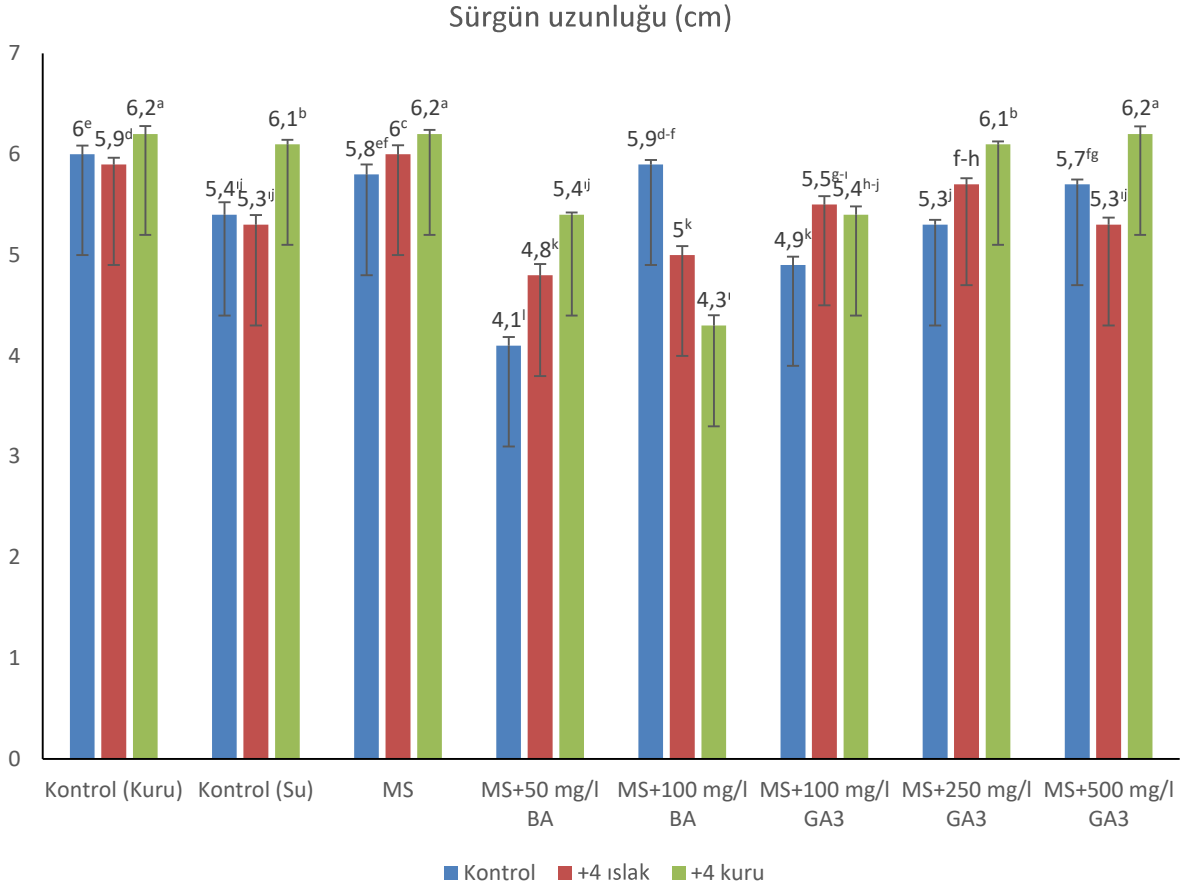
* $p \leq 0.01$ hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli. Benzer harfle gösterilen ortalamalar LSD testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Çıkış yüzdesi bakımından en yüksek değer +4 °C'de ıslak ve MS uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4). Watts (2001) tarafından bazı buğdaygil türleri üzerinde kontrollü çimlendirme uygulamalarının etkisinin araştırıldığı çalışmada, bulgularımıza benzer şekilde tohumda kontrollü çimlendirmenin yerel çim türlerinin çimlenme ve çıkış oranları etkilemek için büyük bir potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir.



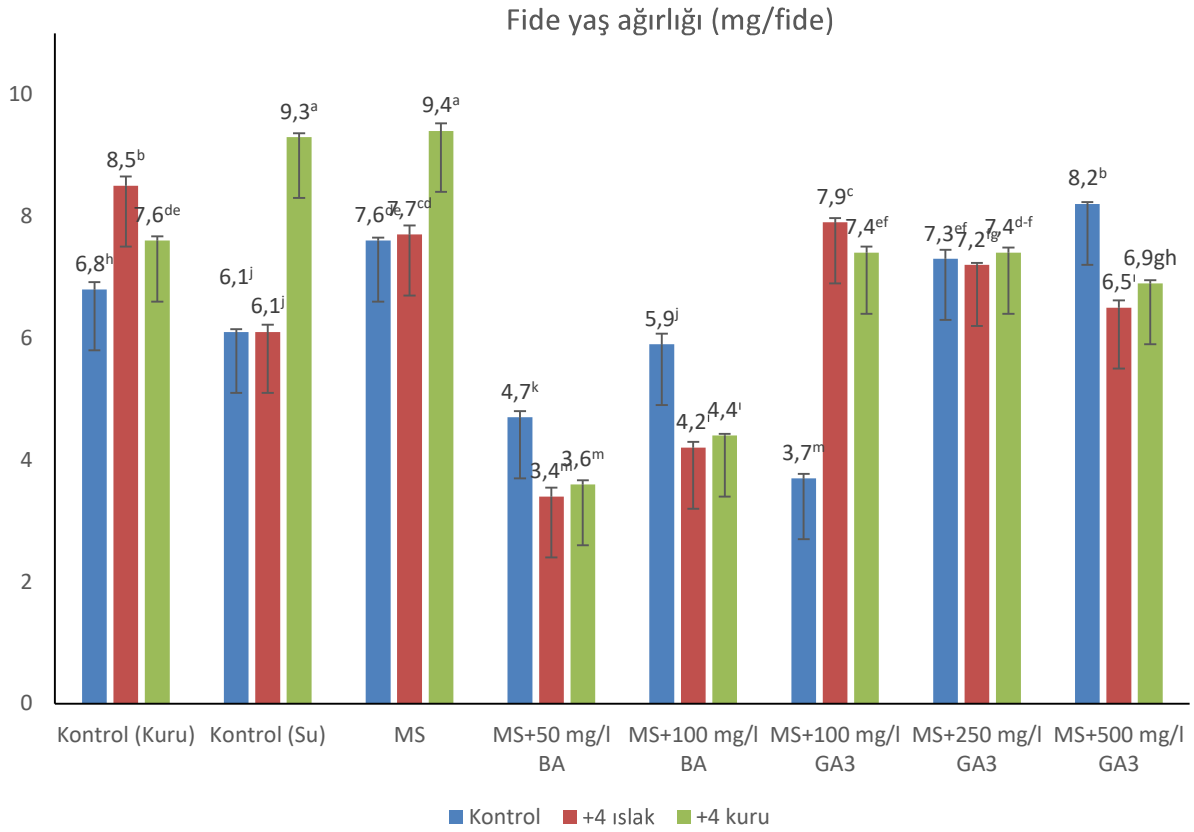
Şekil 4. *Poa pratensis* türünde farklı ön üşütme ve koşullu çimlenme uygulamalarının çıkış yüzdesine etkisi (Dikey çubuklar, $P < 0.01$ 'de ortalama değerler \pm standart hata'yı gösterir)

En yüksek sürgün uzunluğu değerleri 5,9 ve 6 cm ile kontrol (Kuru) ve MS uygulamalarında elde edilmiştir (Şekil 5). Jannin vd. (2013)'i biyoyararıcı kullanarak kolza tohumunda besin kullanım etkinliğini artırmış ve bu uygulamanın kök (+%102) ve sürgün (+%23) büyümesi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ortaya çıkarmışlardır.



Şekil 5. *Poa pratensis* türünde farklı ön üşütme ve koşullu çimlenme uygulamalarının sürgün uzunluğuna etkisi (Dikey çubuklar, $P < 0.01$ 'de ortalama değerler \pm standart hata'yı gösterir)

Bu çalışmada, +4 °C kuru ön üşütme ile su ve MS kullanılarak yapılan tohum uygulamasının fide yaş ağırlığı üzerinde olumlu etki yaptığı belirlenmiştir (Şekil 6). Ma vd. (2018)'in *Leymus chinensis*'te GA₃ ile tohum uygulama çalışmasında; 50 µm'de GA₃ muamelesinin, saksı koşullarında toprak üstü taze ve kuru ağırlığı sırasıyla %168,2 ve %108,9 ve tarla koşullarında ise %64,5 ve %126,2 oranında artırdığı görülmüştür.



Şekil 6. *Poa pratensis* türünde farklı ön üşütme ve tohum uygulamalarının fide yaş ağırlığına etkisi (Dikey çubuklar, $P < 0.01$ 'de ortalama değerler \pm standart hata'yı gösterir)

Sonuç olarak; *P. pratensis* türünün tohumlarında çimlenme, çıkış ve fide gelişimini teşvik etmek için yapılan uygulamalarda, +4 °C kuru ön üşütme uygulaması yapılan tohumların MS+50 mg/L BA koşullu çimlendirmesiyle çimlenme oranı ve +4 °C ıslak ön üşütme uygulaması yapılan tohumların MS koşullu çimlendirmesiyle de çıkış oranları sırasıyla %80 ve 90'ın üzerinde artırılmıştır. Bu değerlerin daha üzerinde çimlenme ve çıkış elde edebilmek için farklı büyüme düzenleyici, bekleme süreleri ve tohumların uygulama sonrası kurutma işlemi üzerinde durulabilir.

KAYNAKLAR

- Acemi, A. (2021). Ortam Bileşiminin Kentucky Bluegrass'ta (*Poa pratensis* L. cv. Evora) in vitro Tohum Çimlenmesi ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi. *Kommagene Biyoloji Dergisi*, 5(1), 1-6. <https://doi.org/10.31594/commagene.827909>.
- Goatley Jr, J. M., & Schmidt, R. E. (1990). Seedling Kentucky bluegrass growth responses to chelated iron and biostimulator materials. *Agronomy Journal*, 82(5), 901-905. <https://doi.org/10.2134/agronj1990.00021962008200050011x>.
- Hussain M, Farooq S, Hassan W, Ul-Allah S, Tanveer M, Farooq M, Nawaz A. (2018). Drought stress in sunflower: physiological effects and its management throughout breeding

and agronomic alternatives. *Agric. Water Manag.*, 201:152-166. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.01.028>.

Iqbal M, Ashraf M (2005). Presowing seed treatment with cytokinins and its effect on growth, photosynthetic rate, ionic levels and yield of two wheat cultivars differing in salt tolerance. *J. Integr. Plant Biol.*, 47(11):1315–1325. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2005.00163.x>.

ISTA, 2018, International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association, Basserdorf, Switzerland.

Ma, H. Y., Zhao, D. D., Ning, Q. R., Wei, J. P., Li, Y., Wang, M. M., ... & Liang, Z. W. (2018). A multi-year beneficial effect of seed priming with gibberellic acid-3 (GA3) on plant growth and production in a perennial grass, *Leymus chinensis*. *Scientific reports*, 8(1), 13214. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-31471-w>.

Murashige, T. and Skoog, F. (1962), A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum*, 15: 473-497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>.

Pill, W. G., & Finch-Savage, W. (1988). Effects of combining priming and plant growth regulator treatments on the synchronisation of carrot seed germination. *Annals of Applied Biology*, 113(2), 383-389. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1988.tb03314.x>.

Pill, W. G., & Korengel, T. K. (1997). Seed Priming Advances the Germination of Kentucky Bluegrass (*Poa pratensis* L.). *Journal of Turfgrass Management*, 2(1), 27-43. https://doi.org/10.1300/J099v02n01_03.

Pallaoro D.S., Caroline A., Avelino D., Camili E.C., Guimarães S.C. (2016). Priming corn seeds with plant growth regulator. *J. Seed Sci.*, 38 (3): 227-232. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v38n3163847>.

Springer, T.L. & Goldman, J. J. (2016). Seed germination of five *Poa* species at negative water potentials. *American Journal of Plant Sciences*, 7(3), 601-611. Doi: 10.4236/ajps.2016.73053.

Watts, J. C. (2001). The effect of seed priming on the germination, emergence, and development of five different grass species. Master of Science, Department of Plant Science, University of Manitoba, Wunipeg, Manitoba. 122 sayfa.

THE IMPORTANCE OF CROP ROTATION IN NO_TILLAGE AND SUSTAINABLE AGRICULTURE

İŞLEMSİZ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRTARIMDA ÜRÜNÜN ROTASYONUNUN ÖNEMİ

Sefa ALTIKAT

Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Iğdır/Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3472-4424>

ÖZET

Anıza doğrudan ekim, sürdürülebilir tarım uygulamaları içinde son yıllarda giderek daha fazla tercih edilen bir yöntemdir. Bu tarım tekniği, toprağı işleme gerektirmeden, hasat sonrasında kalan bitki artıklarının üzerine doğrudan ekim yapılmasını içerir. Toprak erozyonunun azaltılması, toprak neminin ve yapısının korunması gibi avantajları yanı sıra, yakıt ve işçilik maliyetlerinde önemli tasarruflar sağlaması anıza doğrudan ekimin tercih edilme sebepleri arasında sayılabilir. Ayrıca, bu yöntem, karbon ayak izini azaltmaya ve toprağın karbon tutma kapasitesini artırmaya katkıda bulunarak çevre dostu bir alternatif sunar. Ürün rotasyonu ise, anıza doğrudan ekimin başarısında önemli bir rol oynar. Rotasyonlar, toprağın besin dengesini sürdürmeye yardımcı olur, hastalık ve zararlı popülasyonlarını kontrol altında tutarak verimi artırır ve biyolojik çeşitliliği zenginleştirir. Özellikle tahıl ve baklagil rotasyonları, azot fiksasyonu yoluyla toprağa doğal olarak azot katkısında bulunur. Bu, dış gübre ihtiyacını azaltarak maliyetleri düşürürken aynı zamanda çevreye olan baskıyı da hafifletir. Bu durum, kaynakları kısıtlı olan küçük ölçekli çiftçiler için ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik açısından büyük bir avantaj sağlar. Sürdürülebilir tarımda ana hedef, çevresel, ekonomik ve sosyal faktörlerin dengesini uzun vadede koruyarak tarımsal üretimin sürekliliğini sağlamaktır. Ürün rotasyonları, toprak verimliliğini koruyarak, biyolojik çeşitliliği destekleyerek ve zararlı ile hastalık baskısını minimize ederek bu hedefe ulaşmada önemli bir araçtır. Küçük çiftliklerde, rotasyonlar, sınırlı kaynaklarla daha fazla gelir elde etme şansı sunar ve bu, tarımın sürdürülebilirliği açısından çiftçilerin kendi kendine yeten yapısını güçlendirir. Anıza doğrudan ekim ile ürün rotasyonlarının planlanmasında karşılaşılan zorluklar, arazi boyutlarından tarım ve hayvancılık entegrasyonuna, piyasa erişiminden çiftçilerin risk algısına kadar geniş bir yelpazede yer alır. Etkili bir rotasyon planlaması, çiftçilere zararlı ve hastalıklarla başa çıkma konusunda yardımcı olurken, aynı zamanda ek azot ihtiyacını doğal yollarla karşılamayı da mümkün kılar. Bu çalışmada, anıza doğrudan ekim yönteminin uygulandığı alanlarda rotasyonun toprak üzerindeki olumlu etkileri araştırılmıştır. Özellikle gübreleme ihtiyacının azalması, toprağın organik madde miktarındaki artış, biyolojik aktivitenin canlanması, toprak fiziksel özelliklerinin iyileşmesi ve yabancı ot kontrolünde sağladığı kolaylıklar, rotasyonun anıza doğrudan ekim uygulamalarına katkılarını ortaya koymuştur. Rotasyon sayesinde, çeşitli bitkilerin farklı derinlikteki kök sistemleri, toprak profilini iyileştirebilir ve suyu daha verimli kullanabilir. Ayrıca, farklı ürünlerin farklı zamanlarda ekilmesi, yabancı otların yaşam döngülerini bozarak, kontrolünü kolaylaştırır ve böylece herbisit kullanımına olan ihtiyacı azaltabilir. Sonuç olarak, anıza doğrudan ekim yönteminde ürün rotasyonunun uygulanması, tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini sağlamada hayati bir yöntemdir. Tarım uygulamalarında bu stratejik yaklaşımın benimsenmesi, çevresel etkiyi azaltırken, çiftçilerin karlılığını ve toplumun gıda güvenliğini artırmada önemli bir adım olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir tarım, ürün rotasyonu, azot fiksasyonu, biyolojik çeşitlilik, toprak yönetimi

ABSTRACT

No-tillage farming has increasingly become the method of choice within sustainable agricultural practices in recent years. This farming technique involves direct sowing of seeds into the soil without any tillage, on top of the crop residues remaining after harvest. The reduction of soil erosion, preservation of soil moisture and structure, along with significant savings on fuel and labor costs, are among the reasons for the preference for no-tillage. Additionally, this method contributes to reducing the carbon footprint and enhancing the soil's carbon sequestration capacity, offering an environmentally friendly alternative. Crop rotation plays a crucial role in the success of no-tillage. Rotations help maintain soil nutrient balance, control pest and disease populations thus increasing yield, and enrich biological diversity. In particular, cereal and legume rotations contribute natural nitrogen to the soil through nitrogen fixation. This reduces the need for external fertilizers, lowering costs and simultaneously easing the pressure on the environment. For small-scale farmers with limited resources, this provides a significant advantage in terms of economic and environmental sustainability. The primary goal of sustainable agriculture is to maintain the balance of environmental, economic, and social factors over the long term, ensuring the continuity of agricultural production. Crop rotations are an essential tool in achieving this goal by preserving soil fertility, supporting biological diversity, and minimizing pest and disease pressure. On small farms, rotations offer the opportunity to generate more income with limited resources, strengthening the self-sufficiency of farmers and the sustainability of agriculture. Planning no-tillage with crop rotations addresses a wide range of challenges, from land sizes to integration with livestock farming, market access, and farmers' risk perception. An effective rotation plan can aid farmers in dealing with pests and diseases and also naturally meet the additional nitrogen needs. This study has investigated the positive effects of rotations on soil in areas where no-tillage is practiced. Notably, the reduced need for fertilization, increased organic matter in the soil, revitalized biological activity, improved physical soil properties, and facilitation of weed control are contributions of rotation to no-tillage practices. Through rotation, the diverse root systems of various plants can improve the soil profile and use water more efficiently. Furthermore, sowing different crops at different times can disrupt the life cycles of weeds, facilitating their control and thereby reducing the need for herbicides. In conclusion, implementing crop rotation in no-tillage farming is vital for sustaining agricultural production. The adoption of this strategic approach in farming practices will significantly step forward in reducing environmental impact while increasing the profitability for farmers and enhancing food security for society.

Key Words: Sustainable agriculture, crop rotation, nitrogen fixation, biological diversity, soil management

GİRİŞ

Sürdürülebilir tarım, hem bugünkü hem de gelecek nesillerin gıda güvenliğini sağlamak ve doğal kaynakları korumak amacıyla ekosistemlerin sağlığını, toplumsal eşitliği ve ekonomik karlılığı bir arada gözeterek geliştirilen bir tarım uygulamasıdır[1]. Bu yaklaşım, çevresel bütünlüğü korumayı, sosyal adaleti desteklemeyi ve ekonomik canlılığı sürdürmeyi temel alır. Sürdürülebilir tarımın önemi, mevcut küresel zorluklar ışığında daha da belirginleşmektedir. Nüfus artışı, iklim değişikliği, su kaynaklarının azalması, toprak erozyonu ve biyoçeşitlilik kaybı gibi sorunlar, tarım pratiğinin daha sürdürülebilir yöntemlere yönelmesini zorunlu kılmaktadır [2]. Bu bağlamda, sürdürülebilir tarım uygulamaları, ekolojik döngülerin korunmasını, kaynakların yenilenebilirliğini ve çevresel zararın minimize edilmesini hedefler. Bu yaklaşım, uzun vadeli gıda güvenliği ve kırsal kalkınmanın temel taşı oluştururken, aynı zamanda iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir rol oynar[3]. Sürdürülebilir tarımın uygulanması, toprağın organik madde içeriğini artırarak, biyoçeşitliliği teşvik ederek ve ekosistemi destekleyerek gerçekleşir. Bu yaklaşım, pestisit ve sentetik gübre kullanımını azaltmayı, yerel ve yenilenebilir kaynaklardan yararlanmayı, su kaynaklarını etkin bir şekilde yönetmeyi ve enerji tüketimini optimize etmeyi içerir[4]. Akademik çalışmalar, sürdürülebilir tarım uygulamalarının, geleneksel tarım yöntemlerine kıyasla uzun vadede toprak verimliliğini ve çiftçi gelirlerini artırdığını, çevresel zararları azalttığını ve toplumsal refahı iyileştirdiğini göstermektedir. Bu nedenle, sürdürülebilir tarım, küresel gıda sistemlerinin dönüşümünde kritik bir öneme sahiptir[5].

Anıza doğrudan ekim ve ürün rotasyonu, sürdürülebilir tarım pratiğinde merkezi bir role sahiptir[6]. Bu iki yöntem, toprak sağlığını iyileştirmeyi, biyoçeşitliliği artırmayı ve tarımsal üretim sistemlerinin çevresel ayak izini azaltmayı hedefler[7]. Anıza doğrudan ekim, anızlı toprak koşullarında ekim yapılan bir tarım yöntemidir. Bu yöntem, toprak erozyonunu önlemeye, suyun daha verimli kullanılmasına ve toprak organik maddesinin korunmasına yardımcı olur[8]. Anıza doğrudan ekim, toprak yapısını iyileştirerek, suyun toprakta daha uzun süre tutulmasını ve mikrobiyal yaşamın çeşitlenmesini sağlar. Bu durum, toprağın verimliliğini ve tarımsal üretim sistemlerinin direncini artırır[9].

Bu araştırmada, sürdürülebilir tarım uygulamalarının temel bileşenleri olan anıza doğrudan ekim ve ürün rotasyonunun, toprak sağlığı, biyoçeşitlilik, su kaynaklarının korunması ve tarımsal üretim sistemlerinin çevresel etkilerinin azaltılması üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Anıza Doğrudan Ekim

Anıza doğrudan ekim yönteminin kökeni, antik çağlara kadar uzanmakla birlikte, pratiğin uygulanışı ve geniş çapta kabulü 20. yüzyılın ortalarında başlamıştır[8]. 1940'lar ve 1950'ler boyunca, özellikle toprak erozyonunun önemli bir problem teşkil ettiği alanlarda, toprak kaybını minimize etme yöntemleri arasında anıza doğrudan ekim yöntemi öne çıkmıştır[10]. 1970'lerin petrol krizi, enerji maliyetlerindeki artışa ve çevresel bilincin güçlenmesine yol açmış, bu da toprak işleme uygulamalarının azaltılması yönünde arayışları hızlandırmıştır. Bu süreçte, anıza doğrudan ekim teknolojileri ve metodolojileri geliştirilmiş ve geniş çapta uygulanır hale gelmiştir[11].

Anıza doğrudan ekimin yaygınlaşmasında, toprak sağlığının korunması ve iyileştirilmesi, su kaynaklarının daha etkin kullanımı, iş gücü ve yakıt tüketiminin azaltılması gibi avantajlar kritik öneme sahip olmuştur[12]. Buna ilaveten, küresel iklim değişikliğiyle mücadele

bağlamında, karbon kapasitesinin artırılmasının gerekliliği, bu yöntemin benimsenmesine katkıda bulunmuştur[13].

Gelişen teknoloji ve tarım makinaları, anıza doğrudan ekim uygulamalarını daha verimli ve uygulanabilir kılmıştır. Özel olarak geliştirilmiş ekim makinaları, toprağı minimum seviyede işleyerek, tohumların doğrudan anız altına yerleştirilmesini mümkün kılmaktadır[14]. Günümüzde, sürdürülebilir tarım uygulamalarının bir bileşeni olarak, küresel çapta birçok ülkede anıza doğrudan ekim yöntemi benimsenmiş ve uygulanmaktadır[15]. Bu yöntem, suyun sınırlı olduğu, erozyonun ciddi bir risk oluşturduğu ve organik madde içeriğinin düşük olduğu topraklarda artan bir tercih olarak ön plana çıkmaktadır[16].

Anıza doğrudan ekim yönteminin avantajlarının başında, toprak erozyonunun önemli ölçüde azaltılması gelir. Doğrudan ekim, toprağın yapısını koruyarak rüzgar ve su erozyonuna karşı daha dirençli hale getirir. Bu durum, özellikle erozyonun ciddi bir problem olduğu bölgeler için büyük önem taşır[17]. Ayrıca, bu yöntem su tasarrufu sağlar; çünkü bitki artıkları toprağın üzerini örterek buharlaşmayı azaltır ve bu da özellikle kıt su kaynaklarına sahip bölgelerde kritik bir avantajdır[18]. Toprak sağlığının iyileştirilmesi de doğrudan ekimin bir başka avantajıdır. Toprak işleme yapılmadığı için, toprak yapısı korunur ve mikrobiyal faaliyetler teşvik edilir, bu da uzun vadede toprağın verimliliğini artırır[19]. Karbondioksit emisyonlarının azaltılması, bu yöntemin çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir yararındır[20]. Toprağı işleme gerektirmemesi, fosil yakıtların kullanımını azaltır ve bu da karbondioksit emisyonlarını düşürür. Son olarak, zaman ve işgücü tasarrufu, özellikle büyük tarım işletmeleri için önemli bir maliyet avantajı sağlar[21].

Bu avantajlarına rağmen, anıza doğrudan ekimin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunların başında zararlı ve hastalıkların artış riski gelir. Bitki artıkları, zararlıların ve patojenlerin üremesi için uygun bir ortam sağlayabilir. Bu, özellikle ürün rotasyonu yapılmayan alanlarda bir problem olabilir[22]. Herbisit kullanımının artması, yabancı ot kontrolü için daha fazla kimyasal kullanımı gerektirebilir. Bu durum, hem maliyetleri artırabilir hem de çevresel etkilere yol açabilir[16]. Toprak sıcaklığının düşük kalması, bitki artıklarının toprağı örtmesi nedeniyle toprağın ısınmasını geciktirebilir, bu da bazı iklimlerde ekim zamanının gecikmesine neden olabilir[23]. Ayrıca, anıza doğrudan ekim, özellikle yeni başlayanlar için başlangıç maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle zorlayıcı olabilir. Gereken özel ekipman ve yöntem uyum sağlama süreci, bazı üreticiler için engel teşkil edebilir[24].

Ürün Rotasyonu

Ürün rotasyonu, farklı türdeki bitkilerin, genellikle zaman içinde belirli bir sırayla ve plan dahilinde, aynı tarla üzerinde ekilmesi olarak tanımlanır[25]. Bu yöntem, toprak sağlığını iyileştirmek, zararlılar ve hastalıkların kontrol altına alınması, yabancı ot baskısının azaltılması ve genel olarak ekosistem çeşitliliğinin artırılması gibi çeşitli avantajlar sağlar[26]. Ürün rotasyonu, toprakta besin maddelerinin daha dengeli kullanımını teşvik eder ve toprağın verimliliğini sürdürülebilir bir şekilde korumaya yardımcı olur. Ayrıca, belirli bitkiler toprakta belirli besin maddelerini tükettiğinden, farklı bitki türlerini dönüşümlü olarak yetiştirmek toprağın doğal olarak yenilenmesine ve bitki besin maddelerinin dengesinin korunmasına olanak tanır[27].

Ürün rotasyonunun kökenleri, tarımın başlangıcına kadar uzanır ve binlerce yıl öncesine dayanır. Antik zamanlarda çiftçiler, belirli bitkilerin toprak üzerindeki etkilerini ve diğer bitkilerle olan ilişkilerini gözlemleyerek bu bilgiyi tarım uygulamalarına entegre etmişlerdir.

Ancak, ürün rotasyonunun sistematik olarak uygulanması ve teorisinin geliştirilmesi, Orta Çağ Avrupası'nda daha belirgin hale gelmiştir[28]. Orta Çağ'da, özellikle Avrupa'da, üç alan sistemi olarak bilinen bir rotasyon sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem, arazinin üç parçaya bölünmesini ve her yıl bu parçalardan birinin nadasa bırakılmasını, diğer ikisinde ise farklı ürünlerin ekilmesini öngörüyordu. Bu yöntem, toprağın dinlenmesine ve besin maddelerinin yenilenmesine olanak tanıyarak, tarımsal verimliliği artırmıştır[29].

Sanayi devrimi ile birlikte, tarım uygulamaları ve teknikleri büyük bir dönüşüm geçirdi. Kimyasal gübrelerin ve pestisitlerin geliştirilmesi, bazı çiftçilerin ürün rotasyonuna olan ihtiyacı azalttığını düşüncelerine neden oldu. Ancak, zamanla, yoğun kimyasal kullanımının toprak sağlığı ve ekosistem üzerindeki olumsuz etkileri daha belirgin hale geldi. Bu durum, 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren sürdürülebilir tarım uygulamalarına ve dolayısıyla ürün rotasyonunun yeniden canlandırılmasına yönelik artan bir ilgiyi teşvik etti[30]. Günümüzde, ürün rotasyonu, hem geleneksel hem de organik tarım sistemlerinde önemli bir yönetim aracı olarak kabul edilmektedir. Çiftçiler ve araştırmacılar, toprağın sağlığını iyileştirmek, zararlı ve hastalık baskısını azaltmak ve tarımsal sürdürülebilirliği artırmak için çeşitli rotasyon stratejileri geliştirmeye devam etmektedir[31].

Ürün rotasyonunun avantajları, toprak sağlığının iyileştirilmesinden zararlı organizmaların kontrol altına alınmasına kadar geniş bir yelpazeyi kapsar. Bu yöntem, farklı bitkilerin topraktan farklı besin maddeleri kullanması ve bazı durumlarda toprağa besin maddeleri eklemesi nedeniyle toprak verimliliğini artırır. Bitkiler arasındaki bu değişim, toprağın besin maddesi profilini dengeler ve uzun vadede toprağın tükenmesini önler[32]. Ayrıca, ürün rotasyonu, belirli zararlılar ve hastalıkların birikimini önler, çünkü her bitki türü genellikle farklı zararlı ve hastalıklara ev sahipliği yapar. Rotasyon, zararlıların ve patojenlerin yaşam döngülerini bozar ve popülasyonlarının kontrol altında tutulmasına yardımcı olur[33]. Ürün çeşitliliği aynı zamanda yabancı ot kontrolünde de yardımcı olabilir, çünkü farklı bitkiler yabancı otlarla rekabet eder ve bunların gelişimini sınırlayabilir. Ek olarak, ürün rotasyonu, toprak erozyonunu azaltmaya yardımcı olur[34]. Bununla birlikte, ürün rotasyonunun bazı dezavantajları da vardır. Öncelikle, etkili bir rotasyon planı oluşturmak, çiftçilerden önemli bir planlama ve bilgi birikimi gerektirir. Farklı bitkilerin toprak, iklim ve pazar talepleri hakkında derinlemesine bilgi sahibi olmak gerekir[31]. Ayrıca, bazı bitkiler için gerekli olan özel ekipmanın maliyeti yüksek olabilir ve bu durum, özellikle küçük ölçekli çiftçiler için bir engel teşkil edebilir. Rotasyon, bazı durumlarda, kısa vadede gelirden dalgalanmalara neden olabilir, çünkü tüm mahsuller aynı piyasa değerine sahip olmayabilir[35]. Son olarak, rotasyonun başarılı olabilmesi için yeterli araziye sahip olmak gerekebilir, bu da her çiftçinin uygulayabileceği bir yöntem olmayabilir[27].

Sürdürülebilir tarım sistemlerinde ürün rotasyonu, çevresel etkiyi minimize etmeyi, toprak sağlığını korumayı ve uzun vadeli verimlilik ile ekonomik canlılığı desteklemeyi hedefler. Bu sistemlerde, rotasyon uygulamaları dikkatlice planlanır ve genellikle toprak, bitki, hayvan ve çevre arasındaki doğal ilişkileri destekleyen holistik bir yaklaşımı yansıtır[28]. Sürdürülebilir tarım sistemlerinde, toprak sağlığını iyileştirmek ürün rotasyonunun temel amaçlarından biridir. Farklı bitkilerin sırayla ekilmesi, toprağın besin maddesi dengesini iyileştirir ve toprak yapısını korur. Örneğin, azot bağlayıcı baklagiller (fasulye, bezelye, mercimek gibi) bir sezon ekildiğinde, sonraki sezon ekilecek bitkiler için doğal bir azot kaynağı sağlarlar. Bu, kimyasal gübre ihtiyacını azaltır ve toprağın doğal verimliliğini artırır[36]. Ürün rotasyonu, zararlı böceklerin, hastalıkların ve yabancı otların yönetiminde önemli bir rol oynar. Farklı bitkilerin

yetiştirilmesi, belirli zararlılar ve hastalıklar için sürekli bir yaşam alanı sunmaz, bu da zararlı popülasyonlarının doğal kontrolünü sağlar. Ayrıca, farklı bitkilerin farklı yabancı ot baskılarına neden olması, yabancı ot kontrolünde kimyasal kullanımını azaltmaya yardımcı olur. Örneğin; mısır ve soya fasulyesi rotasyonu, mısır kök kurdu gibi zararlıların popülasyonunu kontrol altında tutmak için sıkça kullanılır. Mısır kök kurdu, mısırdaki üreyebilir, ancak soya fasulyesinde üreyemez. Mısır ekildiğinde kök kurtlarına ev sahipliği yapar, ancak ertesi yıl soya fasulyesi ekildiğinde, bu zararlı için uygun bir besin kaynağı veya üreme ortamı bulunmaz. Bu döngüsel değişim, zararlı popülasyonunun kontrol altında tutulmasına yardımcı olur[37]. Patates ve buğday rotasyonu, patates için özgü toprakta yaşayan hastalıkların kontrolünde etkilidir. Patates solgunluğu (*Verticillium dahliae*) gibi bazı toprak hastalıkları, belirli bitkilerde yoğunlaşabilir. Buğday gibi farklı bir bitki ekildiğinde, bu hastalığın patojenleri için bir konakçı bulunmaz ve toprakta patojen baskısı zamanla azalır. Bu durum, hastalığın yayılma riskini azaltır ve patatesin sağlıklı büyümesine olanak tanır[38]. Mısır ile örtü bitkileri (örneğin, çavdar veya yulaf) arasındaki rotasyon, yabancı ot kontrolünde kullanılabilir. Örtü bitkileri, kış boyunca veya ana mahsuller arasında ekilir ve yoğun bitki örtüsü oluşturarak yabancı otların büyümesini fiziksel olarak engeller. Örtü bitkileri ayrıca yabancı ot tohumlarının çimlenmesini engelleyebilecek allelopatik maddeler salgılayabilir. Ertesi sezon mısır ekildiğinde, örtü bitkileri zaten yabancı ot baskısını azaltmış olur, bu da kimyasal herbisit ihtiyacını önemli ölçüde azaltır[39].

Anıza Doğrudan Ekim ve Ürün Rotasyonunun Sürdürülebilir Tarımda Kullanımı

Anıza doğrudan ekim yöntemi ile uygulanan ürün rotasyonu, tarımsal üretkenliği artırırken çevresel sürdürülebilirliği de destekleyen bir yaklaşımdır. Bu strateji, toprağın uzun vadeli sağlığını korumak ve tarım ekosistemlerinin direncini artırmak için önemlidir[28]. Anıza doğrudan ekim yönteminde uygulanan ürün rotasyonu çeşitliliği, toprağın sağlığını iyileştirmeye ve tarımsal üretimde sürdürülebilirliği artırmaya yönelik önemli bir stratejidir. Bu yöntemde bazı popüler rotasyon örnekleri şunlardır;

Baklagiller ve Tahıllar: Baklagil bitkiler, havadan azot bağlama özelliği sayesinde toprağa doğal bir gübre sağlarlar. Bu, sonraki ekimler için, özellikle de azot ihtiyacı yüksek olan tahıl mahsulleri için, toprakta besin maddesi seviyelerini iyileştirir. Soya fasulyesi gibi baklagillerden sonra mısır veya buğday gibi tahılların ekilmesi, toprakta azot seviyesini doğal yollarla artırabilir[40].

Örtü Bitkileri: Örtü bitkileri, örneğin çavdar veya yulaf, anıza doğrudan ekim yönteminde ürün rotasyonunun bir parçası olarak kullanıldığında, birçok fayda sağlar. Toprağın erozyona uğramasını önler, yabancı ot kontrolüne yardımcı olur ve toprağın su tutma kapasitesini ve genel sağlığını iyileştirir. Örtü bitkileri, ayrıca toprağın biyolojik çeşitliliğini artırarak zararlılara karşı daha dayanıklı bir ortam oluşmasını sağlar[39].

Mısır-Soya-Buğday: Bu rotasyon modeli, özellikle Kuzey Amerika'da yaygındır ve mısır ile soya arasındaki yüksek ekonomik getiri potansiyeli ile buğdayın toprak sağlığı üzerindeki olumlu etkilerini birleştirir. Bu döngü, toprağın sürekli olarak farklı türde mahsullerle kullanılmasını sağlayarak toprak sağlığını korur ve ekim alanının verimliliğini maksimize eder[41].

SONUÇ

Anıza doğrudan ekim ve sürdürülebilir tarım uygulamalarında ürün rotasyonunun uygulanması, toprak sağlığının korunması, biyoçeşitliliğin artırılması ve tarımsal üretim sistemlerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından hayati öneme sahiptir. Anıza doğrudan ekim, toprak erozyonunu azaltma, suyun daha verimli kullanımı ve toprakta karbon bitikimi gibi ekolojik faydalar sunarken, ürün rotasyonu toprak verimliliğini artırma, zararlılar ve hastalıklarla mücadele ve yabancı ot baskısını azaltma gibi avantajlar sağlamaktadır.

Bu iki uygulamanın entegrasyonu, sürdürülebilir tarımın temel prensiplerinden birini oluşturur ve ekosistem tabanlı bir yaklaşımı temsil eder. Bu yaklaşım, kısa vadeli kazançların ötesine geçerek, uzun vadeli tarımsal üretkenliği ve çevre ye olan duyarlılığın artmasına yardımcı olur. Ürün rotasyonu, toprağın doğal yapısını ve işlevselliğini koruyarak, tarımın ekolojik ayak izini azaltır ve aynı zamanda çiftçilere ekonomik sürdürülebilirlik sağlar.

Anıza doğrudan ekim ve ürün rotasyonunun başarılı bir şekilde entegre edilmesi, karmaşık bir planlama ve yönetim süreci gerektirir. Bu süreçte, iklim koşulları, toprak özellikleri ve pazar talepleri gibi çeşitli faktörler dikkate alınmalıdır. Ayrıca, çiftçilerin bu yöntemlere adapte olmaları için eğitim ve kaynaklara erişim, kritik öneme sahiptir. Bu adaptasyon süreci, devlet politikaları, araştırma kurumları ve tarım danışmanlık hizmetlerinin desteği ile kolaylaştırılabilir.

Sonuç olarak, anıza doğrudan ekim ve ürün rotasyonunun entegre edilmesi, sürdürülebilir tarımın ilerlemesi için stratejik bir yaklaşımdır. Bu uygulamalar, ekosistem sağlığını koruma ve tarımsal üretkenliği artırma potansiyeline sahip olduğundan, gelecek nesiller için gıda güvenliğini sağlamanın yanı sıra, doğal kaynaklarını koruma çabalarında da merkezi bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilir tarım uygulamalarının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması hem ulusal hem de uluslararası düzeyde, tarımsal araştırma ve politika gündemlerinin en önünde yer almalıdır. Bu yaklaşımların başarısı, ekolojik dengenin korunmasında ve sürdürülebilir bir geleceğin inşasında hayati önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Rehman, A.; Farooq, M.; Lee, D.-J.; Siddique, K.H.M. Sustainable agricultural practices for food security and ecosystem services. *Environmental Science and Pollution Research* **2022**, 29, 84076-84095, doi:10.1007/s11356-022-23635-z.
2. Boretti, A.; Rosa, L. Reassessing the projections of the World Water Development Report. *npj Clean Water* **2019**, 2, 15, doi:10.1038/s41545-019-0039-9.
3. Muhie, S.H. Novel approaches and practices to sustainable agriculture. *Journal of Agriculture and Food Research* **2022**, 10, 100446, doi:https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100446.
4. Edlinger, A.; Garland, G.; Hartman, K.; Banerjee, S.; Degruno, F.; García-Palacios, P.; Hallin, S.; Valzano-Held, A.; Herzog, C.; Jansa, J.; et al. Agricultural management and pesticide use reduce the functioning of beneficial plant symbionts. *Nature Ecology & Evolution* **2022**, 6, 1145-1154, doi:10.1038/s41559-022-01799-8.
5. Pattnaik, B.K.; Sahu, C.; Choudhury, S.; Santra, S.C.; Moulick, D. Importance of Soil Management in Sustainable Agriculture. In *Climate-Resilient Agriculture, Vol 1: Crop Responses and Agroecological Perspectives*, Hasanuzzaman, M., Ed.; Springer International Publishing: Cham, 2023; pp. 487-511.

6. He, H.-m.; Liu, L.-n.; Munir, S.; Bashir, N.H.; Wang, Y.; Yang, J.; Li, C.-y. Crop diversity and pest management in sustainable agriculture. *Journal of Integrative Agriculture* **2019**, *18*, 1945-1952, doi:[https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62689-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62689-4).
7. Yang, T.; Siddique, K.H.M.; Liu, K. Cropping systems in agriculture and their impact on soil health-A review. *Global Ecology and Conservation* **2020**, *23*, e01118, doi:<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01118>.
8. Nishiura, Y.; Wada, T. Rice Cultivation by Direct Seeding into Untilled Dry Paddy Stubble: Proposal of a New Seeding Method and Germination Rate with That. *Engineering in Agriculture, Environment and Food* **2012**, *5*, 65-70, doi:[https://doi.org/10.1016/S1881-8366\(12\)80016-4](https://doi.org/10.1016/S1881-8366(12)80016-4).
9. El-Beltagi, H.S.; Basit, A.; Mohamed, H.I.; Ali, I.; Ullah, S.; Kamel, E.A.R.; Shalaby, T.A.; Ramadan, K.M.A.; Alkhateeb, A.A.; Ghazzawy, H.S. Mulching as a Sustainable Water and Soil Saving Practice in Agriculture: A Review. *Agronomy* **2022**, *12*, 1881.
10. Zhou, W.; Guo, Z.; Chen, J.; Jiang, J.; Hui, D.; Wang, X.; Sheng, J.; Chen, L.; Luo, Y.; Zheng, J.; et al. Direct seeding for rice production increased soil erosion and phosphorus runoff losses in subtropical China. *Science of The Total Environment* **2019**, *695*, 133845, doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133845>.
11. Painter, D.S. Oil and Geopolitics: The Oil Crises of the 1970s and the Cold War. *Historical Social Research / Historische Sozialforschung* **2014**, *39*, 186-208.
12. Lehmann, J.; Bossio, D.A.; Kögel-Knabner, I.; Rillig, M.C. The concept and future prospects of soil health. *Nature Reviews Earth & Environment* **2020**, *1*, 544-553, doi:[10.1038/s43017-020-0080-8](https://doi.org/10.1038/s43017-020-0080-8).
13. Li, M.; He, N. Carbon intensity of global existing and future hydropower reservoirs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **2022**, *162*, 112433, doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112433>.
14. Saldukaitė-Sribikė, L.; Šarauskius, E.; Buragienė, S.; Adamavičienė, A.; Velička, R.; Kriaučiūnienė, Z.; Savickas, D. Effect of Tillage and Sowing Technologies Nexus on Winter Wheat Production in Terms of Yield, Energy, and Environment Impact. *Agronomy* **2022**, *12*, 2713.
15. Hurduzeu, G.; Pânzaru, R.L.; Medelete, D.M.; Ciobanu, A.; Enea, C. The Development of Sustainable Agriculture in EU Countries and the Potential Achievement of Sustainable Development Goals Specific Targets (SDG 2). *Sustainability* **2022**, *14*, 15798.
16. Ogle, S.M.; Alsaker, C.; Baldock, J.; Bernoux, M.; Breidt, F.J.; McConkey, B.; Regina, K.; Vazquez-Amabile, G.G. Climate and Soil Characteristics Determine Where No-Till Management Can Store Carbon in Soils and Mitigate Greenhouse Gas Emissions. *Scientific Reports* **2019**, *9*, 11665, doi:[10.1038/s41598-019-47861-7](https://doi.org/10.1038/s41598-019-47861-7).
17. Wilczewski, E.; Gałęzewski, L. Effect of Sowing Method on Yield of Different Plants Grown as a Catch Crop. *Sustainability* **2023**, *15*, 14829.
18. Lu, C.; He, J. Reduced and No-Till Farming. In *Encyclopedia of Smart Agriculture Technologies*, Zhang, Q., Ed.; Springer International Publishing: Cham, 2022; pp. 1-7.
19. Wang, L.; Lu, P.; Feng, S.; Hamel, C.; Sun, D.; Siddique, K.H.M.; Gan, G.Y. Strategies to improve soil health by optimizing the plant–soil–microbe–anthropogenic activity nexus. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **2024**, *359*, 108750, doi:<https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108750>.
20. Mooney, S.J.; Sjogersten, S. Greenhouse gas emissions rise due to tillage. *Nature Food* **2022**, *3*, 246-246, doi:[10.1038/s43016-022-00491-1](https://doi.org/10.1038/s43016-022-00491-1).
21. Peixoto, D.S.; Silva, L.d.C.M.d.; Melo, L.B.B.d.; Azevedo, R.P.; Araújo, B.C.L.; Carvalho, T.S.d.; Moreira, S.G.; Curi, N.; Silva, B.M. Occasional tillage in no-tillage systems: A global meta-analysis. *Science of The Total Environment* **2020**, *745*, 140887, doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140887>.

22. Su, Y.; Gabrielle, B.; Makowski, D. A global dataset for crop production under conventional tillage and no tillage systems. *Scientific Data* **2021**, 8, 33, doi:10.1038/s41597-021-00817-x.
23. Yu, L.; Liu, Y.; Bu, K.; Wang, W.J.; Zhang, S. Soil temperature mitigation due to vegetation biophysical feedbacks. *Global and Planetary Change* **2022**, 218, 103971, doi:https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2022.103971.
24. Zhang, S.; Bai, J.; Zhang, G.; Xia, Z.; Wu, M.; Lu, H. Negative effects of soil warming, and adaptive cultivation strategies of maize: A review. *Science of The Total Environment* **2023**, 862, 160738, doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160738.
25. Fenz, S.; Neubauer, T.; Friedel, J.K.; Wohlmuth, M.-L. AI- and data-driven crop rotation planning. *Computers and Electronics in Agriculture* **2023**, 212, 108160, doi:https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108160.
26. Smith, M.E.; Vico, G.; Costa, A.; Bowles, T.; Gaudin, A.C.M.; Hallin, S.; Watson, C.A.; Alarcón, R.; Berti, A.; Blecharczyk, A.; et al. Increasing crop rotational diversity can enhance cereal yields. *Communications Earth & Environment* **2023**, 4, 89, doi:10.1038/s43247-023-00746-0.
27. Tanveer, A.; Ikram, R.M.; Ali, H.H. Crop Rotation: Principles and Practices. In *Agronomic Crops: Volume 2: Management Practices*, Hasanuzzaman, M., Ed.; Springer Singapore: Singapore, 2019; pp. 1-12.
28. Bowles, T.M.; Mooshammer, M.; Socolar, Y.; Calderón, F.; Cavigelli, M.A.; Culman, S.W.; Deen, W.; Drury, C.F.; Garcia y Garcia, A.; Gaudin, A.C.M.; et al. Long-Term Evidence Shows that Crop-Rotation Diversification Increases Agricultural Resilience to Adverse Growing Conditions in North America. *One Earth* **2020**, 2, 284-293, doi:https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.02.007.
29. Fox, H.S.A. The Alleged Transformation from Two-Field to Three-Field Systems in Medieval England. *The Economic History Review* **1986**, 39, 526-548, doi:10.2307/2596482.
30. Chu, A.C.; Peretto, P.F.; Wang, X. Agricultural revolution and industrialization. *Journal of Development Economics* **2022**, 158, 102887, doi:https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2022.102887.
31. Barbieri, P.; Pellerin, S.; Nesme, T. Comparing crop rotations between organic and conventional farming. *Scientific Reports* **2017**, 7, 13761, doi:10.1038/s41598-017-14271-6.
32. Yang, X.; Xiong, J.; Du, T.; Ju, X.; Gan, Y.; Li, S.; Xia, L.; Shen, Y.; Pacenka, S.; Steenhuis, T.S.; et al. Diversifying crop rotation increases food production, reduces net greenhouse gas emissions and improves soil health. *Nature Communications* **2024**, 15, 198, doi:10.1038/s41467-023-44464-9.
33. Zohry, A.; Ouda, S. Crop Rotation Defeats Pests and Weeds. In *Crop Rotation: An Approach to Secure Future Food*, Ouda, S., Zohry, A.E.-H., Noreldin, T., Eds.; Springer International Publishing: Cham, 2018; pp. 77-88.
34. Sharma, G.; Shrestha, S.; Kunwar, S.; Tseng, T.-M. Crop Diversification for Improved Weed Management: A Review. *Agriculture* **2021**, 11, 461.
35. Xie, W.; Zhu, A.; Ali, T.; Zhang, Z.; Chen, X.; Wu, F.; Huang, J.; Davis, K.F. Crop switching can enhance environmental sustainability and farmer incomes in China. *Nature* **2023**, 616, 300-305, doi:10.1038/s41586-023-05799-x.
36. M. Tahat, M.; M. Alananbeh, K.; A. Othman, Y.; I. Leskovar, D. Soil Health and Sustainable Agriculture. *Sustainability* **2020**, 12, 4859.
37. Neupane, A.; Bulbul, I.; Wang, Z.; Lehman, R.M.; Nafziger, E.; Marzano, S.-Y.L. Long term crop rotation effect on subsequent soybean yield explained by soil and root-associated microbiomes and soil health indicators. *Scientific Reports* **2021**, 11, 9200, doi:10.1038/s41598-021-88784-6.

38. Larkin, R.P.; Honeycutt, C.W.; Olanya, O.M.; Halloran, J.M.; He, Z. Impacts of Crop Rotation and Irrigation on Soilborne Diseases and Soil Microbial Communities. In *Sustainable Potato Production: Global Case Studies*, He, Z., Larkin, R., Honeycutt, W., Eds.; Springer Netherlands: Dordrecht, 2012; pp. 23-41.
39. Adetunji, A.T.; Ncube, B.; Mulidzi, R.; Lewu, F.B. Management impact and benefit of cover crops on soil quality: A review. *Soil and Tillage Research* **2020**, *204*, 104717, doi:<https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104717>.
40. Muthuraman, Y.; Muthaiyan, P.; Pandurangan, G. Role of Legumes in Improving Soil Fertility Status. In *Legume Crops*, Mirza, H., Ed.; IntechOpen: Rijeka, 2020; p. Ch. 2.
41. Janovicek, K.; Hooker, D.; Weersink, A.; Vyn, R.; Deen, B. Corn and soybean yields and returns are greater in rotations with wheat. *Agronomy Journal* **2021**, *113*, 1691-1711, doi:<https://doi.org/10.1002/agj2.20605>.

THE ROLE AND SIGNIFICANCE OF THE NO-TILLAGE IN SUSTAINABLE AGRICULTURAL PRODUCTION

ANIZA DOĞRUDAN EKİM YÖNTEMİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMSAL ÜRETİMDEKİ ROLÜ VE ÖNEMİ

Prof. Dr. Sefa ALTIKAT

Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Iğdır/Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3472-4424>

ÖZET

Anıza doğrudan ekim yöntemi, son yıllarda tarım sektöründe önemli bir dönüşüm aracı olarak öne çıkmıştır. 1990'ların başından itibaren giderek artan bir ilgiyle karşılaşan bu yöntem, küresel ekilebilir alanların yaklaşık %12.5'inde uygulanmaya başlamıştır. Bu yöntemin temel özelliği, sürdürülebilir tarım uygulamalarına katkıda bulunmasının yanı sıra, çevresel ve ekonomik faydaların bir arada sunulmasıdır. Anıza doğrudan ekimin başlıca avantajlarından biri erozyon kontrolüdür. Bu yöntemle, toprak yüzeyi tamamen korunur ve su erozyonu ile rüzgâr erozyonunun önüne geçilir. Ayrıca, toprak organik karbon seviyelerindeki artış toprak kalitesini iyileştirirken, su infiltrasyonunun ve su tutma kapasitesinin artmasıyla kurak dönemlerde bile su verimliliği sağlar. Yakıt tasarrufu da anıza doğrudan ekim yönteminin ekonomik avantajlarından biridir, zira daha az işlem gerektirdiğinden yakıt tüketimi azalır. Ancak, anıza doğrudan ekim uygulaması sırasında karşılaşılan zorluklar da bulunmaktadır. Toprak verimliliği, hastalık ve zararlı yönetimi gibi agronomik sorunlar, yöntemin her bölgede aynı başarıyla uygulanamayacağını ortaya koymaktadır. Özellikle, toprak yapısının ve iklim koşullarının farklılık gösterdiği bölgelerde, anıza doğrudan ekim yönteminin etkinliği değişkenlik gösterebilir. Ekonomik maliyetler, özellikle başlangıç yatırımları ve gerekli ekipman ve girdi maliyetleri, bu yöntemin geniş çapta benimsenmesinde önemli engeller arasında yer alır. Bu yöntemin başarısında kritik bir öneme sahip olan faktörlerden biri de yöreye uygun anıza doğrudan ekim yöntemlerinin geliştirilmesidir. Bu bağlamda, yerel koşullara uygun uygulama stratejilerinin belirlenmesi ve bu stratejilerin geliştirilmesi büyük önem taşır. Çiftçilere yönelik eğitim programları, yöntemin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için gerekli bilgi ve teknolojinin yayılmasında hayati bir rol oynamaktadır. Çiftçilerin, anıza doğrudan ekim yönteminin avantajları, uygulama teknikleri ve karşılaşılabilecek zorluklar hakkında bilgilendirilmesi, yöntemin etkin bir şekilde benimsenmesini sağlar. Sonuç olarak, anıza doğrudan ekim yöntemi, tarımın sürdürülebilirliğine katkıda bulunabilecek önemli bir araçtır. Bu yöntem, çevresel ve ekonomik faydaların yanı sıra, toprak sağlığını ve verimliliğini koruma potansiyeline sahiptir. Ancak, agronomik, ekonomik ve sosyal zorlukların üstesinden gelinmesi; yerel koşullara uygun stratejilerin geliştirilmesi ve çiftçilerin bu sistemlere geçişini destekleyecek politika önlemleri ve eğitim programlarının hayata geçirilmesi gerekmektedir. Bu zorlukların aşılmasıyla birlikte, anıza doğrudan ekim yöntemi, giderek artan bir şekilde benimsenebilir ve tarım sektöründe sürdürülebilirliğin sağlanmasında kritik bir rol oynayabilir. Bu çalışma, anıza doğrudan ekim yönteminin faydalarını ve uygulanırken karşılaşılan zorlukları detaylandırarak, yöntemin daha yaygın olarak benimsenmesi için atılması gereken adımları incelemektedir. Bu çerçevede, çiftçilerin yönetime uyum sağlama sürecinde önem verilmesi

gereken hususlar, yöntemin başarılı bir şekilde uygulanmasını ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının geliştirilmesini sağlama açısından kritik öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Anıza doğrudan ekim, sürdürülebilir tarım, erozyon, tarım sektöründe dönüşüm, çiftçi eğitimi, toprak kalitesi

ABSTRACT

The stubble no-tillage systems have emerged as an important transformation tool in the agricultural sector in recent years. This method, which has attracted increasing interest since the early 1990s, has started to be applied in approximately 12.5% of global arable areas. The main feature of this method is that it provides environmental and economic benefits together, as well as contributing to sustainable agricultural practices. It protects soil health and fertility by preventing soil loss, which is common in conventional agricultural methods. With this method, the soil surface is completely protected and water erosion and wind erosion are prevented. Additionally, the increase in soil organic carbon levels improves soil quality and provides water efficiency even during dry periods by increasing water infiltration and water retention capacity. Fuel saving is also one of the economic advantages of the no-tillage method, as less processing is required and fuel consumption is reduced. However, there are also difficulties encountered during the application of no-tillage. Agronomic problems such as soil fertility, disease, and pest management reveal that the method cannot be applied with the same success in every region. Especially in regions where soil structure and climate conditions differ, the effectiveness of the no-tillage may vary. Economic costs, especially initial investments and required equipment and input costs, are among the major obstacles to the widespread adoption of this method. One of the critical factors in the success of this method is the development of no-tillage methods suitable for the region. In this context, determining and developing implementation strategies appropriate to local conditions is of great importance. Training programs for farmers play a vital role in disseminating the knowledge and technology required for the successful application of the method. Informing farmers about the advantages, application techniques and possible difficulties of no-tillage ensures effective adoption of the method. As a result, no-tillage is an important tool that can contribute to the sustainability of agriculture. This method has the potential to maintain soil health and fertility, as well as environmental and economic benefits. However, to overcome agronomic, economic, and social challenges; It is necessary to develop strategies suitable for local conditions and to implement policy measures and training programs that will support farmers' transition to these systems. By overcoming these challenges, no-tillage can be increasingly adopted and play a critical role in ensuring sustainability in the agricultural sector. This study details the benefits of the no-tillage method and the difficulties encountered when applying it and examines the steps that need to be taken to make the method more widely adopted. In this context, the issues that should be taken into consideration in the process of farmers adapting to the method are of critical importance in ensuring the successful implementation of the method and the development of sustainable agricultural practices.

Key Words: Stubble direct seeding, sustainable agriculture, erosion, transformation in the agricultural sector, farmer training, soil quality

GİRİŞ

Dünya çapında artan çevre bilinci ve ekonomik üretim ihtiyacı, Türkiye dahil birçok ülkede toprak işleme yöntemlerinde köklü değişikliklere yol açmıştır. Geleneksel yöntemlere alternatif olarak geliştirilen koruyucu toprak işleme uygulamalarından biri olan anıza doğrudan ekim, bu değişimin ön saflarında yer almaktadır.

Doğrudan ekim yöntemi, anızlı toprak koşullarında uygulandığında, toprakta nitrojen birikimini artırır, nem tutma kapasitesini güçlendirir ve mikrobiyal karbon kütesinin yanı sıra bakteri ve mantar popülasyonlarını çoğaltır. Ayrıca, CO₂ ve N₂O gazlarının atmosfere salımını azaltarak toprak erozyonunu önler ve yakıt tüketimini azaltır. Tüm bu etkiler, uzun vadede ürün veriminde önemli artışlara yol açar. Yöntemin sunduğu avantajlar sayesinde, doğrudan ekim dünya genelinde hızla benimsenmektedir (Derpsch ve Friedrich, 2009). Anıza doğrudan ekim yöntemi, özellikle kuru tarımın yapıldığı bölgelerde, hububat üretiminde ve meraların iyileştirilmesinde büyük başarı göstermektedir. Doğrudan ekimin başarısı, bölgesel iklim ve toprak koşulları, kullanılan ekim makinasının kalitesi ve yabancı ot kontrolü gibi faktörlere bağlıdır. Bu yöntemden en iyi şekilde yararlanabilmek için, kullanılacak makinenin doğru seçilmesi büyük önem taşır. Seçilen makinenin işletme koşullarına uygunluğunun belirlenmesi önemli bir adımdır.

Sürdürülebilir tarım, birim alanda optimum getirinin elde edilmesi amacıyla yapılan bir üretim tekniğidir. Sürdürülebilir tarımın temel amaçları arasında; toprağın kalite kriterlerinin korunması, su kaynaklarının etkin kullanımı, biyolojik çeşitliliğin korunması ve enerji tüketiminin optimizasyonu gibi kavramlar yer almaktadır (Velten ve ark., 2015). Anıza doğrudan ekim yönteminde anız ile kaplı toprak koşullarında toprak işleme yapılmadan ekim işlemi gerçekleştirilmekte olup bu sayede hem iş gücü hem de yakıttan tasarruf sağlanmaktadır (Bilgili ve ark., 2013). Ayrıca anız ile kaplı toprak koşullarında yapılan ekim işlemi sayesinde toprak nem içeriği diğer yöntemlere göre daha fazladır. Nem içeriğinin diğer geleneksel yöntemlere göre daha fazla olması bitki çıkışlarının daha erken olmasına yol açmaktadır (Altikat ve ark., 2013). Buna ilaveten anız ile kaplı toprak koşullarında yapılan ekimde; toprağın organik madde içeriğinde ve agregat stabilitesinde artış, penetrasyon direncinde azalma meydana gelmektedir. Bu araştırmada anıza doğrudan ekim yönteminin sürdürülebilir tarımsal üretime etkilerini daha iyi kavramak adına toprak özellikleri ve işletme koşullarına etkileri incelenmiştir.

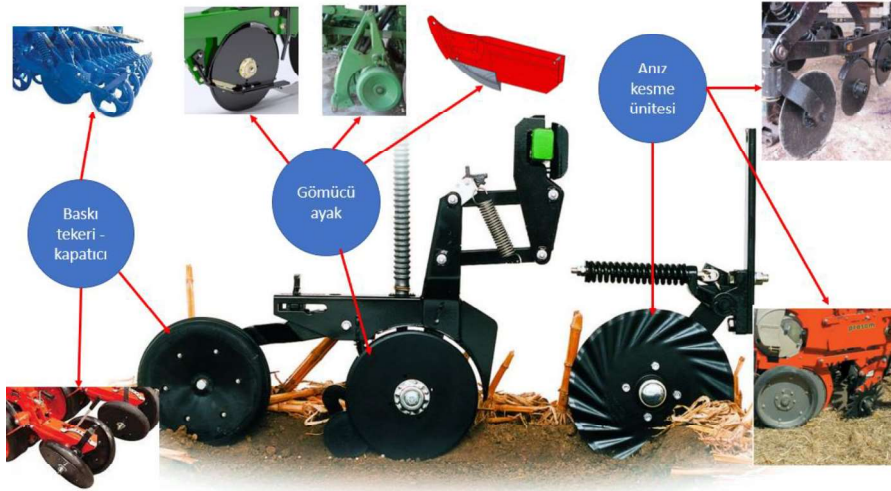
Anıza Doğrudan Ekim Makinaları

Doğrudan ekim yönteminin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için, öncelikle anızlı tarla koşullarında rahatlıkla çalışabilen ve bu amaç için özel tasarlanmış bir ekim makinasına ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil 1). Doğrudan ekim makinaları genel olarak toprak ile aktif etkileşim içinde oldukları üniteleri ile karakterize edilmektedirler (Azmi ve ark., 2023).



Şekil 1. Hububat tarımında kullanılan anıza doğrudan ekim makinası

Her biri ekim işleminin bir bölümünü yürüten bu üniteler; anız kesme, çizi açma ve tohumu toprak ile temas ettirmede kullanılan bastırma ünitelerinden oluşmaktadır (Şekil 2). Makinalardan beklenen performansın gerçekleşebilmesi için söz konusu ünitelerin karşılıklı olarak birbiriyle uyumlu ve birbirini takip edecek şekilde dizili olması gerekmektedir. Toprak ile etkileşim içinde olan farklı tipteki makina üniteleri çok sayıda değişik kombinasyonlar meydana getirmektedir (Çelik, 2013).



Şekil 2. Anıza doğrudan ekim makinası üniteleri

Anıza Doğrudan Ekim Yönteminin Toprak Hacim Ağırlığı ve Porozitesine Etkileri

Toprağın birim hacminin kütlesi, toprak hacim ağırlığı olarak ifade edilir. Bu değer, toprağın sıkışmasıyla artış gösterir (Gomez ve ark., 2002). İdeal bir toprak yapısının %50'si katı maddelerden, %25'i sudan ve %25'i havadan meydana gelir. Optimal bitki büyümesi koşullarında bir toprağın hacim ağırlığı yaklaşık olarak 1.3 g/cm^3 olmalıdır. Bununla birlikte, bitki köklerinin gelişiminin engellendiği hacim ağırlığı değeri ise 2 g/cm^3 olarak belirlenmiştir

(Singht ve ark., 1992). Toprakta hacim ağırlığının artması, suyun infiltrasyonu ve buharlaşmanın azalması, bitki besin maddelerinin alınımının güçleşmesi, çimlenme ve kök gelişiminin olumsuz etkilenmesi gibi durumlarla sonuçlanır; bu da ürün verimi ve kalitesinin düşmesine yol açar (Brais, 2001). Ekeberg ve Riley (1997), doğrudan ekim yöntemiyle ekilen 3-7 cm derinlikteki topraklarda, hacim ağırlığının geleneksel toprak işleme yöntemlerine kıyasla daha yüksek olduğunu bulmuşlardır; fakat, 13-17 cm derinlik aralığında iki yöntem arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Gomez ve ark., (1999), doğrudan ekim yöntemi uygulanan üst 20 cm toprak katmanında hacim ağırlığının, geleneksel yöntemlere göre daha yüksek olduğunu; ancak, 20-40 cm derinliklerde önemli bir fark olmadığını gözlemlemişlerdir. Benzer şekilde, Vanden ve ark., (1999) doğrudan ekim yönteminin, 25 cm toprak derinliğinde ve siltli tın yapısındaki topraklarda geleneksel işleme yöntemlerine göre daha yüksek hacim ağırlığına neden olduğunu belirtmişlerdir. Schjonning ve Rasmussen (2000), kumlu ve siltli tın yapıları toprakların 4-8 ve 14-18 cm derinliklerinde, doğrudan ekim yöntemi ile elde edilen hacim ağırlığının, geleneksel yöntemlere göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Logsdon ve Cambardella (2000) doğrudan ekim yöntemi ile 2 cm'lik üst toprak tabakasında, hacim ağırlığının 0.91-1.2 g/cm³ ve porozitenin %65.6-%54.7 arasında değiştiğini kaydetmişlerdir. McVay ve ark., (2006), 23 yıl süren araştırmalarında, 5 farklı bölgede, doğrudan ekim, geleneksel ve azaltılmış toprak işleme yöntemleri için hacim ağırlığının sırasıyla 1.25-1.4 g/cm³, 1.11-1.22 g/cm³ ve 1.20-1.33 g/cm³ arasında değiştiğini belirlemişlerdir; doğrudan ekim yöntemi, diğer iki yöntemle göre daha yüksek hacim ağırlığına sahip olmakla birlikte, bitki kök gelişim sınırlarının altında kalmıştır.

Penetrasyon Direnci ve Agregat Stabilitesine Etkileri

Toprağın düşey direncini ifade eden penetrasyon direnci, toprağın yoğunluğunun bir göstergesi olup, artan sıkışıklık ile birlikte yükselir (McNabb ve ark., 2001). Bu direnç, bitki köklerinin toprak içindeki hareket kabiliyeti, genel bitki büyümesi ve ürün verimliliği açısından önemli bir faktördür. Penetrasyon direnci, toprağın hacim ağırlığı, nem oranı, organik madde içeriği, toprak çeşidi, tarla trafiği ve kullanılan tarım aletleri gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir. 3 MPa veya daha yüksek olan penetrasyon direnci değerleri, kök büyümesini kısıtlayıcı bir eşik olarak kabul edilir (Hakansson ve Lipiec, 2000). Gupta ve ark., (1990) 2 MPa üzeri penetrasyon direncinin, aşırı toprak sıkışmasının ana belirleyicilerinden biri olduğunu vurgulamaktadırlar. Çelik ve ark., (2009), farklı doğrudan ekim makinelerinin ve anız koşullarının çizi özellikleri ve anız dağılımına etkilerini inceledikleri çalışmada, sıra üzerindeki penetrasyon direncinin, sıra arasına kıyasla daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Diskli gömücü ayaklı doğrudan ekim makinelerinde, ölçüm derinliklerinin tümünde en yüksek sıra üzeri penetrasyon direnci değerleri elde edilirken, dar çapa tipi gömücü ayaklı makineler en düşük değerlere sahip olmuştur. Anızın yüksekliği penetrasyon direnci üzerinde önemli bir etki yaratmazken, uzun ve yatık anız, direncin artmasına neden olmuştur. Sıra arası penetrasyon direnci üzerinde makinelerin, anızın yüksekliği ve konumu gibi faktörler önemli bulunmamıştır. Çelik ve Altıkat (2010), farklı gömücü ayaklar, kapatma düzenleri ve ilerleme hızlarının doğrudan ekim makinelerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmada, diskli gömücü ayak kullanılarak ekim yapılan parsellerde en yüksek penetrasyon direnci değerlerine ulaşıldığını göstermiştir. Üst 0-5 cm toprak

derinliğinde, diskli gömücü ayaklı makinada penetrasyon direnci 1.31 MPa olarak ölçülürken, çapa tipi makinada 1.13 MPa ve çizel tipi makinada 1.15 MPa olarak tespit edilmiştir. Derinlik arttıkça penetrasyon direncinin de arttığı gözlenmiştir. 10 cm derinlikte, diskli gömücü ayaklı makinanın penetrasyon direnci 1.54 MPa iken, çizel tipi 1.46 MPa ve çapa tipi gömücü ayaklar 1.43 MPa olarak ölçülmüştür. Bayhan ve ark., (2006), doğrudan ekim yöntemini diğer toprak işleme yöntemleri ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, çapa tipi gömücü ayaklı bir makina kullanmış ve 30 cm toprak derinliğinde en yüksek penetrasyon direnci değerlerinin doğrudan ekim makinası kullanılan parsellerde elde edildiğini bulmuşlardır. Vamerali ve ark., (2006), doğrudan ekim makineleri için özel olarak tasarlanmış geniş çapa tipi gömücü ayaklar ile çift diskli gömücü ayakları karşılaştırdıkları çalışmada, geniş çapa tipi gömücü ayakların çift diskli ayaklara kıyasla daha düşük penetrasyon direnci sağladığını göstermiştir.

Bitki büyümesi, tohum yatağındaki toprak parçacıklarının boyut dağılımı ve bitki köklerinin gelişimi sırasında karşılaşılan mekanik dirençler tarafından etkilenir. Toprak işleme sonucunda oluşan farklı büyüklüklerdeki toprak parçacıklarının dağılımı, işlenmiş toprağın yapısını tanımlar. Parçacık boyutu dağılımı, bitkinin çimlenmesi, kök ve gövde gelişimi, toprak havalanması, su tutma kapasitesi ve besin elementlerinin depolanması gibi önemli toprak özelliklerini etkiler (Altıkat, 2005). İdeal bir tohum yatağı profilinde, tohumun konumlandırılacağı derinlikteki toprak parçacıklarının küçük, üst yüzeyin ise büyük parçacıklardan oluşması gerekir. Bu durum, yağmur damlalarının toprağa etkisini azaltır. Tohumun çevresindeki toprak parçacıklarının çimlenme sırasında gerekli nemi sağlayabilecek büyüklükte olması önemlidir, ancak havalanmayı engelleyecek kadar küçük olmamalıdır (Aslan, 1999). Graciela ve ark., (2007), farklı toprak işleme sistemlerinin toprağın agregasyon durumuna etkilerini inceledikleri çalışmada, ortalama geometrik çap ve kuru agregat ağırlığının en düşük değerlerinin doğrudan ekim yönteminde, en yüksek değerlerinin ise azaltılmış ve geleneksel toprak işleme yöntemlerinde elde edildiğini göstermişlerdir.

Anıza Doğrudan Ekim Yönteminin Güç ve Yakıt Tüketimine Etkileri

Doğrudan ekim makinelerinin çeki gücü ve yakıt tüketimine etkisi üzerine yapılan araştırmalar, disk çapları, batma açıları, çalışma derinlikleri, ilerleme hızları ve gömücü ayak genişliklerinin önemli faktörler olduğunu ortaya koymaktadır (Karayel ve Özmerzi, 2003). Diskli gömücü ayakların çeki gücü üzerindeki etkisini inceleyen Afify ve ark., (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, 610 mm ve 460 mm disk çapları için farklı batma açılarında en düşük çeki gücü değerleri saptanmıştır. Riley ve ark., (1997), gömücü ayaklardaki batma açısının artışının çeki gücü ve düşey kuvvette artışa sebep olduğunu, ancak aşınmanın azaldığını belirtmiştir. Gömücü ayaklara kanat eklenmesinin çeki gücü ihtiyacını artırdığı gözlenmiştir ve bu ihtiyaç genellikle ekim derinliği ile doğru orantılı olarak artmaktadır (Karayel ve Özmerzi, 2003).

Collins ve Fowler (1996), yaptıkları bir çalışmada, gömücü ayakların ortalama özgül çeki güçlerinin 2000 N/m olduğunu ve bu değer ekim derinliği arttıkça 3500 N/m ve 5000 N/m'ye yükseldiğini bulmuşlardır. Çift diskli gömücü ayakların en düşük özgül çeki gücüne sahip olduğu gözlemlenmiştir. Yalçın ve Çakır (2006), geleneksel ve azaltılmış toprak işleme

ile doğrudan ekim yöntemlerinin yakıt tüketimi ve bitki verimi üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada, geleneksel toprak işlemenin en yüksek yakıt tüketimine sahip olduğunu bulmuşlardır. Ancak, doğrudan ekim yöntemi en az yakıt tüketimi ve en yüksek tarla etkinliğine sahip olmasına rağmen en düşük ürün verimine neden olmuştur. Bayhan ve ark., (2006), doğrudan ekim ve diğer toprak işleme yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, doğrudan ekim yönteminin en düşük yakıt ve güç tüketimi değerlerine sahip olduğunu göstermişlerdir; bu yöntemde ortalama yakıt tüketimi 50 L/ha ve güç tüketimi 1.9 kW/m iken, geleneksel toprak işlemede bu değerler sırasıyla 477 L/ha ve 28 kW/m olarak ölçülmüştür.

Anıza Doğrudan Ekim Yönteminin Toprak Organik Maddesine Etkileri

Toprak organik maddesi, toprağın nitrojen döngüsü, biyolojik aktivite, katyon değişim kapasitesi ve agregat stabilitesi gibi kritik özellikler üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Resck ve ark., 1999). Toprakta organik madde miktarının artması, toprağın nitrojen içeriğini zenginleştirir, fiziksel özelliklerini iyileştirir ve erozyon riskini azaltır, bu da toprak kalitesinin artmasına katkıda bulunur (Janzen ve ark., 1997). Toprağın organik madde döngüsü, mikrobiyal kütlelerin aktivitesi ve büyüklüğü tarafından yönetilir, bu da toprağın ekolojik yapısının biçimlenmesinde önemli bir rol oynar (Roldán ve ark., 2003).

Lal ve ark., (1998) tarafından yapılan çalışmalarda, toprağın organik madde içeriğinin artmasının su tutma kapasitesi ve nitrojen döngüsü üzerindeki önemi vurgulanmıştır. Organik maddenin azalması, katyon değişim kapasitesi, agregat stabilitesi ve ürün veriminde düşümlere yol açar, bu da toprak kalitesinin azalmasına neden olur (Malavolta, 1999). Özellikle tropik ve yarı tropik iklimlere sahip tarım topraklarında, toprağın yoğun işlenmesi organik madde kaybına neden olur (Bayer ve ark., 2001).

Yapılan araştırmalar, yüzeysel sürüm ve minimum toprak işlemenin toprak üst yüzeyinde organik madde birikimine neden olduğunu göstermiştir. Ancak, toprağın derin işlenmesi organik maddenin toprağın alt katmanlarına yayılmasına yol açar. Feng ve ark., (2003), anıza doğrudan ekim ve geleneksel toprak işleme yöntemlerinin toprak organik madde içeriği üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmada, anıza doğrudan ekim uygulanan alanlarda toprak yüzeyindeki organik madde birikiminin geleneksel yöntemlere göre %130 oranında daha fazla olduğunu bulmuşlardır.

Sonuç ve Öneriler

Anıza doğrudan ekim teknolojisi, çevresel ve ekonomik avantajlarıyla dikkat çekici bir tarımsal uygulama olarak öne çıkmaktadır. Çeşitli araştırmalar, bu stratejinin toprağın fiziksel yapısını muhafaza ettiğini, erozyonu minimize ettiğini ve su kaynaklarının daha etkin kullanılmasını teşvik ettiğini belgelemiştir. Bu teknik, toprağın organik madde içeriğini artırırken, biyolojik çeşitliliği ve toprak sağlığını iyileştirme potansiyeline sahiptir. Bu iyileşme, toprağın uzun vadeli verimliliğini artırır, enerji tüketiminde azalmaya ve karbon ayak izinin düşürülmesine katkıda bulunur.

Geleneksel sürüm işlemlerine alternatif olarak, anıza doğrudan ekim, yakıt tüketiminde ve dolayısıyla sera gazı emisyonlarında önemli düşüşler sağlar. Ayrıca, tarımsal işlemlerin zaman ve iş gücü gereksinimlerini azaltarak çiftçilere maliyet avantajları sunar. Bu özellikler, teknolojinin sürdürülebilir tarımsal üretimde merkezi bir rol üstlenme kapasitesine işaret eder.

Bu teknolojinin geniş çaplı kabulü, çiftçilere yönelik eğitimlerin genişletilmesi, uygun teknolojik çözümlerin geliştirilmesi ve devlet politikalarının destekleyici bir yapıya kavuşturulması ile mümkün olabilir. Çok yönlü bir strateji, teknolojinin sürdürülebilir tarımsal uygulamalar arasında daha geniş bir yayılım bulmasını sağlayacak ve sağlıklı toprakların gelecek nesillere aktarılmasına yardımcı olacaktır.

Yapılan literatür çalışmalarında anıza doğrudan ekim yönteminin toprağın su tutma kapasitesini artırdığını ve bu sayede bitkilerin kuraklık koşullarına daha iyi adaptasyon sağlamasına imkân tanıdığı vurgulanmıştır. Ayrıca, toprak yüzeyindeki organik tabakanın korunmasına yardımcı olur, toprağın biyolojik aktivitesini ve besin döngüsünü iyileştirir. Bu süreçler, toprağın verimliliğinin sürdürülebilir şekilde artırılmasına önemli katkılar sağlar.

Sonuç olarak, anıza doğrudan ekim teknolojisi, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliği destekleyen önemli bir tarımsal uygulamadır. Bu teknik, tarımsal üretimin geleceğini olumlu yönde etkileyebilecek, ekosistemler üzerinde iyileştirici etkilere sahip bir dönüşüm aracıdır.

KAYNAKLAR

Afify, M.T., Kushwaha, R.L. and Gerein, M.A. 2001. Effect of vombined disc Angles on soil forces of coulter discs. ASAE Paper No. 01-1059, St. Joseph, MI: ASAE.

Altıkat, S., 2005. Farklı toprak parçalama ve ekim sırasında sıkıştırma düzeylerinin buğdayda tarla filizi çıkışına olan etkileri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Erzurum.

Altıkat, S., Celik, A., and Gozubuyuk, Z. (2013). Effects of various no-till seeders and stubble conditions on sowing performance and seed emergence of common vetch. *Soil and Tillage Research*, 126, 72-77. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.still.2012.07.013>

Aslan, N., 1999. Agregat büyüklük dağılımının toprağın bazı fiziksel özellikleri ve bitki kök gelişimi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Erzurum.

Azmi, H. N., Hajjaj, S. S. H., Gsangaya, K. R., Sultan, M. T. H., Mail, M. F., and Hua, L. S. (2023). Design and fabrication of an agricultural robot for crop seeding. *Materials Today: Proceedings*, 81, 283-289. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.191>

Bayer, C., Martin-Neto, L., Mielniczuk, J., Pillon, C.N. ve Sangoi, L., 2001. Changes in soil organic matter fractions under subtropical no-till cropping systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 65, 1473– 1478.

Bayhan, Y., Kayisoglu, B., Yalcin, H., Gonulol, E. and Sungur N., 2006. Possibility of direct drilling and reduced tillage in second crop silage corn. *Soil and Tillage Research*, 88: 1-7.

Bayhan, Y., Kayisoglu, B., Yalcin, H., Gonulol, E. and Sungur N., 2006. Possibility of direct drilling and reduced tillage in second crop silage corn. *Soil and Tillage Research*, 88: 1-7.

Bilgili, M. E., Vurarak, Y., and Aybek, A. (2023). Determination of Performance of No-Till Seeder and Stubble Cutting Prototype. *Agriculture*, 13(2), 289. <https://www.mdpi.com/2077-0472/13/2/289>

Brais, S., 2001. Persistence of soil compaction and effects on seedling growth in Northwestern Quebec. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 65 (4), 1263-1271.

Çelik, A. (2013). Anıza Doğrudan Ekim Makinalarının Performansına Etkili Faktörler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(2), 101-108. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunizfd/issue/3011/41815>

Çelik, A. ve Altıkat, S., 2010. Doğrudan ekimde farklı gömücü ayak, kapatma düzeni ve ilerleme hızlarının anız dağılımı ekim performansı ve bitki çıkışı yönünden karşılaştırılması. 3. Koruyucu Toprak İşleme ve Doğrudan Ekim Çalıştayı, Konya.

Çelik, A., Altıkat, S. ve Turgut, N., 2009. Farklı tip anıza doğrudan ekim makinalarının değişik anız koşullarında, çizi özellikleri ve anız dağılımı yönünden karşılaştırılması. 25. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Isparta.

Collins, B.A. and Fowler, D.B. 1996. Effect of soil characteristics, seeding depth, operating speed, and opener design on draft force during direct seeding. *Soil and Tillage Research*, 39: 199-211.

Derpsch, R. and Friedrich, T. 2009. Global Overview of Conservation Agriculture Adoption. *proceedings, Lead Papers, 4th World Congress on Conservation Agriculture, India.*

Ekeberg, E. and Riley, H.C.F., 1997. Tillage intensity effects on soil properties and crop yields in a long-term trial on morainic loam soil in southeast Norway. *Soil and Tillage Research*. 42, 277–293.

Feng, Y., Motta A.C., Reeves D.W., Burmester, C.H., Van, S. ve Osborne, J.A., 2003. Soil microbial communities under conventional-till and no-till continuous cotton systems. *Soil Biology and Biochemistry*, 35, 1693–1703

Gomez, A., Powers, R. F., Singer, M. J. and Horwath, W. R., 2002. Soil compaction effects on growth of young ponderosa pine following litter removal in California's Sierra Nevada. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 66 (4), 1334-1343.

Gomez, J.A., Giraldez, J.V., Pastor, M. and Fereres, E., 1999. Effects of tillage method on soil physical properties infiltration, and yield in an olive orchard. *Soil and Tillage Research*, 52, 167–175.

Graciela, G.H., Mendez, M. and Buschiazzo, D.E., 2007. Tillage affects soil aggregation parameters linked with wind erosion. *Geoderma* 140, 90–96.

Gupta, S.C., Hadas, A., Voorhees, W.B., Wolf, D., Larson, W.E. and Sharma, P.P., 1990. Development of guides on susceptibility of Soil to excessive compaction. University of Minnesota BARD Report, St Paul.

Hakansson, I. and Lipiec, J., 2000. A review of usefulness of relative bulk density values in studies of soil structure and compaction. *Soil and Tillage Research*, 53(2), 71-85.

Janzen, H.H., Campbell, C.A., Ellert, B.H. ve Bremer, E., 1997. Soil organic matter dynamics and their relationship to soil quality. *Developments in Soil Science*, 25, 277–292.

Karayel, D. ve Özmerzi, A., 2003. Doğrudan ekim makinalarında kullanılan gömücü ayaklar. *Koruyucu Toprak İşleme ve Doğrudan Ekim Çalıştayı*, İzmir.

- Lal, R., Kimble, J. ve Follett, R.F., 1998. Need for research and need for action. CRC Press, Boca Raton, FL, s. 447–454
- Logsdon, S.D. and Cambardella, C.A., 2000. Temporal changes in small depthincremental soil bulk density. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64, 710–714.
- Malavolta, E., 1999. The fertility of Brazilian soils. *Academia Brasileira de Cie^ncias*, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, s. 171–184.
- McNabb, D.H., Startsev, A. and Nguyen, H., 2001. Soil wetness and traffic level effects on bulk density and air-filled porosity of compacted boreal forest soils. *Soil. Sci. Soc. Amer. J.*, 65 (4), 1238-1247.
- McVay, K.A., Budde, J.A., Fabrizzi, K., Mikha, M.M., Rice, C.W., Schlegel, A. J., Peterson, D.E., Sweeney, D.W. and Thompson, C., 2006. Management effects on soil physical properties in long-term tillage studies in Kansas. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 70, 434-438.
- Resck, D.V.S., Vasconcellos, C.A., Vilela, L. ve Macedo, M.C.M., 1999. Impact of conversion of Brazilian Cerrados to cropland and pasture land on soil carbon pool and dynamics. *Global Climate Change and Tropical Ecosystems. Adv. Soil Sci.* CRC Press, Boca Raton, FL, s. 169–196.
- Riley, T.W., Shahidi, S.K., Reeves, T.G. and Cass, A. 1997. Effect of design parameters of narrow direct drilling points on their performance in soil bins. *Agricultural Engineering Australia*, 26 (2): 5-14.
- Roldan, A., Caravaca, F., Herna´ndez, M.T., Garc´ıa, C., Sa´nchez- Brito, C., Vela´squez, M. ve Tiscare˜no, M., 2003. No-tillage, crop residue additions, and legume cover cropping effects on soil quality characteristics under maize in Patzcuaro watershed (Mexico). *Soil and Tillage Research* 72, 65–73.
- Schjonning, P. and Rasmussen, K.J., 2000. Soil strength and soil pore characteristics for direct drilled and ploughed soils. *Soil and Tillage. Research*, 57, 69–82.
- Singht, K.K., Colvin, T.S., Erbach, D.C. and Mughal, A.Q., 1992. Tilt index: An approach to quantifying soil tith. *Transection of the ASAE*, 35 (6), 1777-1785.
- Vameralli, T., Bertocco, M. and Sartori, L., 2006. Effects of a new wide-sweep opener for no till planter on seed zone properties and root establishment in maize (*Zea may*, L): A comprision with double disk opener. *Soil and Tillage Research*, 89, 196-209.
- Vanden, A.J., Protz, R. and Tomlin, A.D., 1999. Changes in pore structure in a no-till chronosequence of silt loam soils, southern Ontario. *Can. J. Soil Sci.* 79, 149–160.
- Velten, S., Leventon, J., Jager, N., and Newig, J. (2015). What Is Sustainable Agriculture? A Systematic Review. *Sustainability*, 7(6), 7833-7865. <https://www.mdpi.com/2071-1050/7/6/7833>
- Yalcin, H. and Cakir, E., 2006. Tillage effects and energy efficiencies of subsoiling and direct seeding in light soil on yield of second crop corn for silage in Western Turkey. *Soil and Tillage Research*, 90, 250–255.

**ANTEPFISTIĞINDA BÜYÜK KAYIPLARA YOL AÇAN ANTEPFISTIĞI
KARAGÖZKURDU, *Hylesinus vestitus* Mulsant & Rey (COLEOPTERA:
SCOLYTIDAE)**

**PISTACHIO BARK BEETLE, *Hylesinus vestitus* Mulsant & Rey (COLEOPTERA:
SCOLYTIDAE) CAUSES HIGH LOSSES IN PISTACHIO**

Kurban NEDRET

Gaziantep İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Bitkisel Üretim ve Bitki Sağlığı Şube Müdürlüğü

Doç. Dr. İsmail ALASERHAT

İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

ÖZET

Antepfistığı Karagözkurdu, *Hylesinus vestitus* Mulsant & Rey polifag bir tür olup, çok sayıda kültürü yapılan ve yabani formda konukçusu vardır. Antepfistığı (*Pistacia vera*), zeytin (*Olea europaea*), menengiç (*Pistacia terebinthus*), buttum (*Pistacia khinjuk*), diğer *Pistacia* türleri, *Acer* spp., *Juniperus* spp. zararlıının konukçuları arasındadır. Antepfistığı Karagözkurdu yılda 1 döl verir. *Hylesinus vestitus* antepfistığının en önemli, tahripkâr zararlılarından biridir. Zararlıının erginleri, antepfistığının sürgün ve karagözlerinde (meyve gözlerinde) beslenerek asıl zararı verir. Larvalar sürgün boyunca beslenerek galeriler açar ve içinde pupa olurlar. Zarar gören sürgün ve gözler gelişemez ve zamanla kurur. Zararlı saldırılarının (popülasyonunun) yüksek olması durumunda, o yılın meyve gözlerinin teşekkülü geciktiği gibi, meyve gözleri tahrip olduğu için bir sonraki yılın ürününde ciddi şekilde azalmalara yol açar. Ayrıca zararlıının beslenmek amacı ile açtığı deliklerden *Alternaria* spp. ait fungusların antepfistığına bulaşması için elverişli ortam oluşur.

Bu çalışmada, *Hylesinus vestitus* ile ilgili şu ana kadar yürütülmüş çalışmalar incelenerek, zararlıının morfolojisi, biyolojisi, zarar şekli, yayılışı, konukçuları, doğal düşmanları ve mücadelesi ile ilgili bilgiler derlenmiştir. Böylelikle zararlıının dünyadaki mevcut durumu ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca zararlıının mücadelesinde tuzak dal yönteminin önemi ortaya konulmuş, zararlıının mücadelesi konusunda tavsiyeler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antepfistığı Karagözkurdu, *Hylesinus vestitus* Mulsant & Rey, Zararlı, Mücadele

ABSTRACT

Pistachio bark beetle, *Hylesinus vestitus* Mulsant & Rey is a polyphagous species with many cultivated and wild hosts. Pistachio (*Pistacia vera*), olive (*Olea europaea*), terebinth (*Pistacia terebinthus*), buttum (*Pistacia khinjuk*), other *Pistacia* spp., *Acer* spp. and *Juniperus* spp. are among the pest's hosts. Pistachio bark beetle gives 1 generation per year. *Hylesinus vestitus* is one of the most important and destructive pests of pistachios. The main damage is caused by

the adult insects. They feed on the shoots and fruit buds of pistachios. Larvae feed along the shoot. They open galleries and pupate inside. Damaged sprouts and eyes cannot develop. They dry out over time. If the pest infestation (population) is high, the formation of that year's fruit buds is delayed and the fruit buds are destroyed, resulting in a severe reduction in the next year's crop. In addition, *Alternaria* spp. fungi can infect pistachios through the holes opened by the pest for feeding.

This study reviewed previous studies on *Hylesinus vestitus* and compiled information on the morphology, biology, damage, distribution, hosts, natural enemies and management of the pest. The result was a clear picture of the pest's current situation worldwide. In addition, the importance of the trap-branch method in the management of the pest was demonstrated and recommendations for the management of the pest were given.

Keywords: Pistachio bark beetle, *Hylesinus vestitus* Mulsant & Rey, Pest, Management

GİRİŞ

Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) Anacardiaceae (Sakız ağacıgiller) familyasına ait olup, kabuklu meyve veren dioik çiçek yapısına sahip bir bitki türüdür. Antepfıstığı ilk kez Güneydoğu Anadolu'da yaşayan Etiler tarafından kültüre alınmıştır (Yavuz ve ark., 2016). Daha o çağlarda kral sofralarına girmiş olması, iyi kültür çeşitlerinin bulunduğunu ve meyve değerinin bilindiğini göstermektedir (Özbek, 1978).

Antepfıstığının iki gen merkezi bulunmaktadır. Orta Asya Gen Merkezi; Afganistan, Tacikistan, Hindistan ve Pakistan'ın kuzeyi olup, Yakın Doğu Gen Merkezi ise İran, Kafkasya, Türkmenistan ve Anadolu'dur. Türkiye, Yakın Doğu gen merkezi içerisinde yer almaktadır (Tekin ve ark., 2001). Birçok yabancı *Pistacia* türlerinin doğal ve yaygın olarak bulunduğu Orta Asya gen merkezinde antepfıstığı yetiştiriciliği günümüze kadar önemli bir gelişme gösterememiştir. Sulama yapılmadan taşlık kayalık alanlarda ve fakir topraklarda bile ekonomik anlamda yetiştirilebilen bu lezzetli ve besin değeri yüksek meyve “altın ağacı”, “yeşil altın” ve “meyvelerin kralı ve kralların meyvesi” olarak da tanınır (Ayfer, 1990).

Antepfıstığı üretim alanları açısından, dünyada 497.484 ha alan ile ilk sırada İran yer alırken bunu sırası ile 408.709 ha alan ile Türkiye, 173.207 ha alan ile ABD ve 26.510 ha alan ile Çin takip etmektedir. Üretim açısından baktığımızda 400.070 ton üretim ile ABD birinci sırada yer alırken, 241.667 ton üretim ile İran ikinci, 239.289 ton üretim ile Türkiye üçüncü ve 81.700 ton üretim ile Çin dünyada dördüncü sırada yer almaktadır (Anonymous, 2022). En çok üretime sahip ABD, üretimin tamamı sulu şartlarda yapılmakta iken ülkemiz olan Türkiye'de ise üretimin çok büyük bir bölümü kuru alanlarda yapılmaktadır (Anonymous, 2022). Buda üretim miktarında düşümlere yol açmaktadır.

Antepfıstığı Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde geniş alanda yetiştirilmekte ve ekonomik açıdan önem arz etmektedir. Ülkemizde 56 ilde antepfıstığı yetiştiriciliği yapılmasına rağmen üretimin %90'ından fazlası Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde gerçekleşmektedir. Bu bölgemiz, antepfıstığının hem gen merkezi hem de ilk kültüre alındığı bölge olması nedeniyle;

ekolojik özelliklerinin de uygunluğu yetiştiriciliğin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak sağlamış ve yayılmasında öncü olmuştur (Yavuz ve ark., 2016) 2022 yılı verilerine göre en fazla üretim alanına ve üretime sahip birinci sırada Şanlıurfa (159.586 ha alan ve 107.034 ton üretim), ikinci sırada Gaziantep (142.463 ha alan ve 55.939 ton üretim), üçüncü sırada Siirt (35.382 ha alan ve 30.611 ton üretim), dördüncü sırada Adıyaman (29.384 ha alan ve 27.148 ton üretim), beşinci sırada Kahramanmaraş (9.484 ha alan ve 3.765 ton üretim) illeri gelmektedir (Anonim, 2022).

Güneydoğu Anadolu bölgesinin en önemli gelir kaynağından biri antepfıstığıdır. Bölge ve ülke ekonomisine çok büyük katkı sağlamaktadır. Antepfıstığı bahçeden sofraya gelene kadar, yıl boyunca birçok alanda insanlara geçim kaynağı olmuştur ve olmaya da hızla devam etmektedir.

Meyve üretiminde de en önemli sorunların başında bitki koruma kaynaklı sorunlar gelmektedir. Meyve zararlısı böcekler Hemiptera, Thysanoptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera ve Hymenoptera takımları içerisinde yer almaktadır (Özbek ve ark., 1998). Antepfıstığının çok büyük oranda verim kaybına uğramasına neden olan zararlıların başında karagözkurdu gelmektedir. Antepfıstığı karagözkurdu, *Hylesinus vestitus* Mulsant & Rey ülkemizde ilk defa Acatay (1969) tarafından bildirilmiştir.

Antepfıstığı Karagözkurdu, *Hylesinus vestitus* Mulsant & Rey'in Morfolojisi, Biyolojisi ve Zarar Şekli

Antepfıstığı karagözkurdu ergininin rengi, koyu kahverengi olup boyu 3-3.5 mm kadardır. Üzeri ince kısa kıllarla kaplıdır. Antenlerinin ucu topuz gibi olup, baş vücuda göre daha iri ve kitinimsi bir yapıya sahiptir (Şekil 1a). Yumurtaları çok küçük olup bir toplu iğne başı boyutundadır. Larvalarının vücutu boğumlu olup rengi beyazdır. Pupa ise kirli beyaz renkli, boyutu 3,3 mm'dir (Anonim, 2008). Pupa tipi serbesttir (Turanlı, 2009).

Hylesinus vestitus iki şekilde zarar vermektedir. Bunlardan birincisi üreme sırasındaki zararı; kışlaktan çıkan erginlerin kurumuş veya kurumaya yüz tutmuş zayıf ağaçların dal ve gövdelerinde, kabuk altlarına bıraktıkları yumurtalardan çıkan genç larvaların yaptığı zarar. Diğeri ise beslenme sırasındaki zararı; üreme ortamlarından nisan-mayıs aylarında çıkan erginler, bahçelerdeki ağaçlara dağılarak, sürgün ve meyve gözlerinin diplerinde beslenmeleri sonucu oluşan zarardır (Anonim, 2008).

Zararlıının erginlerinin beslenmek için yıllık sürgünlerdeki meyve ve sürgün gözlerinin içini yiyerek oyuk hale getirmekte ve içini boşaltmaktadır. *Hylesinus vestitus*'un ikinci derecedeki zararı diyebileceğimiz zararlıının üreme faaliyetleri sırasında, ağaçlar üzerinde kurumaya yüz tutmuş, kısmen kurumuş fazlaca kalın olmayan veya budama artığı dallarda yaptığı tahribattır. Bu ikinci derecedeki zararı, ürün kaybına doğrudan etkili olmasa bile ileride meyve gözlerinde zarar yapacak böcek popülasyonunun burada gelişmesi nedeniyle önemlidir (Acatay, 1969).

Antepfıstığı karagözkurdu, kışı karagözlerin (meyve gözü) dibinde, karagözlerde beslenmek için uç kısmından girdiklerinde yaklaşık olarak 5-6 cm uzunluğunda oluşturdukları galerilerde veya ağaçların kuytu yerlerinde ergin olarak ve çok az bir beslenme ile uyuşuk bir halde geçirirler (Şekil 1b). Şubat-mart aylarında kışladıkları yerlerden çıkan erginler kurumuş, kurumaya yüz tutmuş dalların ve budama artıklarının içinde açtıkları galerilerin kabuk dokusu ile odun dokusu arasına 60-80 adet yumurta bırakırlar (Şekil 1c). Ergin dişi galerinin başından başlayarak sonuna kadar kenarlarına sıra halinde ve elips şeklindeki yumurtalarını dala dik olarak bırakmaktadır. Yumurta bırakma sırasında ergin dişi ve erkek bireyler, açtıkları galerinin içerisinde bir arada bulunurlar. Galeri içerisine bırakılan yumurtalar yaklaşık olarak 2 hafta sonra açılır. Yumurtalar açılmaya yakın sarımsı bir renk almaktadır. Larva süresi 38-44 gündür. Olgunlaşan larva açmış olduğu galerinin sonunda bir odacık oluşturur ve orada pupa dönemini geçirir (Şekil 1d). Pupa süresi 8-10 gündür. Yumurtadan çıkan larvalar kuru dallar içerisinde beslenmeye başlayarak gelişmekte, gelişme kış mevsiminin sonuna kadar devam etmekte ve ilkbaharda ergin olarak çıkış yapan zararlı, sürgünlere saldırmaktadır. Karagözkurdu yılda bir döl vermektedir. Larva ve pupa dönemlerini tamamlayıp ergin olan bireylerin kabuğu delerek çıkması sonucunda kabuğun delik deşik bir hal almasına neden olurlar (Şekil 1e). Esas zararı ise yumurta bırakma ortamlarından nisan ve mayıs aylarında çıkan erginler antepfıstığı ağaçlarına dağılarak sürgün ve karagözlerde beslenerek verirler (Şekil 1f). Bu beslenme sonucunda galeriler meydana getirirler. Bunun sonucunda meyve gözleri kuruyarak dökülür. Bir ergin birkaç sürgünü veya 8-10 karagözü tahrip edebilir. Zararının saldırılarının çok yoğun olması halinde, o yılın meyve gözleri teşekkülü geciktiği gibi, bir sonraki yılın ürünü de önemli ölçüde azalmaktadır. Zarar özellikle susuzluk çeken ve bakımsız ağaçlarda daha yoğun bulunmaktadır (Anonim, 2008; Turanlı, 2009; Şimşek ve Bolu, 2017; Kaplan, 2019; Mehrnejad, 2020; Bolu, 2002b; Kaplan ve Karadağ, 2022). Yeni ergin çıkışlarının 25 Mayıs'ta başladığı ve zararının doğada 105 gün bulunduğu tespit edilmiştir (Günaydın, 1978).



Şekil 1. Antepfıstığı karagözkurdu, *Hylesinus vestitus* Mulsant & Rey'un a) ergini, b) kışı geçirdiği yer, c) yumurta bıraktığı galeri, d) larva ve pupası, e) çıkış deliği, f) gözlerdeki zararı

Yeni neslin yaşamı sonbaharın başlangıcından itibaren ergin böceğin yumurtalarını budama artığı olan dalların kabukları altına bırakmasıyla başladığını, bir erginin en uzun ömrünün 191 gün, en kısa ise 58 gün olduğu, zararının genel olarak mart ayında doğada görülmeye başladığı, ancak doğada en yoğun olduğu döneminin Nisan ayı olduğu belirlemiştir. Aynı zamanda bu zararlının Antepfıstığı dikimi yapılan tüm bölgelerde görüldüğü, bazı yerlerde zararın boyutunun ağaçlardan hiçbir şekilde verim alınmayacak kadar yüksek olduğu da ifade edilmiştir (Farivar-Mehin, 1983). Zararlının popülasyonu üzerine abiyotik faktörlerin etkili olduğu, yağışın böceğin aktivitesini azalttığı ve üreme yerlerinden yeni dallara saldırmak için ayrılmasını engellediği gözlemlenmiştir (Abu Yaman, 1969). Antepfıstığı karagözkurdunun fıstık ağaçlarındaki popülasyonu sıcaklık ile doğru orantılıdır. Yani sıcaklık artarken popülasyonda artar. Bağıl nem ise popülasyon yoğunluğu ile ters orantılıdır. Yani bağıl nem artarken popülasyon düşer (Rızk and Ardini, 1981b). Hylesinus vestitus'un Orta Doğu ve Akdeniz bölgelerinde çok eski bir zararlı olduğu; zararlı popülasyonunun esas olarak kuraklığın ve su kaynaklarının kalitesiz olmasından dolayı arttığı, erginlerinin Nisan ayının ortalarından itibaren ortaya çıkıp genç dallara doğru uçuşu belirtilmiştir (Mehrnejad, 2020). Lababidi (1998)'e göre, zararlı erginlerinin %30'unun yeni dallarda, larvalarının %70'nin ise olgun olarak eski dallarda kışı geçirmektedir.

Hylesinus vestitus'un Antepfıstığında meyve gözlerine zarar vermesinin yanı sıra Alternaria spp. ait fungusları taşımamasına rağmen, etmenin ağaca girebilmesi için zararlının uygun ortam oluşturmakta ve bu fungus böceğin beslenmesi amacıyla açtığı deliklerden bitkiye giriş yapmaktadır (Farivar-Mehin, 2002). Erginler yeni oluşan dalların alt veya orta değil, üst kısımlarında beslenmeyi tercih ederler. Ayrıca güney ve doğu yönlerindeki dalları daha çok tercih ederken, kuzeye ve batıya doğru büyüyenleri daha az tercih ederler (Rızk and Ardini, 1981a).

Antepfıstığı Karagözkurdu, Hylesinus vestitus Mulsant & Rey'in Yayılışı

Antepfıstığı karagözkurdu, Hylesinus vestitus, ülkemizde Antepfıstığı üretiminin yapıldığı Güneydoğu Anadolu Bölgesi ile Denizli ve Kahramanmaraş illerinde yayılım göstermektedir (Acatay, 1969; Bolu, 2002a,b). Zararlı dünyada ise Bulgaristan, Kanarya Adaları, Korsika, Hırvatistan, Fransa, Yunanistan, Macaristan, İtalya, Makedonya, Sicilya, Sardunya, İspanya, Ukrayna, Tunus, Cezayir, Suriye, İran, Irak'ta yayılım göstermektedir (Acatay, 1969; Rızk and Ardini; 1981c; Lababidi, 1999; Mehrnejad, 2001; Bolu, 2002a; Braham, 2009; Chebouti et al., 2009).

Karagözkurdunun, yerleşim alanlarına yakın ve evlerin yakınlarındaki bahçelerde yoğunluğu daha fazladır. Çiftçilerin kış mevsiminde yakmak için topladıkları kuru dal ve budama artıklarını evlerinin yakınlarına yığınlar halinde biriktirmeleri zararlının yayılımını fazlasıyla artırmaktadır. Zararlı yumurtalarını budama artıklarına bırakmaları nedeniyle dallar içerisinden çıkış yapan erginler yakın bahçelerde beslenmek için yayılarak büyük ölçüde zarar oluşturlar (Şekil 2) (Turanlı, 2009).



Şekil 2. Antepfıstığı budama artıkları

Antepfıstığı Karagözkurdu, *Hylesinus vestitus* Mulsant & Rey'in Konukçuları

Antepfıstığı karagözkurdu polifag bir zararlı olup; ülkemizde Antepfıstığı (*Pistacia vera*), zeytin (*Olea europaea*), menengiç (*Pistacia terebinthus*) ve buttum (*Pistacia khinjuk*)'da zararlıdır (Anonim, 2008).

Grüne (1979), Antepfıstığı karagözkurdunun dünyada; Orta ve Güney Avrupa, USSR (Sovyet Birliği), Kırım, Kafkasya, Gürcistan'da *Pistacia* spp., *Olea europaea*, *Acer* spp., *Juniperus* spp.'inde zararlı olduğunu bildirmiştir.

Antepfıstığı Karagözkurdu, *Hylesinus vestitus* Mulsant & Rey'nun Doğal Düşmanları

Hylesinus vestitus'un doğal düşmanı olarak parazitoit türler olan *Cheiropachus quadrus* (Fabricus) (Hymenoptera: Pteromalidae) ve *Norbanus* sp. (Hymenoptera: Chalcidoidea) saptanmıştır. Ancak zararlının parazitlenme oranının çok düşük (%1) olduğu tespit edilmiştir (Turanlı, 2009).

Antepfıstığı Karagözkurdu, *Hylesinus vestitus* Mulsant & Rey'nun Mücadelesi

Mekanik mücadele

Zararlının mücadelesinde tuzak dal yöntemi etkili olup bu yöntem zararlının bulaşıklığını %95-98 oranında azaltmaktadır. Zararlının mücadelesine yönelik tuzak dal yöntemine göre budama artıklarından hazırlanan tuzakların her 5 ağaçtan birine asılması ve her bir tuzağın en az 10'ar adet daldan oluşturulması gerekmektedir. Zararlının mücadelesinde tuzak dal yönteminin yanında çevredeki tüm budama artıklarının da en geç Mart ayı sonu Nisan ayı başında imha edilmesi gerekmektedir (Sönmez, 2022).

Kurumuş veya kurumaya yüz tutmuş dallardan demetler (15-20 dal) yapılarak Aralık-Ocak ayı sonlarında 5-8 ağaçtan bir tanesinin altına, tacın arasına veya ağaçların üzerine asılmalı (Şekil 3a) ve iklim şartlarına bağlı olarak Mart ayı sonlarında en geç Nisan ayı ortalarında bu dallar ve çevrede (evlerin önünde, köy meydanlarında, bahçe kenarlarında vs. yerlerde) bulunan antepfıstığı budama artıklarından erginler etrafa dağılmadan, bu dallar toplanmalı,

uygun bir yerde yakılarak imha edilmelidir (Şekil 3b,c). Zararlıya karşı en iyi mücadele şekli budur. Gaziantep Valiliği 2024/1 sayılı genelgesi gereği “25 Mart-25 Ekim” tarihleri arasında antepfıstığı budama artıklarının evlerin önünde, köy meydanlarında, bahçe kenarlarında vs. yerlerde bulunduranlara 5326 sayılı Kabahatler Kanununun 32. maddesi uyarınca "Emre Aykırı Davranışta" bulunanlara 2.052 TL. idari para cezası uygulanmaktadır. Çıkarılan bu kanunla zararlı popülasyonunun ve zarar oranının önümüzdeki birkaç yıl içerisinde azalacağı düşünülmektedir.



Şekil 3. Antepfıstığı karagözkurdu, *Hylesinus vestitus* Mulsant & Rey'a karşı başarı ile uygulanan mekanik mücadele a) tuzak dallar, b) tuzak dallardaki erginler, c) tuzak dalların imha edilmesi

Kimyasal mücadele

Karagözkurdu ile kimyasal mücadele oldukça zordur. Çünkü zararlı yaşamının neredeyse tamamının dallar içerisinde geçmesi sebebiyle kimyasal mücadele etkili değildir (Turanlı, 2009). Üstelikte ruhsatlı bitki koruma ürünü de bulunmamaktadır.

Sönmez (2022), güllüci bulamacının (1,5 kg/100 l) zararlı üzerinde %80'lere varan oranlarda başarı sağladığını, kaolin (5 kg/100 l) uygulamasının yıllara göre değişmekle beraber (2020 yılında %68.4 ve 2021 yılında %55.2) başarı sağladığını, motorin (5 l /100 l) uygulamasının ise kısmen başarı getirdiğini (%30-47) belirtmiştir. Araştırmacı, Antepfıstığı alanlarında son derece tahripkâr bir zararlı tür olan Antepfıstığı karagözkurdu, *H. vestitus*'un mücadelesinde **tuzak dal yönteminin** tek başına yeterli ve etkili olduğunu, yöntemin ekonomik olduğunu, çevreye olumsuz etkisinin olmadığını, hedef zararlıya özgü olduğunu ve doğal düşmanlara herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığını ifade etmiştir. Ayrıca yöntemde bir kimyasal girdinin dışarıdan kullanımı olmadığından zararlıda direnç mekanizması oluşumunun olmayacağı; bunun da yöntemin tercih edilmesinde üstün özelliklerinden biri olduğu belirtilmiştir. Çünkü yöntemin uygulanmasında pestisit kalıntısı riski söz konusu olmadığından insan ve hayvan sağlığının da tehlikeye atılmamakta ve doğal denge açısından sürdürülebilir bir metot olarak tuzak dal yöntemi öne çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

- Abu Yaman, I.K., (1969). Biology and control studies of the Pistachio Beetle, *Hylesinus vestitus* Muls., in Iraq. Journal of Applied Entomology, 64(1-4), 426-436.
- Acatay, A., (1969). Antepfıstığı zararlısı *Hylesinus vestitus* Muls. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Ser. A., 19(2), 23-30.
- Anonim, (2008). Ziraî Mücadele Teknik Talimatları (Cilt 5). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. Sert Kabuklu Meyve Zararlıları. Ankara, 301 s.
- Anonim, (2022). Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim tarihi 13.11.2023).
- Anonymous, (2022). Crops and livestock products (FAOSTAT). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi 09.01.2024).
- Ayfer, M., (1990). Antepfıstığının Dünü Bugünü Geleceği. Türkiye I. Antepfıstığı Sempozyumu. 11-12 Eylül 1990, Gaziantep, 14-23.
- Bolu, H., (2002a). Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antepfıstığı Alanlarındaki Böcek ve Akar Faunasının Saptanması. Türkiye Entomoloji Dergisi, 26(3), 197-208.
- Bolu, H., (2002b). Meyve Bağ Zararlıları (Antepfıstığı Zararlıları), Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Ders Notu, Diyarbakır, 52s.
- Braham, M., (2009). Contribution to The Study of The Biology and Ecology of The Pistachio Twig Borer *Chaetoptelius vestitus* Muls & Rey (Coleoptera, Scolytidae) in the Centre and South Regions of Tunisia. 5th International Symposium on Pistachios and Almonds, 99p., Şanlıurfa.
- Chebouti-Meziou, N., Doumandji, S.E. & Chebouti, Y., (2009). The Damage of *Chaetoptelius vestitus* (Mulsant & Rey) Coleoptera, Scolytidae in Three Orchards of Fruit Pistachio (*Pistacia vera* L.) in Algerians Semi-Arid Area (BouiraTlemcen-Timgad, 5th International Symposium on Pistachios and Almonds, 101p., Şanlıurfa.
- Farivar-Mehin, H., (1983). The study of *Hylesinus vestitus* in Province of Kerman. Proceedings of the 7th Plant Protection Congress of Iran, 56p., Karaj, Iran.
- Farivar-Mehin, H., (2002). And control of diseases caused by *Alternaria* species on pistachio. Epidemiology of Science in Agriculture in the Faculty of Natural and Agricultural Sciences Department of Plant Sciences (Centre for Plant Health Management). University of the Free State Bloemfontein, South Africa.
- Günaydın, T., (1978). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde antepfıstıklarında zarar yapan böcek türleri, tanımları, yayılışları ve ekonomik önemleri üzerinde araştırmalar. Uzmanlık Tezi, Diyarbakır Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Kaplan, C., & Karadağ, S., (2022). Antepfıstığı Yetiştiriciliği (Bölüm 12). Antepfıstığı Bahçelerindeki Zararlı Böcekler ve Mücadelesi, İksad Yayınları, 261-300s., Ankara.
- Kaplan, C., (2019). Siirt ilinde Fıstık karagöz kurdu, *Chaetoptelis* (*Hylesinus*) *vestitus* M.R.'in yayılışı ve popülasyon seyrinin belirlenmesi. ISPEC Uluslararası Tarım ve Kalkınma Kongresi. 10-12 Haziran, 111-117s., Siirt.
- Lababidi MS., (1998). Biological and ecological studies on the Pistachio Bark beetle *Hylesinus vestitus* M.R. (Coleoptera: Scolytidae) under field condition in Syria. Arab Journal of Plant Protection, 16, 74-80.

Lababidi M.S., (1999). Mechanical Control Studies of The Pistachio Bark Beetle *Hylesinus vestitus* M. & R. (Coleoptera: Scolytidae) in Syria. Arab Journal of Plant Protection, 17(1), 9–16.

Mehrnejad, M.R., (2020). Arthropod pests of pistachios, their natural enemies and management. Plant Protection Science, 56(4), 231-260.

Mehrnejad, M.R., (2001). The current status of pistachio pests in Iran, Cah. Opt. Med. 56, 315-322.

Özbek, S., (1978). Özel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 128, Ders Kitabı: 11, 486s., Adana.

Özbek, H., Güçlü, Ş., Hayat, R., & Yıldırım, E., (1998). Meyve, Bağ ve Bazı Süs Bitkileri Zararlıları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 323, 357s, Erzurum

Rızk, G.N., & Ardini S.A., (1981a). Ecological studies on the pistachio bark beetle *Chaetoptelius vestitus* in Iraq. Ain Shams University Faculty of Agriculture Research Bulletin, 6, 1-11.

Rızk, G.N., & Ardini S.A., (1981b). Ecological studies on the pistachio bark beetle *Chaetoptelius vestitus* in Iraq. Mesopotamia Journal of Agriculture, 16(2), 143-151.

Rızk, G.N., & Ardini S.A., (1981c). Biological Studies on The Pistachio Bark-Beetle *Chaetoptelius vestitus* Muls. (Coleoptera: Scolytidae) in Iraq. Research-Bulletin, Faculty of Agriculture, Ain Shams-University, 1667, 12.

Sönmez, C., (2022). Şanlıurfa İli Antepfıstığı Bahçelerinde Karagözkurdu, *Hylesinus vestitus* (Mulsant & Rey, 1860) (Coleoptera: Scolytidae)'un Bulaşıklık Oranı İle Sürdürülebilir Mücadelesinde Kitlesele Yakalama Ve Mekanik Mücadele Yöntemlerinin Etkinliği. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Şanlıurfa.

Şimşek, A., & Bolu, H., (2017). Diyarbakır ili Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) bahçelerindeki zararlı böcek faunasının belirlenmesi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(2), 43-58.

Tekin, H., Arpacı, S., Atlı, S., Acar, İ., Karadağ, S., Yükçeken, Y. & Yaman, A., (2001). Antepfıstığı Yetiştiriciliği. Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, No:13 Gaziantep.

Turanlı, M., (2009). Antepfıstığı Karagözkurdu (*Hylesinus vestitus* M&R.)'nun Zarar Durumu, Bazı Biyolojik Özellikleri ve Doğal Düşmanlarının Belirlenmesi Üzerine Çalışmalar. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş.

Yavuz, M.A., Yıldırım, H. & Onay, A., (2016). Dünya Antepfıstığı Üretiminde Son On Yılın Değerlendirilmesi. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 6(2/2), 22-31.

DETERMINATION OF SPATIAL VARIABILITY OF PRECIPITATION IN HAITI USING GPM-IMERG AND PERSIANN-CCS SATELLITE DATA

GPM-IMERG VE PERSIANN-CCS UYDU VERİLERİ KULLANILARAK HAİTİ'DE YAĞIŞIN MEKANSAL DEĞİŞKENLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Max Andy Clerge PIERRE

Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and
Irrigation, Samsun, Turkey

Sakine ÇETİN TANER

Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures
and Irrigation, Samsun, Turkey

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Precipitation is one of the most crucial parameters for the effective management of water resources. The rainfall data are collected from a limited number of ground stations spread across a specific region. Therefore, in many studies, some areas are excluded due to data limitations. Interpolation methods are commonly employed to estimate the spatial distribution of precipitation. However, using interpolation methods in areas where rainfall gauge data are scarce will not give accurate results. In such instances, satellite data can serve as a viable alternative method for determining the spatio-temporal variation of rainfall. The purpose of this study is to assess the potential of some satellite products in determining the spatial distribution of rainfall in Haiti.

Materials and Methods: This study was carried out in Haiti. GPM-IMERG and PERSIANN-CCS data were collected during a period starting on January 1, 2020, to end on December 31, 2021, monthly and yearly precipitation maps were generated.

Results: As a result of this study, respectively for 2020 and 2021 GPM-IMERG showed a monthly precipitation of 5.21-436.32 mm and 0.744-390.96 mm while PERSIANN-CCS showed a monthly precipitation of 0-581 mm and 0-870 mm. The annual precipitation values range from 698.72 to 2425.46 mm and from 515.02 to 2209.44 mm in the GPM-IMERG data, and from 314 to 2265 mm and from 191 to 2265 mm in the PERSIANN-CCS data, respectively, for the years 2020 and 2021.

Discussion and Conclusion: This study pointed out that GPM-IMERG has detected less rainfall over Haiti than PERSIANN-CCS. It could be due to the difference of resolution between those satellite images and their ability to detect rainy and dry days. GPM-IMERG and PERSIANN precipitation data can be verified with data obtained from rain gauges and used in many hydrological studies such as flood risk assessment and model studies.

Key Words: Precipitation, Remote Sensing, PERSIANN, GPM.

ÖZET

Giriş ve Amaç: Yağış, su kaynaklarının etkin yönetimi için önemli temel parametrelerden biridir. Yağış verileri genel olarak, belirli bölgeye dağıtılmış sınırlı sayıda yer istasyonlarıyla elde edilmektedir. Bu nedenle yapılan birçok çalışmada veri kısıtından dolayı bazı bölgeler çalışma dışı bırakılmaktadır. Yağışın alansal dağılımının belirlenmesinde, enterpolasyon yöntemleri de sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak yağış ölçer verilerinin az olduğu veya bulunmadığı alanlarda enterpolasyon yöntemlerini kullanmak doğru sonuçlar vermeyecektir. Bu durumda yağışın alansal-zamansal değişiminin belirlenmesinde uydu verilerinin kullanılması iyi bir alternatif yöntem olabilir. Bu çalışmanın temel amacı, GPM-IMERG ve PERSIANN-CCS uydu ürünlerinin Haiti’de yağışın alansal dağılımının belirlenmesinde kullanım potansiyelinin belirlenmesidir.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışma Karayipler bölgesinde bulunan Haiti’de yürütülmüştür. Çalışmada 1 Ocak 2020 ile 31 Aralık 2021 tarihleri arasındaki zaman dilimi için (2 yıllık veri seti) GPM-IMERG and PERSIANN-CCS yağış verileri temin edilmiştir. Bu verilerden aylık ve yıllık yağış haritaları elde edilmiştir.

Bulgular: Bu çalışma sonucunda, aylık yağış değerleri 2020 ve 2021 yılları için sırasıyla, GPM-IMERG verilerinde 5,21 - 436,32 mm ve 0,744 - 390,96 mm arasında, PERSIANN-CCS verilerinde 0 - 581 mm ve 0 - 870 mm arasında değişim göstermektedir. Yıllık yağış değerleri ise 2020 ve 2021 yılları için sırasıyla, GPM-IMERG verilerinde 698.72 – 2425,46 mm ve 515.02 – 2209.44 mm arasında, PERSIANN-CCS verilerinde 314 – 2265 mm ve 191-2265 mm arasında değişmektedir.

Tartışma ve Sonuç: Bu çalışma sonucunda, GPM-IMERG yağış verilerinin Haiti’de genel olarak PERSIANN-CCS yağış verilerinden daha az yağış tespit ettiği saptanmıştır. Bunun nedenleri arasında, uydu görüntüleri arasındaki çözünürlük farkı ve uyduların yağmurlu ve kurak günleri tespit etme yetenekleri olabilir. GPM-IMERG ve PERSIANN yağış verileri, yağışölçerlerden elde edilen verilerle doğrulanarak, taşkın riski değerlendirmesi, model çalışmaları gibi birçok hidrolojik çalışmada kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Yağış, Uzaktan Algılama, PERSIANN, GPM.

1. INTRODUCTION

Water is very important for life on earth, without it living beings can't survive. To protect and control this resource, much research has been carried out. During which it has been observed that some inputs are difficult to know precisely. Among those parameters the main one is precipitation. Its large spatial and temporal characteristics must be well known for better management of water resources, assessing of flood risks, hydrological studies etc. Usually, those precipitation data are collected from sparsely distributed and limited ground stations. Therefore, those data are discontinued, some places aren't taken into account. In an attempt to solve this problem, researchers used other alternatives, firstly interpolation that help to put more space into consideration. The spatio-temporal kriging method (ST-Kriging) is one of the most widely used methods for meteorological data with both temporal and spatial characteristics (Spadavecchia et al., 2009; Kilibarda et al., 2014; Montero et al., 2015; Gräler et al., 2016; Medeiros et al., 2019; Varouchakis et al., 2019; Rahmawati, 2020; Li et al., 2023). The main objective of the ST-Kriging method is to spread the autocorrelation function of the kriging process from spatial to spatio-temporal aspect through a spatio-temporal autocorrelation formula to better constitute the connection between spatial and temporal data (Li et al., 2023). And secondly satellite images data which is more accurate than the previous ones due to its

ability to observe precipitation over land and ocean, in addition its data could be readily collected for free all around the world. The coming of satellite images has made a lot of changes in many fields of study, specifically the water field. Their performance varies according to some criteria such as the place where it has been collected and the moment of time.

Nowadays there are several satellite precipitation products that play a key role in providing rainfall data. The most common ones are Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) for GPM (Ushio et al., 2010; Tian et al., 2010; Aslami et al., 2019; Kubota et al., 2020), Global Precipitation Measurement (GPM) mission (Islam, 2018; Kidd et al., 2020), Climate Prediction Centre (CPC) Morphing technique (CMORPH) (Joyce et al., 2004), Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks (PERSIANN) (Sorooshian et al., 2000), the PERSIANN Cloud Classification System estimation (PERSIANN-CCS) (Hong et al., 2004), the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Multi-satellite Precipitation Analysis (TMPA; Montazeri et al., 2020) etc. The processes for estimating precipitation data that come from satellites consist of Low Earth Orbit (LEO) and/or Geostationary Earth Orbit (GEO) satellites (Nguyen et al., 2018). GEO satellites are able to produce images every 5 to 30 minutes in multiple spectral bands, but at infrared and visible wavelengths their spectral coverage is restricted. On the other hand, LEO satellites are capable of transmitting passive microwave (PMW) information about hydrometeors, which are very important in estimating surface precipitation rates (Nguyen et al., 2018). Early research on the development of satellite-based precipitation assessment methods is succinctly presented in Hsu et al. (1997) cited by (Nguyen et al., 2018). This work contains individual analysis of pixel information (Meissner et al., 2001; Nguyen et al., 2018) as well as analysis of temporal variations and different types of cloud images (Scofield, 1987; Nguyen et al., 2018). The institutes and agencies that provide these satellite image datasets don't use the same algorithms. Their algorithm differences would help to have a better idea about the most reliable one by comparing them with rain gauges data over the area of study.

In this study PERSIANN-CCS and GPM-IMERG satellite were used to obtain precipitation dataset over Haiti for 2 years, it starts from January 1, 2020, to end on December 31, 2021. They were mapped from monthly to yearly in order to know the spatial distribution of rainfall over the study area for the fixed period of time. The possibilities of using these precipitation maps obtained within the scope of the study were evaluated. Those data could be used for water resource budget, flood control, water management, and other purposes.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Materials

2.1.1 PERSIANN-CCS Satellite Data

PERSIANN-CCS classifies cloud cover features using cloud height, with texture variability assessed coming from satellite imagery (Anonymous, 2024a). Its monthly dataset was downloaded from the CHRS portal for 2020 and 2021 (Anonymous, 2024b). This website provides rainfall data for free since January 2003 up to now. Those data are accessible all around the world, one just needs to have a good internet connection.

PERSIANN-CCS is world-renowned for its ability to provide real-time satellite images of precipitation with resolution ($0.04^\circ \times 0.04^\circ$ or $4 \text{ km} \times 4 \text{ km}$). This product is developed by the University of California, Irvine (UCI) through its Center for Hydrometeorology and Remote Sensing (CHRS) (Anonymous, 2024c). The algorithm of this product employs IR satellite imagery to remove regional and local cloud peculiarities for the purpose of estimating precipitation (Hong et al., 2004; Nguyen et al., 2018) by following the steps below:

- a) Cloud slicing divides the imagery into different cloud patches using an additional temperature threshold algorithm.
- b) Feature extraction extracts regional and local features from cloud patches, including geometry, coldness, and texture.
- c) Cloud categorization comprises cloud patches divided into several well-arranged subgroups from self-organizing feature maps (SOFMS) based on cloud patches.
- d) Precipitation is mapped using the existing link between cloud top temperature and precipitation from any categorized cloud type.

In step 4, the existing relationship between cloud top temperature and precipitation rate is found for all groups using the probability matching method (PMM) and an exponential curve arrangement. One of the basic features of this algorithm is its ability to capture moments of extreme precipitation with simplicity (Hong et al., 2004; Nguyen et al., 2018).

2.1.2 GPM-IMERG Satellite Data

GPM is one of the most used satellite image data to carry out research due to its high resolution in many parts of the world (Zhu et al., 2021; Marzuki et al., 2023; Batista et al., 2024; Shabankareh et al., 2024). The GPM data was downloaded on Geospatial Interactive Online Visualization and Analysis Infrastructure (GIOVANNI) (Anonymous, 2024d). This application allows you to visualize selected geophysical parameters. For this study, monthly GPM-IMERG precipitation data (GPM_3IMERGM, v07) for 2020 and 2021 were downloaded. Like many satellites image providers its data are available for downloading without paying money. The GPM is a much-used satellite product, created to unite and enhance precipitation data from operational and research microwave sensors in order to produce global precipitation data for future generations (Anonymous, 2024c). The principal objective of GPM mission is the launch of a GPM "Core" satellite by JAXA and NASA capable of carrying several advanced passive/active combined sensors, with the aim of setting new benchmarks for space-based precipitation measurements. Data from the combined passive/active sensors are also used to determine reasonable estimates of precipitation using a cluster of satellites provided by international partners (Anonymous, 2024e). This product estimates global surface precipitation rates at a high resolution of 0.1° every half-hour beginning 2000 (Anonymous, 2024f).

2.1.3 Study area

The study area focuses on the Republic of Haiti, a small island in the western part of Hispaniola, in the Greater Antilles archipelago (Figure 1). Haiti is a small island country (27750 sq. kilometres) located in the Caribbean, on the western one-third of the Island of Hispaniola (Wampler et al., 2011), between 18° – 20° north latitudes and 71° – 74° west longitudes. Most of the country has an altitude of over 200 m, covering around 75% of its surface area. The highest peak called “Pic de la selle” culminates at 2680 m above sea level. Sedimentary and metamorphic origins are the main characteristics over 80% of the soils (Gaucherel et al., 2017).

A horseshoe is the most convenient way to describe Haiti's shape, as it contains latitudinal peninsulas to the south and north. Its rugged relief can give rise to a complicated pattern of mountain/land breezes among the eastern regions (Moron et al., 2014). Its topography also contributes to create its watershed system. Haiti has 30 watersheds and ten (10) departments. The largest watershed is the Artibonite basin with an area of 6336 sq. kilometres whereas the

Latortue Island with an area of 180 sq. kilometres is the smallest one (Anonymous, 2024g). The west department is the largest region of the country with an area of 4980.83 sq. kilometres.

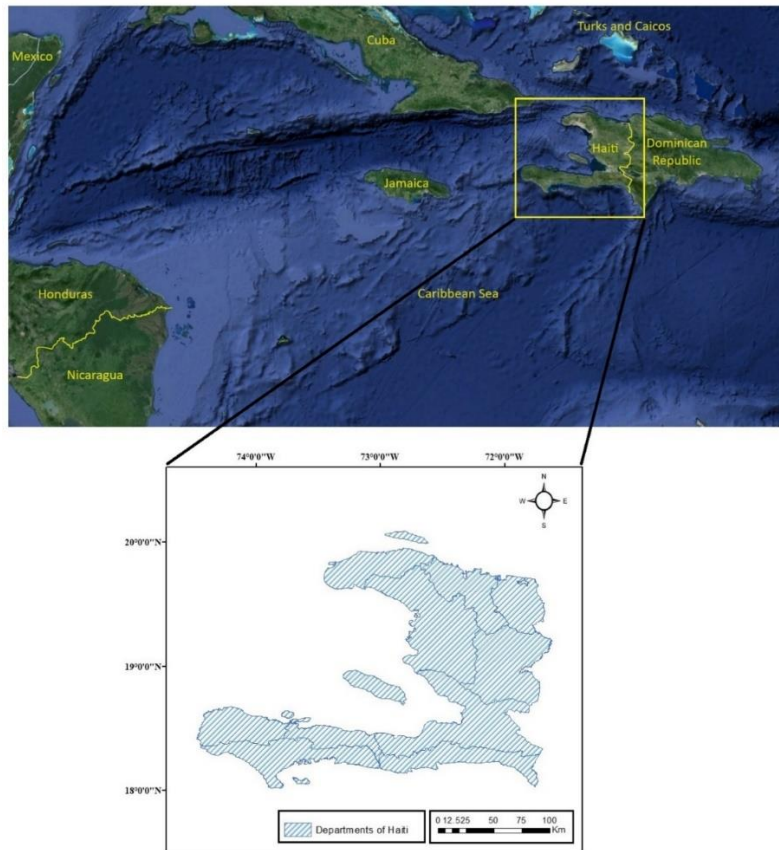


Figure 1. Geographical location of Haiti

2.2 Methods

2.2.1 Determination of Haiti's Boundaries

The Digital Elevation Model (DEM) of haiti has been collected from a national institution in Haiti called CNGIS (National Center for Geospatial Information). To delineate the watershed boundaries for the area of study, the logiciel acrgis 10.7.1 was used. This logiciel has filled the DEM pits, afterward the flow accumulation and the flow direction were determined, from that the drainage network was extracted. Based on the DEM, several additional grids are create to describe the multiple hydrological characteristics of the landscape. With a GIS, these “hydrologic grids” can lead to delineate the watershed boundaries by highlighting all the places in a DEM that are upstream of an outlet (Chinnayakanahalli et al., 2006).

2.2.2 Satellite Data Acquisition and Mapping

In this study, firstly, GPM-IMERG and PERSIANN-CCS satellite data were collected for monthly precipitation in 2020 and 2021. Those data were downloaded with TIF format for PERSIANN and NetCDF format for GPM. Afterwards transferred on ARCGIS for cutting and extending to Haiti's shape. Then, monthly data were collected separately for 2020 and 2021 to compute the annual precipitation. Calculations were carried out for each pixel of GPM-IMERG and PERSIAN-CCS satellite images. The usability of monthly and annual satellite maps obtained in this Caribbean country was investigated.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1 Digital Elevation Model Map

The DEM presenting the stream patterns for all basins in this study is shown in Figure 2. Accordingly, the largest river starts in the east and ends in the center of Haiti. It was observed that Haiti, the study area, has mainly high slopes. The lowest elevation is located in the eastern part while in the southwest and southeast part take place the highest elevation. This map shows the relation between elevation and river order. In most of Haiti, as the elevation increases, the stream order becomes smaller. In the north part stream order 3 and 4 are widely dominant counters the south part where stream order 1 and 2 are dominant.

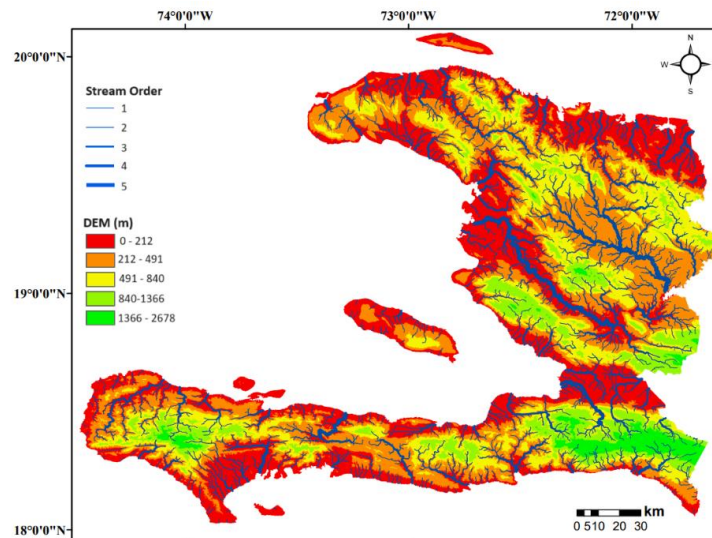


Figure 2. DEM map and stream order of Haiti

3.2 Precipitation Mapping

The monthly precipitation maps for the study area in 2020, obtained from GPM-IMERG satellite images, are presented in Figure 3. Monthly precipitation maps show variations across different satellite image time periods. In 2020, according to GPM data, the lowest recorded precipitation is 5.21 mm, while the highest is 436.32 mm. February, March, and April experienced low rainfall, while May, June, July, and August received a high amount of precipitation. The monthly precipitation maps derived from GPM-IMERG satellite data for Haiti in 2021 are shown in Figure 4. For 2021, the GPM-IMERG rainfall image revealed that the lowest recorded precipitation over Haiti was 0.744 mm, while the highest was 390.96 mm. From November to February, the lowest amount of rainfall has been recorded, whereas the highest amount has been observed from March to August. For both years (2020, 2021), the highest rainfall values were localized around the Artibonite watershed, the east part of Haiti.

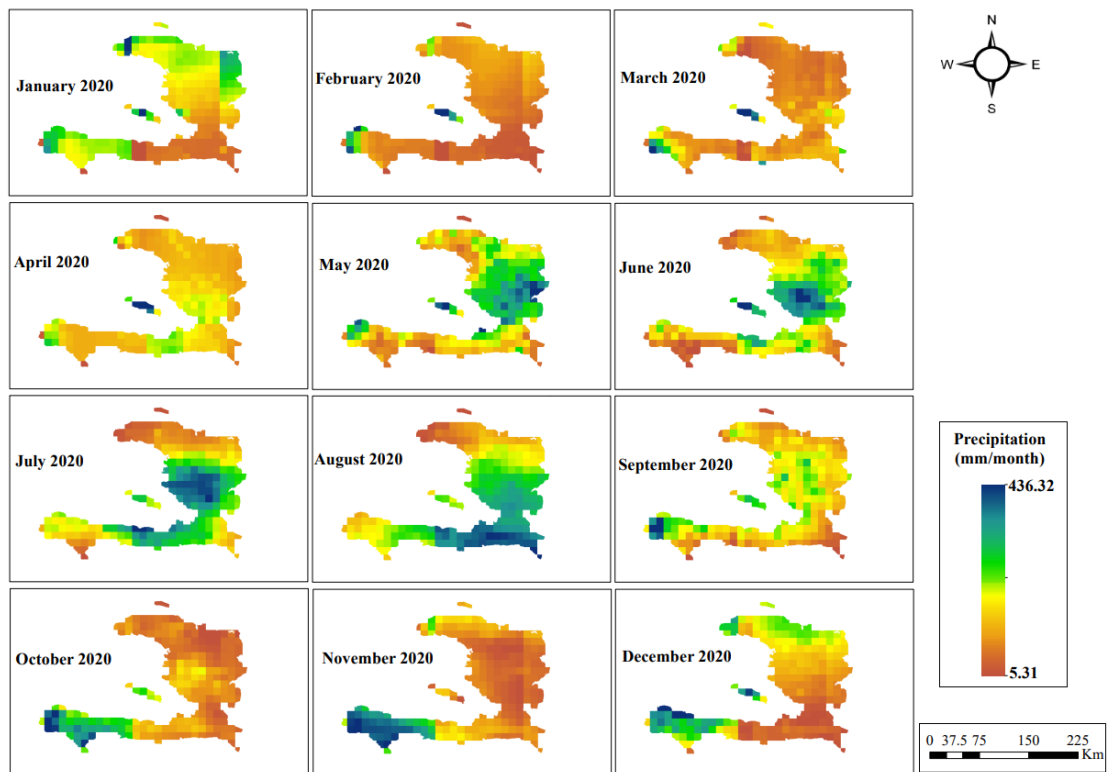


Figure 3. Precipitation maps obtained from GPM-IMERG satellite data for 2020 year in Haiti.

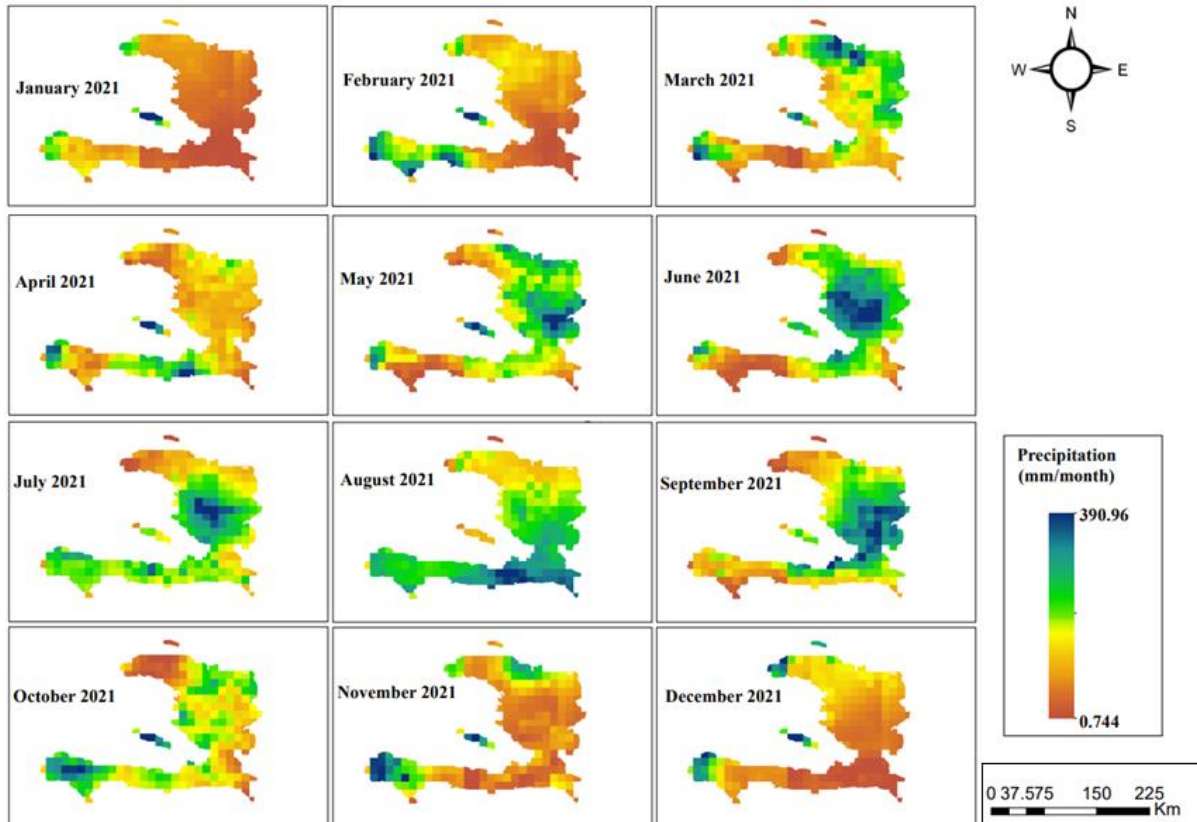


Figure 4. Precipitation maps obtained from GPM-IMERG satellite data for 2021 year in Haiti.

PERSIANN-CCS presents a different rainfall situation to that of the GPM-IMERG. The monthly precipitation maps obtained in 2020 for PERSIAN-CCS satellite data over study area are given in Figure 5. This image shows 0 mm as the lowest rainfall in Haiti and 581 mm as the highest amount. From December to April, the lowest amount of precipitation was recorded, while from May to September, higher rainfall was observed. Precipitation maps for Haiti obtained from 2021 monthly PERSIAN-CCS satellite data are highlighted in Figure 6. This image pointed out that the lowest amount of precipitation is 0 mm, while the highest value is 870 mm. Through these maps it's remarkable that from November to May, the lowest amount of precipitation was recorded, while the highest was from June to October.

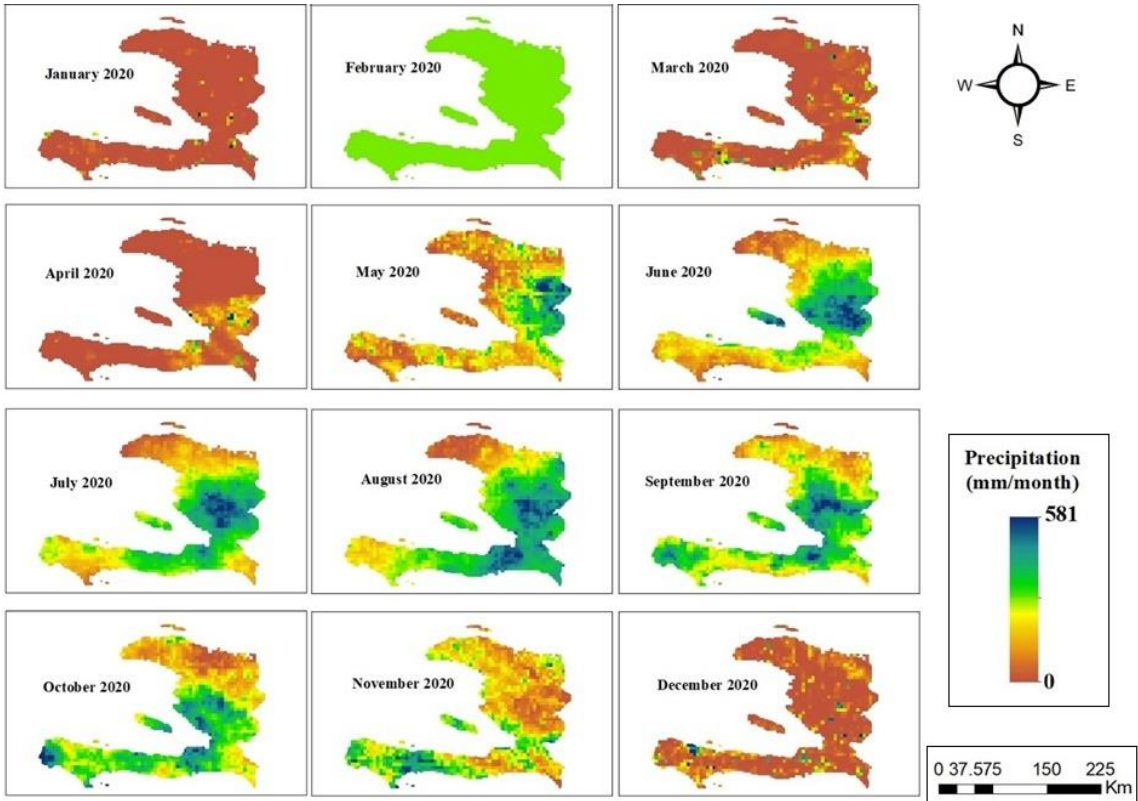


Figure 5. Precipitation maps obtained from PERSIAN-CCS satellite data for 2020 year in Haiti.

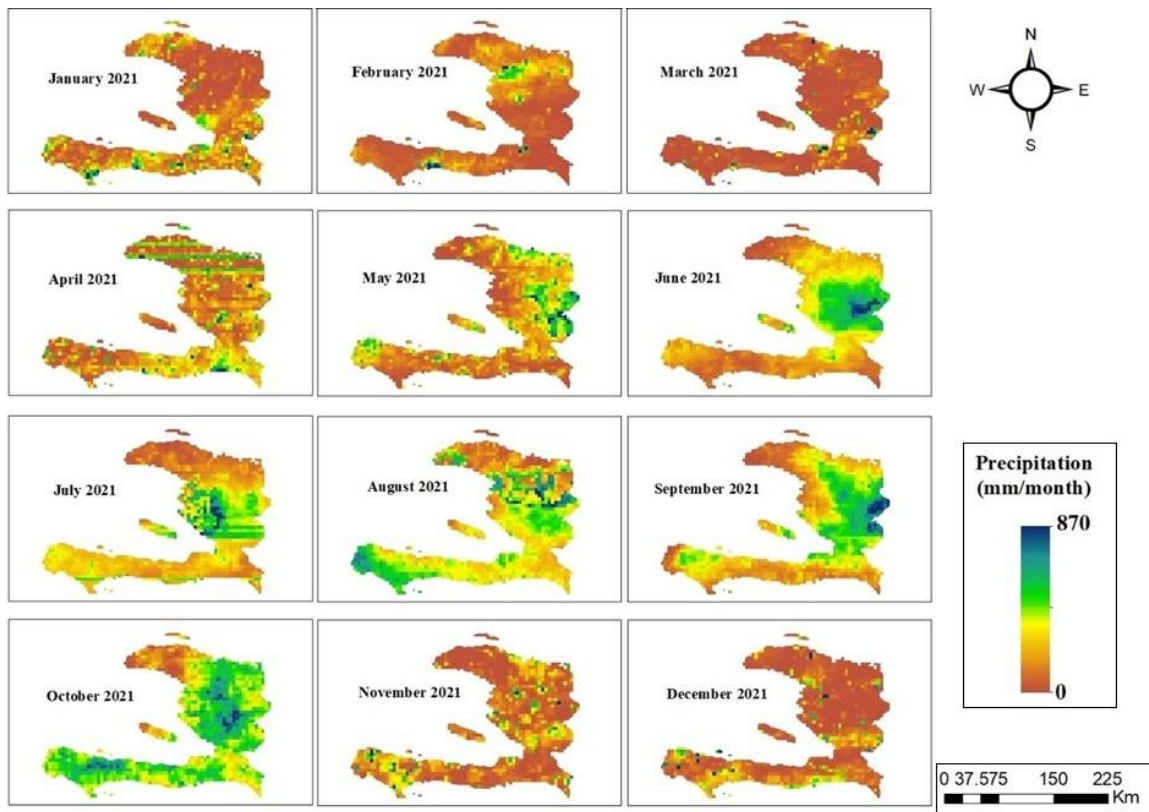


Figure 6. Precipitation maps obtained from PERSIANN-CCS satellite data for 2021 year in Haiti.

Annual cumulative precipitation maps obtained from GPM-IMERG satellite data for 2020 and 2021 years over Haiti are given in Figure 7. The annual precipitation for GPM-IMERG in 2020 and 2021 ranges from 698.72 mm to 2425.46 mm and from 515.02 mm to 2209.44 mm respectively. The lowest precipitation value was identified in the north-western part of Haiti known as Latortue Island, which is the country's smallest watershed. The highest rainfall value was observed in the western part of Haiti, on an island called Ile de La Gonave. The topographical, geographical and climatic conditions of the region may be some of the reasons for this situation.

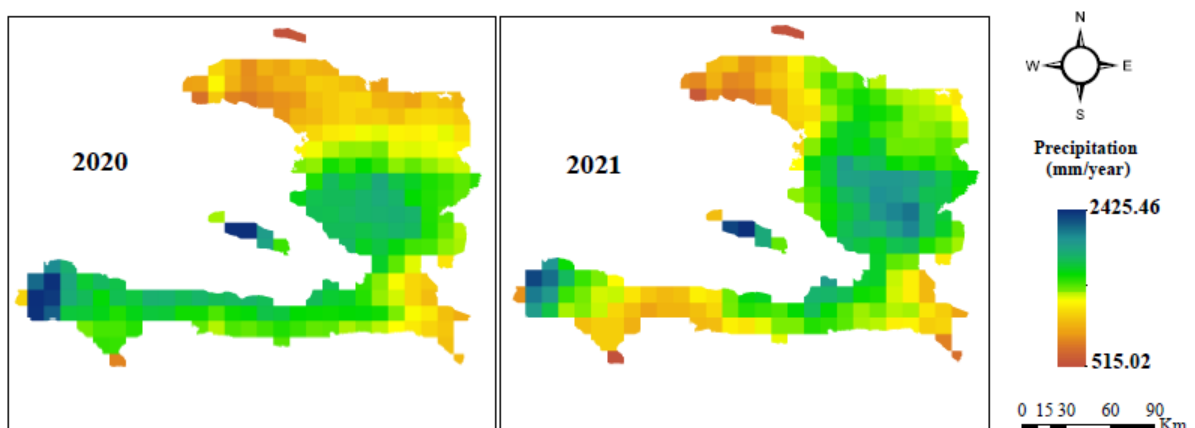


Figure 7. Annual Cumulative Precipitation maps obtained from GPM-IMERG satellite data for 2020 and 2021 years in Haiti.

Another result of the study is the annual cumulative precipitation maps for 2020 and 2021 years from PERSIANN-CCS satellite products (Figure 8). The annual cumulative maps obtained from PERSIANN-CCS in 2020 and 2021, it was noted that rainfall values ranged from 314 mm to 2265 mm in 2020, while in 2021, the lowest accumulated rainfall amount was 191 mm and the highest was 2230 mm. The lowest amount of rainfall in the study area was detected in the same location as indicated by GPM-IMERG, while the highest amount was observed in the center of Haiti, which contains the largest watershed.

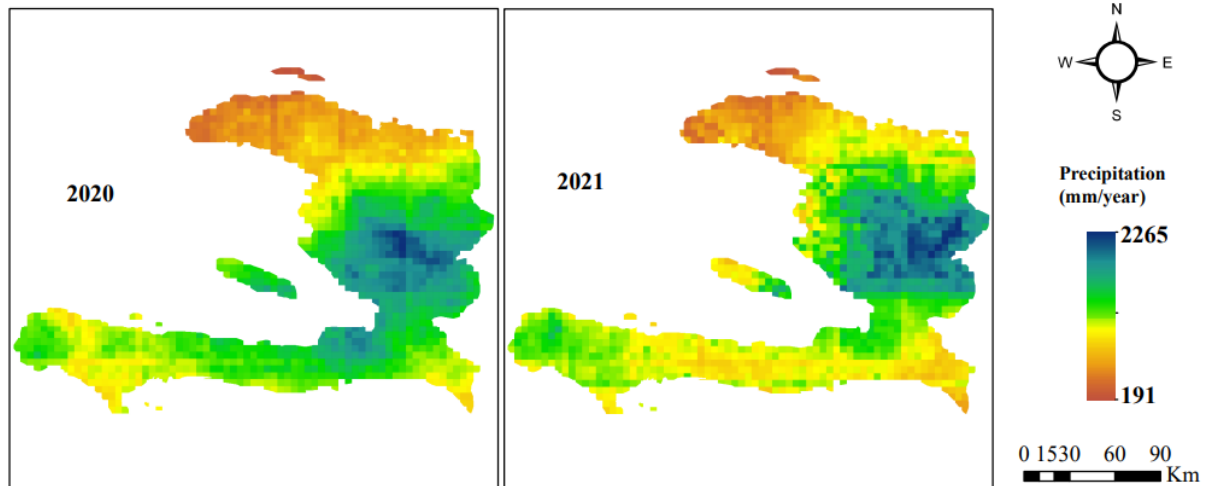


Figure 8. Annual Cumulative Precipitation maps obtained from PERSIANN-CCS satellite data for 2020 and 2021 years in Haiti.

According to Pillo et al., (1900) Haiti has two main periods: The rainy period (April-October) and the dry period (November-March). The maps obtained for 2020 by using PERSIANN-CCS, clearly show that the dry season started in December and ended in April. The GPM-IMERG satellite data for 2020 can't accurately determine the exact beginning and ending points of the dry season. Accordingly, PERSIANN-CCS data may be more successful than GPM-IMERG data in revealing the rainfall distribution during the dry season. Whereas the generated maps by PERSIANN-CCS for 2021, pointed out that starting and ending times for dry season are November and March, respectively. In 2021 trough GPM-IMERG, it has been observed that the dry season starts from November and continues until February. Thus, for 2021 both satellites have detected the two seasons, but GPM-IMERG showed the wet season more clearly than PERSIANN-CCS, and the latter showed the dry season better than GPM-IMERG.

In a study conducted by Bathelemy et al. (2022) in the Greater Antilles and Lesser Antilles, the amount of precipitation collected in these regions was calculated. The average annual precipitation in the Greater Antilles, including Haiti, ranges from 839.5 to 2299.5 mm. Based on these values, as a result of this study, it is easier to understand the annual forecast values (GPM-IMERG and PERSIANN-CCS for 2020 and 2021, respectively 515.02-2425.46, 191-2265 mm) obtained from GPM-IMERG and PERSIANN-CCS. In this case, it was found that the results of this study are generally in line with the literature.

4. CONCLUSION

A precise and extensive data set of gauge rainfall is crucial for effective water resource management. However, the scarcity of gauge rainfall stations poses a significant challenge, as

some areas lack available rainfall data. Increasing the number of rain gauges to improve rainfall distribution is often impractical and economically unfeasible (Li et al., 2012). Without accurate rainfall data, it becomes difficult to understand the times of maximum flooding in a catchment, which can lead to inappropriate sizing of hydraulic infrastructure to withstand certain loads. Aware of this situation, researchers have opted to utilize interpolation methods. However, this approach becomes unreliable due to the sparse rain gauge network. In such situations, satellite-derived precipitation estimates, with real-time availability and near-global coverage are able to provide a powerful alternative source of precipitation information for scarcely, weakly gauged basins as well as ungauged ones (Islam, 2018). In recent years the use of satellite-based precipitation estimates has surged in popularity, owing to their enhanced spatial resolution (0.25°) and temporal accuracy (≤ 3 h), extensive record spans (over 10 years), and accessibility to the public (Zulkafli et al., 2014; Cattani et al., 2016; Islam, 2018).

In this study, two different satellite image data (GPM-IMERG and PERSIANN-CCS) were used to determine the distribution of precipitation over Haiti for the years 2020 and 2021. The satellite image data used to achieve this study were analysed both monthly and annually. The results of the study showed that precipitation data in both years (2020 and 2021) have different results on a monthly and annual basis. It can also be said that the center part of Haiti generally receives more rainfall in certain periods of time. This region is where Haiti's largest watershed is located.

The two satellite image data used in this study differ in terms of spatial resolution. GPM-IMERG and PERSIANN-CCS satellite images spatial resolutions are $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ (approximately 10 km) and $0,04^\circ \times 0,04^\circ$ (approximately 4 km) respectively. Accordingly, maps with higher spatial resolution can be obtained from PERSIANN-CCS satellite products. Once these satellite data are verified and calibrated (with rain gauge data) they can be used as input in many studies. In addition, it can be said that precipitation data collected from satellite images is a good tool to solve spatial-temporal problems encountered in limited ground precipitation stations.

The precipitation revealed by satellite products (GPM-IMERG and PERSIANN-CCS) could be considered as a valuable resource in hydrological studies over large basins and areas, in limited resolution conditions of satellite images. Moreover, studies have shown that an accurate and comprehensive precipitation data set is vital for disaster mitigation policies, early warning systems, and water resources management (Valipour, 2016; Islam, 2018; Canli et al., 2018). These precipitation data also have the potential to simulate runoff, which is one of the major problems in Haiti. Therefore, these satellite products can inform and highlight numerous future studies in this region.

5. REFERENCES

- Anonymous, 2024a. https://chrs.web.uci.edu/SP_activities01.php
- Anonymous, 2024b. <https://chrsdata.eng.uci.edu/>
- Anonymous, 2024c. https://apdrc.soest.hawaii.edu/datadoc/persiann_ccs.php
- Anonymous, 2024d. <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>
- Anonymous, 2024e. <https://gpm.nasa.gov/missions/GPM>
- Anonymous, 2024f. https://disc.gsfc.nasa.gov/datasets/GPM_3IMERGM_07/summary
- Anonymous, 2024g. https://agriculture.gouv.ht/statistiques_agricoles/Atlas/

- Li, Y., Li, J., Xu, N., Fenton, G. A., Vardon, P. J., & Hicks, M. A. (2023). On worst-case correlation length in probabilistic 3D bearing capacity assessments. *Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards*, 17(3), 543-553.
- Li, P., & Wang, Y. (2023). Interpretation of spatio-temporal variation of precipitation from spatially sparse measurements using Bayesian compressive sensing (BCS). *Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards*, 1-18.
- Sharifi, E., Steinacker, R., & Saghafian, B. (2016). Assessment of GPM-IMERG and other precipitation products against gauge data under different topographic and climatic conditions in Iran: Preliminary results. *Remote Sensing*, 8(2), 135.
- Çetin, S., Köksal, E. S., & Tunca, E. (2018). TRMM ve GPM Uydu Verilerinden Belirlenen Yağış Haritalarının Su Bütçesi Hesaplamalarında Kullanılma Olanakları. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 109-118.
- Islam, M. A. (2018). Statistical comparison of satellite-retrieved precipitation products with rain gauge observations over Bangladesh. *International Journal of Remote Sensing*, 39(9), 2906-2936.
- Sharifi, E., Steinacker, R., & Saghafian, B. (2016). Assessment of GPM-IMERG and other precipitation products against gauge data under different topographic and climatic conditions in Iran: Preliminary results. *Remote Sensing*, 8(2), 135.
- Maass Morales, C. E. (2017). *Catchment-scale flood modeling using IMERG satellite-based precipitation and WorldView-2 imagery. A Case Study of Les Cayes, South coast of Haiti* (Master's thesis).
- Moron, V., Frelat, R., Jean-Jeune, P. K., & Gaucherel, C. (2015). Interannual and intra-annual variability of rainfall in Haiti (1905–2005). *Climate Dynamics*, 45, 915-932.
- Tan, M. L., & Santo, H. (2018). Comparison of GPM IMERG, TMPA 3B42 and PERSIANN-CDR satellite precipitation products over Malaysia. *Atmospheric Research*, 202, 63-76.
- Zhang, D., Yang, M., Ma, M., Tang, G., Wang, T., Zhao, X., ... & Wang, W. (2022). Can GPM IMERG capture extreme precipitation in North China Plain?. *Remote Sensing*, 14(4), 928.
- Akbari, A., Rajabi Jaghargh, M., Abu Samah, A., & Cox, J. (2023). Utilization of Google Earth Engine for Assessment of Daily and Seasonal Variations of TRMM3B43-v7, GPM-v6 and PERSIANN-CDR Data Over the Coastline of Pahang State, Malaysia. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 51(3), 601-611.
- Asferizal, F. (2022). Analisis Perbandingan Kehandalan Data Hujan GSMaP, TRMM, GPM dan PERSIANN Terhadap Data Obsevasi Dalam Rentang Waktu Penelitian 2020-2021. *Journal of Infrastructure Planning and Design*, 2(1), 33-41.
- Song, L., Xu, C., Long, Y., Lei, X., Suo, N., & Cao, L. (2022). Performance of Seven Gridded Precipitation Products over Arid Central Asia and Subregions. *Remote Sensing*, 14(23), 6039.
- Hong, Y., Hsu, K. L., Sorooshian, S., & Gao, X. (2004). Precipitation estimation from remotely sensed imagery using an artificial neural network cloud classification system. *Journal of Applied Meteorology*, 43(12), 1834-1853.
- Joyce, R. J., Janowiak, J. E., Arkin, P. A., & Xie, P. (2004). CMORPH: A method that produces global precipitation estimates from passive microwave and infrared data at high spatial and temporal resolution. *Journal of hydrometeorology*, 5(3), 487-503.
- Huffman, G. J., Bolvin, D. T., Nelkin, E. J., Wolff, D. B., Adler, R. F., Gu, G., ... & Stocker, E. F. (2007). The TRMM multisatellite precipitation analysis (TMPA): Quasi-global, multiyear,

combined-sensor precipitation estimates at fine scales. *Journal of hydrometeorology*, 8(1), 38-55.

Aonashi, K., Awaka, J., Hirose, M., Kozu, T., Kubota, T., Liu, G., ... & Takayabu, Y. N. (2009). GSMaP passive microwave precipitation retrieval algorithm: Algorithm description and validation. *GSMaP passive microwave precipitation retrieval algorithm*, 87A, 119-136.

Sorooshian, S., Hsu, K. L., Gao, X., Gupta, H. V., Imam, B., & Braithwaite, D. (2000). Evaluation of PERSIANN system satellite-based estimates of tropical rainfall. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 81(9), 2035-2046.

Batista, F. F., Rodrigues, D. T., & e Silva, C. M. S. (2024). Analysis of climatic extremes in the Parnaíba River Basin, Northeast Brazil, using GPM IMERG-V6 products. *Weather and Climate Extremes*, 100646.

Marzuki, M., Ramadhan, R., Yusnaini, H., Vonnisa, M., Safitri, R., & Yanfatriani, E. (2023). Changes in Extreme Rainfall in New Capital of Indonesia (IKN) Based on 20 Years of GPM-IMERG Data. *Trends in Sciences*, 20(11), 6935-6935.

Zhu, S., Shen, Y., & Ma, Z. (2021). A new perspective for charactering the spatio-temporal patterns of the error in GPM IMERG over mainland China. *Earth and Space Science*, 8(1).

Shabankareh, R. N. T., Ziaee, P., & Abedini, M. J. (2024). Evaluation of IMERG precipitation product over various temporal scales in a semi-arid region of southern Iran. *Journal of Arid Environments*, 220, 105102.

Wampler, P. J., & Sisson, A. J. (2011). Spring flow, bacterial contamination, and water resources in rural Haiti. *Environmental Earth Sciences*, 62, 1619-1628.

Gaucherel, C., Frelat, R., Salomon, L., Rouy, B., Pandey, N., & Cudennec, C. (2017). Regional watershed characterization and classification with river network analyses. *Earth Surface Processes and Landforms*, 42(13), 2068-2081.

Chinnayakanahalli, K., Kroeber, C., Hill, R. A., Tarboton, D. G., Olson, J. R., & Hawkins, C. P. (2006). The multi-watershed delineation tool: GIS software in support of regional watershed analyses. *Utah State University, Logan*.

Pillo, D., Bonnefoy, M., Bienaimé, A., Dufumier, M., Massieu, H., Mathieu, P., Monicat, F., Temple, A., & Vazeilles, P. (1990). *Manuel d'agronomie tropicale appliquée à l'agriculture Haïtienne*. 75010 Paris, France. Groupe de recherche et d'échanges technologiques.

Kazamias, A. P., Sapountzis, M., & Lagouvardos, K. (2022). Evaluation of GPM-IMERG rainfall estimates at multiple temporal and spatial scales over Greece. *Atmospheric Research*, 269, 106014.

TAMBIE, J. D., & RAMLAL, B. (2024). Comparison of GPM IMERG and PERSIANN-CDR satellite-derived precipitation estimate products over Trinidad. *Caribbean Journal of Earth Science*, 55, 15–29.

Carvalho, M. Â. C. C. D., Uliana, E. M., Silva, D. D. D., Aires, U. R. V., Martins, C. A. D. S., Sousa Junior, M. F. D., ... & Mendes, M. A. D. S. A. (2020). Drought monitoring based on remote sensing in a grain-producing region in the cerrado–amazon transition, Brazil. *Water*, 12(12), 3366.

Huang, W. R., Liu, P. Y., & Hsu, J. (2021). Multiple timescale assessment of wet season precipitation estimation over Taiwan using the PERSIANN family products. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 103, 102521.

- Bathelemy, R., Brigode, P., Boisson, D., & Tric, E. (2022). Rainfall in the Greater and Lesser Antilles: Performance of five gridded datasets on a daily timescale. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 43, 101203.
- Nguyen, P., Ombadi, M., Sorooshian, S., Hsu, K., AghaKouchak, A., Braithwaite, D., ... & Thorstensen, A. R. (2018). The PERSIANN family of global satellite precipitation data: A review and evaluation of products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22(11), 5801-5816.
- Li, X. H., Zhang, Q., & Xu, C. Y. (2012). Suitability of the TRMM satellite rainfalls in driving a distributed hydrological model for water balance computations in Xinjiang catchment, Poyang lake basin. *Journal of Hydrology*, 426, 28-38.
- Zulkafli, Z., Buytaert, W., Onof, C., Manz, B., Tarnavsky, E., Lavado, W., & Guyot, J. L. (2014). A comparative performance analysis of TRMM 3B42 (TMPA) versions 6 and 7 for hydrological applications over Andean–Amazo river basins. *Journal of Hydrometeorology*, 15(2), 581-592.
- Cattani, E., Merino, A., & Levizzani, V. (2016). Evaluation of monthly satellite-derived precipitation products over East Africa. *Journal of Hydrometeorology*, 17(10), 2555-2573.
- Valipour, M. (2016). How much meteorological information is necessary to achieve reliable accuracy for rainfall estimations?. *Agriculture*, 6(4), 53.
- Canli, E., Loigge, B., & Glade, T. (2018). Spatially distributed rainfall information and its potential for regional landslide early warning systems. *Natural hazards*, 91, 103-127.
- Scofield, R. A. (1987). The NESDIS operational convective precipitation-estimation technique. *Monthly Weather Review*, 115(8), 1773-1793.
- Meissner, T., Smith, D., & Wentz, F. (2001). A 10 year intercomparison between collocated Special Sensor Microwave Imager oceanic surface wind speed retrievals and global analyses. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 106(C6), 11731-11742.
- Hsu, K. L., Gao, X., Sorooshian, S., & Gupta, H. V. (1997). Precipitation estimation from remotely sensed information using artificial neural networks. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 36(9), 1176-1190.
- Kubota, T., Aonashi, K., Ushio, T., Shige, S., Takayabu, Y. N., Kachi, M., ... & Oki, R. (2020). Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) products in the GPM era. *Satellite Precipitation Measurement: Volume 1*, 355-373.
- Tian, Y., Peters-Lidard, C. D., Adler, R. F., Kubota, T., & Ushio, T. (2010). Evaluation of GSMaP precipitation estimates over the contiguous United States. *Journal of Hydrometeorology*, 11(2), 566-574.
- Ushio, T., & Kachi, M. (2010). Kalman filtering applications for global satellite mapping of precipitation (GSMaP). *Satellite rainfall applications for surface hydrology*, 105-123.
- Aslami, F., Ghorbani, A., Sobhani, B., & Esmali, A. (2019). Comprehensive comparison of daily IMERG and GSMaP satellite precipitation products in Ardabil Province, Iran. *International journal of remote sensing*, 40(8), 3139-3153.
- Rahmawati, N. (2020). Space-time variogram for daily rainfall estimates using rain gauges and satellite data in mountainous tropical Island of Bali, Indonesia (Preliminary Study). *Journal of hydrology*, 590, 125177.
- Varouchakis, E. A., Theodoridou, P. G., & Karatzas, G. P. (2019). Spatiotemporal geostatistical modeling of groundwater levels under a Bayesian framework using means of physical background. *Journal of Hydrology*, 575, 487-498.

- Medeiros, E. S. D., de Lima, R. R., Olinda, R. A. D., Dantas, L. G., & Santos, C. A. C. D. (2019). Space-time kriging of precipitation: Modeling the large-scale variation with model GAMLSS. *Water*, *11*(11), 2368.
- Gräler, B., Pebesma, E. J., & Heuvelink, G. B. (2016). Spatio-temporal interpolation using gstat. *R J.*, *8*(1), 204.
- Montero, J. M., Fernández-Avilés, G., & Mateu, J. (2015). *Spatial and spatio-temporal geostatistical modeling and kriging*. John Wiley & Sons.
- Kilibarda, M., Hengl, T., Heuvelink, G. B., Gräler, B., Pebesma, E., Perčec Tadić, M., & Bajat, B. (2014). Spatio-temporal interpolation of daily temperatures for global land areas at 1 km resolution. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, *119*(5), 2294-2313.
- Spadavecchia, L., & Williams, M. (2009). Can spatio-temporal geostatistical methods improve high resolution regionalisation of meteorological variables? *Agricultural and Forest Meteorology*, *149*(6-7), 1105-1117.
- Kidd, C., Takayabu, Y. N., Skofronick-Jackson, G. M., Huffman, G. J., Braun, S. A., Kubota, T., & Turk, F. J. (2020). The global precipitation measurement (GPM) mission. *Satellite Precipitation Measurement: Volume 1*, 3-23.
- Montazeri, M., Kiany, M. S. K., & Masoodian, S. A. (2020). Evaluation of Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Multi-satellite Precipitation Analysis (TMPA v7) in drought monitoring over southwest Iran. *Climate Research*, *82*, 55-73.

BIOHERBICIDAL EFFECTS OF URTICA DIOICA L. (NETTLE) ETHANOL EXTRACT ON DIFFERENT WEED SEEDS

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe USANMAZ BOZHÜYÜK
İğdır Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek yüksekokulu

Melike KARAÇÖL
İğdır Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

ABSTRACT

Weeds are one of the main factors that cause important agricultural problems. In our study, the bioherbicidal effects of the ethanol extract obtained from the leaves of the *Urtica dioica* L. (Nettle) plant against the weed seeds and seedlings of *Melilotus officinalis* L. (Yellow sweet clover) and *Rumex crispus* L. (Curled dock) were investigated. In petri studies, 5, 10 and 15 mg/petri of the extract was applied to weed seedlings at a concentration of 15 mg/pot in greenhouse studies. Germination was determined by placing the Petri dishes in the incubator and monitoring them for 7-14 days at 23±2°C with 16 hours of light and 8 hours of darkness, and the root and shoot lengths of the seeds were measured in mm. In potting work; 50 weed seeds were planted homogeneously in each pot. The seeds were covered with 1 cm thick soil and tested in a greenhouse environment. When the sown weed seeds had 3-4 leaves, the number of seedlings in the pots was equalized to 30 and applications were made. Two-way analysis of variance (ANOVA) was applied to the results, and the differences between the means were grouped according to the $P \leq 0.05$ significance level by subjecting them to the Duncan multiple comparison test. The extract showed the highest seed germination of 58.6% and 90.4%; root growth 33.3 and 99.1%; shoot growth 83.9 and 99.3% inhibited in *M. officinalis* and *R. crispus* seeds, respectively. In greenhouse trials observed at rates of 43.3 and 34.4% in *M. officinalis* seedlings and 47.7 and 35.5% *R. crispus* seedling death rates were at the end of 24 and 48 hours, respectively. In The highest dose of nettle extract (15 mg) was found effective in both the petri dish and the greenhouse trial. In this study, it was determined that the ethanol extract obtained from the *U. dioica* plant inhibited the germination, root and shoot development of weed seeds, increased seedling mortality, and the inhibition rate increased due to the increase in concentration. According to these results, it can be said that *Urtica dioica* plant has allelopathic potential.

Key Words: Bioherbicidal effect; Germination; Extract; Nettle; Weed

ÖZET

Yabancı otlar önemli tarım sorunlarına neden olan ana etmenlerden biridir. Bu çalışmada; *Urtica dioica* L. (Isırgan) bitkisinin yapraklarından elde edilen etanol ekstraktının *Melilotus officinalis* L. (Sarı taş yoncası) ve *Rumex crispus* L. (Kıvırcık lapada) yabancı ot tohumları ve fidelerine karşı biyoherbisidal etkileri araştırılmıştır. Petri çalışmalarında ekstraktın 5, 10 ve 15 mg petri⁻¹ ve sera çalışmalarında ise 15 mg/saksı⁻¹lik konsantrasyonu yabancı ot fidelerine uygulanmıştır. Petri kapları inkübatöre alınarak 23±2°C’de 16 saat ışık, 8 saat karanlık olacak şekilde 7-14 gün boyunca takip edilerek çimlenmeler tespit edilmiş, tohumların kök ve sürgün boyları mm cinsinden ölçülmüştür. Saksı çalışmasında ise; her bir saksıya 50 yabancı ot tohumu homojen bir şekilde ekilmiştir. Tohumların üzeri 1 cm kalınlıktaki toprak ile kapatılarak sera ortamında denemeye alınmıştır. Ekilen yabancı ot tohumları 3-4 yapraklı olduğu döneme gelince saksılardaki fide sayıları 30 adet olacak şekilde eşitlenmiş ve uygulamalar yapılmıştır. Sonuçlara, çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutularak P≤0.05 önem derecesine göre gruplandırılmıştır. Ekstrakt *M. officinalis* ve *R. crispus* tohumlarında sırasıyla en yüksek tohum çimlenmesini %58.6 ve 90.4; kök büyümesini %33.3 ve 99.1; sürgün büyümesini ise %83.9 ve 99.3 oranlarında engellemiştir. Sera denemelerinde 24 ve 48. saat sonunda sırasıyla *M. officinalis* fidelerinde %43.3 ve 34.4; *R. crispus*’ta ise %47.7 ve 35.5 oranlarında fide ölümü görülmüştür. Isırgan ekstraktının en yüksek dozu (15 mg) hem petri denemesinde hem de sera denemesinde etkili bulunmuştur. Bu çalışmada, *U. dioica* bitkisinden elde edilen etanol ekstraktının yabancı ot tohumlarının çimlenme, kök ve sürgün gelişimini engellediği fide ölümlerini artırdığı ve konsantrasyon artışına bağlı olarak inhibisyon oranında arttığı saptanmıştır. Bu sonuçlara göre *Urtica dioica* bitkisinin allelopatik potansiyele sahip olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Biyoherbisidal etki; Çimlenme; Ekstrakt; Isırgan; Yabancı ot

GİRİŞ

Ülkemiz bulunduğu coğrafik konumuna bağlı olarak dört mevsimin belirgin olarak yaşanması birçok ürün yetiştirilmesine olanak sağlamaktadır. Tarımın başlıca amacı doğaya zarar vermeden, birim alandan olabildiğince fazla miktarda ve yüksek kalitede ürün elde etmektir. Bu amacı sınırlayan en önemli etmenlerden biri de yabancı otlardır (Topal, 2011). Tarım alanları içinde ya da dışında bulunmasını istemediğimiz faydasından çok zararı olan bütün bitkilere “yabancı ot” adı verilir (Çamurköylü ve Demirkan, 1993). Eğer yabancı otlara karşı gerekli önlemler alınmazsa %100’e varan bir kayıp meydana gelebilir (Derke ve ark., 1994). Dünyada 7000 yabancı ot türü olduğu tahmin edilmekte ve bunların 200–300 kadarının tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilediği belirtilmektedir (Patterson 1985). Yabancı otlar kültür bitkileri ile kuvvetli bir şekilde rekabete girerek onların; su ve besinlerine ortak olmakta, ışığını engellemekte ve çıkardıkları salgılarla kültür bitkilerinin gelişmesini önlemekte (Uygur ve ark., 1984). Kültür bitkileri içerisinde bulunan yabancı otlar bulunma yoğunluğuna ve otun türüne bağlı olarak %31 oranında ürün kaybına sebep olmaktadır (Oerke ve ark., 2012). Yabancı otlar ile mücadele yöntemlerinden kimyasal mücadelenin yanı sıra fiziksel mücadele, kültürel mücadele, mekanik mücadele ve son yıllarda popüler olan biyolojik mücadele yöntemleri de kullanılmaktadır. Fakat günümüzde tarım alanlarında, yabancı otları kontrol etmek amacıyla; iş gücü ve maliyetlerin artmasından dolayı, hızlı sonuç vermesi, kolay uygulanabilmesi ve düşük maliyetinden dolayı kimyasal mücadele yöntemleri tercih edilmektedir (Kitiş, 2011; Hussain ve ark. 2014). Yabancı otları kontrol etmek

amacıyla, 1900'lü yıllarda bazı kimyasal maddeler denenmiştir. İlk olarak Fransa'da dinitrofenoller ve kresoller kullanılmıştır. Yine, bitkileri öldürmek için sodyum klorür, demir sülfat, bakır sülfat, sodyum klorat, sülfürik asit, kalsiyum siyanamid, arsenikli bileşikler ve boratlar kullanılmıştır (Robbins ve ark., 1952). Herbisitlerin dünyada fazla kullanılmasından dolayı hem biyolojik çeşitlilikte hemde çevre üzerinde olumsuz etkisi bakımından dolayı en riskli kimyasallar arasında yer almaktadır (Başaran ve Serim., 2010; Mahmud ve ark., 2015). Yabancı ot mücadelesinde yoğun ve bilinçsiz bir şekilde kullanılan herbisitler yer üstü ve yer altı su kirliliğine, tarım ürünlerinde kalıntılara ve herbisitlere karşı dayanıklı yabancı otların oluşmasından dolayı zamanla artan çevre bilinci ve sentetik herbisitlerin insan sağlığına olumsuz etkilerinden dolayı araştırmacılar ekosisteme zarar vermeyen ve daha çabuk parçalanabilen kalıntı bırakmayan alternatif mücadele yöntemleri geliştirmeye ve sentetik herbisitlerin yerine doğal bileşiklerin kullanılması arayışına girmişlerdir (Dudai ve ark., 1993; Duke ve ark., 2000; Gliessman, 2002; Salamcı ve ark., 2007). Bu alternatif mücadele yöntemlerinin biri de allelopatidir (Kılınç ve Karaca, 2023). 1970'li yıllarda allelopati ile ilgili çalışmalar Avusturyalı bilim adamı tarafından yapılmış olsada dünyada allelopati çalışmaları 1980' den sonra başlamıştır (Willis, 2007). Bir bitkinin sentezlediği kimyasallar başka bitkilerin büyüme ve gelişiminin doğrudan veya dolaylı olarak olumlu veya olumsuz etkilemesi allelopati olarak tanımlanmaktadır (Rice, 1985). Allelokimyasallar bitkinin kendi hücrelerinde sentezlenir. Allelopatik potansiyele sahip kimyasallar; bitkinin kök, yaprak, gövde, çiçek, tohum gibi tüm bitki aksamında bulunabilirler (Batish ve ark., 2001; Singh ve ark., 2003; Duke, 2010). Allelokimyasalların toprağa ve atmosfere salınımları buharlaşma, toprak üstü organlardan yıkanma, kök salgıları ve bitki dokularının ayrışmasıyla olmaktadır (Weston, 1996). Allelokimyasallar, fungusit, insektisit, herbisit olarak kullanılabilir. Herbisit etkili olan allelokimyasallara biyoherbisit adı verilmektedir. Allelokimyasalların bitkiler üzerinde fizyolojik belirtileri; tohumların kararması, kök veya kökçüklerin azalması, kök uçlarında nekroz veya şişme, kök ekseninin kıvrılması, renk değişikliği, kuru ağırlıkta azalma, üreme kapasitesinde azalma vb. olarak görülmektedir (Bhadoria, 2011). Yabancı otlarla mücadelede allelopati; doğal malç, örtücü bitki, ekim nöbeti bitkisi, karışık ekim, yeşil gübre, allelopatik bitkilerden elde edilen ekstraktlar ve biyoherbisitlerin kullanımı şeklinde olmaktadır (Kalinova, 2010). Günümüzde insanlarda sağlık ve çevre bilincinin gelişmesiyle birlikte tarımda yabancı otlarla mücadelede kullanılan tarım ilaçları kullanmama veya sentetik herbisitlere alternatif olacak biyoherbisit kullanma yönünde bir eğilim vardır (Arıkan ve ark., 2015; Özen ve ark., 2017).

Isırgan otu (*Urtica dioica*) ısırgangiller (*Urticaceae*) familyasında yer alan, çok yıllık otsu bir bitkidir. Cinsin en bilinen üyeleri, *U. dioica* L. ve *U. urens* L.'dir (Jiarui vd., 2003). Isırgan ülkemizde ormanlık alanlarda, nehir ve yol kenarlarında, kendiliğinden yetişen bir bitkidir ısırgan otu yaz aylarında çiçek açar. Çiçekleri dönemsel olarak yeşil, kırmızı ve kahverengi şeklinde renk değiştirir (Davis, 1988). Anadolu'da çeşitli yöresel isimleriyle bilinen ısırgan; dızlağan, cızlağan, cızgan, dalagan, cınçar, , ısırgı olarak adlandırılır (Baytop, 1999). Isırgan otunun yakıcı özelliği sebebiyle, Latince'de "yanmak" manasına gelen "urere" sözcüğünden türetilmiştir. *dioica* tür adı ise, dişi veya erkek çiçeklerin ayrı bireylerde bulunmasıdır (Mueen ve Subramani, 2014). Isırgan otu (*Urtica dioica* L.);içerisinde barındırdığı esansiyel yağlar, fenolik bileşikler, flavonoidler hem gıda hemde halk hekimliğinde çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Jan ve ark., 2016). Ayrıca yaprakları haşlanarak çorba, salata ve sebze yemeği olarak tüketilebilir (Adhikari ve ark., 2016).

Bu çalışmada, *Urtica dioica* L. (Isırgan otu) etanol ekstraktının kültür ve tarım alanlarında sorun olan *Melilotus officinalis* L. (Sarı taş yoncası) ve *Rumex crispus* L. (Kıvırcık lapada) yabancı otları üzerinde *in vitro* (Petri denemeleri) ve *in vivo* (Saksı-Sera denemeleri) koşullarda biyoherbisidal etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bitki Materyali

Tohum Materyali

Iğdır ili çeşitli alanların tarla ve yol kenarlarından *Melilotus officinalis* L. (Sarı taş yoncası) ve *Rumex crispus* L. (Kıvırcık lapada) tohumları olgunlaşma dönemlerinde 2023 yılı Temmuz-Eylül aylarında toplanmıştır. Elde edilen tohumların dormansilerinin kırılması için çalışmada kullanılıncaya kadar +4 °C’ de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Bitkiden Etanol Ekstraktının Elde Edilmesi

Ekstraktın elde edilmesinde bitki örneğinden hassas terazide 100 gr tartılıp üzerine 400 ml ethanol ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında orbital çalkalayıcıda 48 saat boyunca 200 devir (rpm)’de bekletilmiştir. Elde edilen karışım 4 katlı steril tülbent bezinden geçirilmiş sonra Wattman No: 1 filtre kâğıdı ile 400 ml’lik erlene süzümüştür. Süzülen çözeltideki çözücü rotary evaporatörde 140 rpm devir ve 40 °C sıcaklıkta uçurulmuştur. Elde edilen ekstrakt in vitro (Petri denemeleri) ve in vivo (Sera denemeleri) çalışmalarında kullanılıncaya kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir. Ekstrakt uygulama dozları ise 5, 10 ve 15 mg petri⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Etanol Ekstraktının Laboratuvar Koşullarında Biyoherbisidal Etkinliğinin Belirlenmesi

Petri ve saksı çalışmalarında kullanılacak olan yabancı ot tohumları suda yüzdürme yöntemi ile ayıklanmış, görünümü iyi ve dolgun tohumlar denemeye alınmıştır. Ayıklanan tohumların steril olarak kullanılabilmesi için % 1’lik sodyum hipoklorit (çamaşır suyu)’te 5 dakika bekletilip 5-6 kez saf su ile yıkanmış ve denemede kullanılmaya hazır hale getirilmiştir. Steril, 9*12 cm çaplı ve tek kullanımlık plastik petri kaplarının içine, önceden etüvde steril edilmiş kurutma kağıtları, 2 kat olacak şekilde konulmuştur. Steril edilen tohumlardan 50’şer adet her bir petri kabının içerisine yerleştirilmiştir. Petri kaplarına ekstraktın 5, 10 ve 15 mg petri⁻¹ dozları her bir petri kabına 10’ar ml olacak şekilde uygulanmıştır. Petrilerin etrafı parafilmle kaplanmıştır. Pozitif kontrol olarak Raundop Star (441 g/l Glyphosate Potasyum Tuzu 300 ml/da) herbisiti, negatif kontrol için ise etanol + steril saf su kullanılmıştır. Petri kapları inkübatöre alınarak 23±2°C’de 16 saat ışık, 8 saat karanlık olacak şekilde 7-14 gün boyunca takip edilerek çimlenmeler tespit edilmiş, tohumların kök ve sürgün boyları mm cinsinden ölçülmüştür. Çimlendirme çalışmaları 3 tekerrürlü ve 2 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Tohumların çimlenme yüzdeleri ve çimlenme engelleme oranları aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Çimlenme} = (\text{Çimlenen Tohum Sayısı}) / (\text{Toplam Tohum Sayısı}) \times 100$$

$$\% \text{ Çimlenme Engelleme Oranı} = (K-E) / K \times 100$$

K: Negatif Kontrolde Çimlenme (Adet)

E: Ekstrakt Uygulanmış Petride Çimlenme (Adet)

Etanol Ekstraktının Sera Koşullarında Biyoherbisidal Etkinliğinin Belirlenmesi

Saksı denemelerinde ekstraktın 15 mg saksı⁻¹lık konsantrasyonu kullanılarak yabancı ot fideleri üzerindeki allelopatik etkilerine bakılmıştır. Etüvde 121° C sıcaklıkta 2-3 saat steril edilen toprak kullanılmıştır. Çalışmada 10 cm çapında ve 10 cm derinlikteki plastik saksılara, %50' si steril toprak, %30' u torf ve %20' si perlit olacak şekilde toplamda her bir saksıya 200'er gram karışım konulmuştur. Dezenfekte edilen yabancı ot tohumları her bir saksıya 50 tohum olmak kaydıyla homojen bir şekilde ekilmiştir. Tohumların üzeri 1 cm kalınlıktaki toprak ile kapatılarak sera ortamında denemeye alınmıştır. Ekilen yabancı ot tohumları 3-4 yapraklı olduğu döneme gelince saksılardaki fide sayıları 40 adet olacak şekilde eşitlenmiştir. Etanol+ Steril saf su çözeltisinde seyreltilen ekstraktın 15 mg/saksı konsantrasyonu her saksıya eşit oranda sıvı püskürtme aparatıyla püskürtülmüştür. Takip eden 24 ve 48 saat sonunda, uygulama sonrası ölen bitkiler sayılarak kaydedilmiştir. Pozitif kontrolde ticari preparat Lifeline (160 g/l Glufosinate-ammonium + 202 g/l Glyphosate IPA tuzu), negatif kontrol için etanol + steril saf su kullanılmıştır. Saksı çalışmaları 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur.

İstatistiksel Analizler

Çalışma sonuçları SPSS (Statistical Package for Social Sciences 20.0) yazılım paketi kullanılarak değerlendirilmiştir. Çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutularak P≤0.05 önem derecesine göre gruplandırılmıştır (Anonim, 2009).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Urtica dioica L. (Isırgan) yapraklarından elde edilen etanol ekstraktının 5, 10 ve 15 mg petri⁻¹lık konsantrasyonları *Melilotus officinalis* L. (Sarı taş yoncası) ve *Rumex crispus* L. (Kıvırcık lapada) tohumlarının çimlenmesi, kök ve sürgün büyümesindeki etkisi incelenmiştir. Sera ortamında ise 15 mg saksı⁻¹lık konsantrasyonunun fide gelişimi üzerindeki biyoherbisidal etkisi araştırılmıştır (Çizelge.1 ve 2).

Çizelge 1. *Urtica dioica* L. (Isırgan) bitkisinin etanol ekstraktının *M. officinalis* ve *R. crispus* tohumlarında çimlenme, kök ve sürgün gelişimi üzerine herbisidal etkileri

Melilotus officinalis L.							
Ekstrakt	K	Çimlenme (%)	Çimlenme Engelleme (%)	Kök Büyümesi (mm)	Kök Büyümesi Engelleme (%)	Sürgün Büyümesi (mm)	Sürgün Büyümesi Engelleme (%)
Urtica dioica (Isırgan otu)	5	58.6 ± 3.93 b	24.1	26.3 ± 1.49 a	-150	7.8 ± 0.44 b	59.5
	10	56.0 ± 2.83 c	27.5	8.3 ± 0.53 bc	20.9	3.2 ± 0.25 c	83.4
	15	32.0 ± 4.33 e	58.6	7.0 ± 0.67 c	33.3	3.1 ± 0.32 c	83.9
P. Kontrol	10	44.6 ± 1.96 d	42.3	1.3 ± 0.12 d	87.6	3.2 ± 0.24 c	83.4
N. Kontrol	-	77.3 ± 4.54 a	-	10.5±0.44 b	-	19.3 ± 0.87 a	-
Rumex crispus L.							
Urtica dioica (Isırgan otu)	5	29.3 ± 3.82 b	57.9	5.9 ± 0.67 b	74.1	1.8 ± 0.25 b	89.0
	10	16.0 ± 0.94 c	77.0	2.8 ± 0.41 c	87.7	1.2 ± 0.20 bc	92.6
	15	6.66 ± 0.54 e	90.4	0.2 ± 0.07 d	99.1	0.1 ± 0.04 c	99.3
P. Kontrol	10	14.0 ± 0.94 d	79.8	1.2 ± 0.19 cd	94.7	0.7 ± 0.12 bc	95.7
N. Kontrol	-	69.6 ± 1.52 a	-	22.8 ± 0.99 a	-	16.4 ± 0.74 a	-

* Ortalama±SE Her sütunda farklı harfler içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır. (P≤0.05). K: Konsantrasyon

Çizelge 1'den görülebileceği gibi *U. dioica* etanol ekstraktı yabancı ot tohumlarının çimlenmelerini farklı oranlarda etkilemiştir. Uygulamaların tamamında ekstraktın konsantrasyonu arttıkça *M. officinalis* ve *R. crispus* tohumlarının çimlenme yüzdeleri (adet/petri) azalmış ve dozlar arasında istatistiki farklılıklar oluşmuştur. Farklı dozlardaki ekstraktla yapılan uygulamalara ait çimlenme oranları incelendiğinde; *M. officinalis* tohumunda negatif kontrolde çimlenme 77.3 mm'dir. *U. dioica* ekstraktında en yüksek çimlenme miktarı 5 mg petri⁻¹ konsantrasyon uygulaması ile 58.6 mm, en düşük çimlenme miktarı ise 15 mg petri⁻¹ konsantrasyon 32.0 mm uygulamasıyla elde edilmiştir. Bu engelleyici etki kök büyümesinde (7.0-26.3 mm) ve sürgün büyümesinde ise (3.1-7.8 mm) olarak ölçülmüştür. Çimlenme engelleme oranlarının (%24.1-58.6) arasında; kök büyümesi engelleme (%-150-33.3) ve sürgün büyümesi (%59.5-83.9) değiştiği belirlenmiştir. Ticari kimyasal olarak kullanılan pozitif kontrol Raundop Star (441 g/l Glyphosate Potasyum Tuzu

300 ml/da) herbisitinde çimlenme, kök ve sürgün engelleme oranlarının sırasıyla %42.3, %87.6 ve %83.4 olduğu görülmüştür.

R. crispus tohumunda ise; negatif kontrolde çimlenmenin 69.6 mm olduğu görülmektedir. Ekstraktın konsantrasyon artışına paralel olarak çimlenme (6.66-29.3 mm) arasında değişmektedir. Pozitif kontrolde ise çimlenme 14.0 mm'dir. Çizelge 1'e bakıldığında; ekstraktın 15 mg petri⁻¹'lik konsantrasyonunun ticari preparat Raundop Star (441 g/l Glyphosate Potasyum Tuzu 300 ml/da) ile yakın değer gösterdiği söylenebilir. Çimlenme engellenen (%57.9-90.4) arasında değiştiği, kök engellenen (%74.1-99.1) ve sürgün engellenen (%89.0-99.3) olduğu görülmektedir. Özellikle pozitif kontrolle kıyaslandığında her iki yabancı ot tohumunda en yüksek konsantrasyonun (15 mg petri⁻¹) %58.6-90.4 oranında engelleme gösterdiği, ekstraktın kimyasala karşı alternatif olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu düşündürmektedir.

Ülkemizde allelopati konusunda yapılan çalışmada; 4 farklı yabancı ot türüne ait tohumların çimlenmesi üzerinde 3 bitki ekstraktın biyoherbisidal etkisi araştırılmış ve bu ekstraktların 4 yabancı ottan biri olan *Rumex crispus* L. tohumlarının çimlenme ve fide gelişimlerinin engellediği saptanmıştır (Aydın, 2009). Benzer şekilde, 5 farklı yabancı ot türüne dağ kekiği (*Origanum syriacum*) ve mercanköşk (*O. majorana*) bitkilerinden elde edilen ekstraktın etkisi incelenmiş ve 4 yabancı ot tohumunun çimlenmesini engellediğini belirlenmiştir (Efil ve Üremiş, 2019). Aynı şekilde *Rumex crispus* tohumunun da içerisinde bulunduğu 4 farklı yabancı ot türüne *O. onites* bitki ekstraktının herbisidal etkisi incelenmiş ve 4 yabancı ot tohumunun çimlenme ve gelişiminin azaldığı gözlemlenmiştir (Kordali ve ark., 2022). Ay (2023), Kişniş (*Coriandrum sativum* L.) bitkisinden elde edilen ekstraktın, doz artışına bağlı olarak 6 farklı yabancı ot tohumu üzerinde çimlenmeyi %100 oranında azalttığını belirtmiştir. Yapılan çalışmalara bakıldığında bitki ekstraktlarının konsantrasyonlarının artmasıyla biyoherbisidal etkilerinin arttığı ve yapılan çalışmaların birbirini tamamladığı görülmektedir.

Çizelge 2. *Urtica dioica* L. (Isırgan) bitkisinin etanol ekstraktının *M. officinalis* ve *R. crispus* fidelerine karşı fitotoksik etkisi

Fitotoksik Etki (% Ölüm Oranları)		
	24. saat	48. saat
Melilotus officinalis L.		
Ekstrakt		
<i>Urtica dioica</i>	43.3 ± 1.90 b	34.4 ± 1.1 a
Kontroller		
P. Kontrol	86.6 ± 1.93 a	13.3 ± 1.90 b
N. Kontrol	0.0±0.0 c	0.0±0.0 c
Rumex crispus		
Ekstrakt		
<i>Urtica dioica</i>	47.7 ± 2.23 b	35.5 ± 3.99 a
Kontroller		
P. Kontrol	95.5 ± 2.93 a	4.44 ± 2.93 b
N. Kontrol	0.0±0.0 c	0.0±0.0 c

Ortalama±SE Her sütunda farklı harfler içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır. (P≤0.05).

Saksı fide denemelerinde *U. dioica* etanol ekstraktının *M. officinalis* ve *R. crispus* fidelerinde 24.saatte %43.3 ve %47.7; 48. saatte ise sırasıyla %34.4 ve %35.5 oranında fide ölümlerine sebep olduğu görülmüştür. Negatif kontrollerde fide ölümü görülmezken, pozitif kontrol ticari preparat (Lifeline 160 g/l Glufosinate-ammonium + 202 g/l Glyphosate) *M. officinalis* ve *R. crispus*' ta 24. saatte %86.6 ve %95.5; 48.saatte ise %13.3 ve % 4.44 oranlarında fide ölümü gerçekleşmiştir. Ekstrakt ve pozitif kontrol gruplarına bakıldığında fide ölümlerinin ilk 24.saatte daha hızlı gerçekleştiği 48. Saatte bu oranın düştüğü söylenebilir (Çizelge 2).Yabancı ot tohumları ile yapılan bir laboratuvar çalışmasında; *M. spicata*, *L. nobilis* *F. vulgare*, *T. praecox* *S. montana* *O. onites* *C. sativum* bitkilerinden elde edilen ekstreler *R. crispus*, *S. glauca*, *A. theoprastii* *T.officinale*, *A. retroflexus*, *D.corata*, *T. arvense*, *P. annua*, *C. albüm* ve *A. sterilis* yabancı ot tohumlarına uygulanmıştır. Uygulamalarda doz artışına bağlı olarak çimlenmenin azaldığı görülmüştür (Yıldırım, 2007). Aynı şekilde *Echinophora tenuifolia* ve *Brassica elongata* bitkilerinden elde edilen ekstraktların kültür alanlarında sorun olan *S. cereale*, *A. retroflexus*, *A. cylindrica*, *S. arvensis*, *A. fatua* yabancı ot tohum ve fidelerine biyoherbisidal etkileri denenmiş, uygulamada doz arttıkça tohum çimlenmesi ve fide gelişiminin azaldığı gözlemlenmiştir (Eren,2020). Benzer bir çalışmada, *Datura stramonium* bitkisinden elde edilen ekstraktın *C. album* ve *A. retroflexus* yabancı ot tohumlarının çimlenmesini %100 inhibe etmiştir. (Turan, 2021). Literatürde farklı bitki grupları çalışılmasına rağmen, genel olarak ekstraktların çimlenme ve fide büyümesi üzerinde engelleyici etkilerinin olduğu söylenebilir ve çalışmamızda yapılan bazı çalışmalardan elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir.

SONUÇ

Araştırma sonuçlarına göre; *Urtica dioica* L. (Isırgan) etanol ekstraktının ülkemizde kültür alanlarında ciddi problemlere neden olan *Melilotus officinalis* L. (Sarı taş yoncası) ve *Rumex crispus* L. (Kıvırcık lapada) yabancı otlarının, tohum çimlenmesi ve fide gelişimine biyoherbisidal etkinlikleri test edilmiştir. Kullanılan etanol ekstraktının, kullanılma konsantrasyonlarına ve uygulandıkları test bitkilerine göre biyoherbisidal etkilerinde farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Petri çalışmalarında yabancı ot tohumlarına uygulanan ekstraktın özellikle 15 mg petri⁻¹'lik konsantrasyonun çimlenme, kök ve sürgün gelişim bakımından istatistikî olarak önemli ölçüde etkili sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Saksı denemelerinde ise, en iyi sonuçlar ilk 24. saatte elde edilmiştir. Yapılan bu çalışmada; *U. dioica* etanol ekstraktının söz konusu yabancı otlara karşı kullanılabilir alternatif bir biyoherbisit potansiyelinin var olabileceği tespit edilmiştir. Ayrıca elde edilen bu verilerin zirai mücadelede yapılacak daha sonraki çalışmalara yol göstereceği ve literatüre katkı sağlayacağı söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Adhikari, B.M., Bajracharya, A., Shrestha, A.K. (2016). Comparison of nutritional properties of stinging nettle (*Urtica dioica*) flour with wheat and barley flours. *Food Sci. Nutr.* 2016, 4, 119–124.
- Anonim, (2009). SPSS 17 for Windows, User's Guide. SPSS Inc. Chicago, IL.
- Arıkan, N., Elibüyük, İ.Ö. (2015). Yabancı otlarla mücadelede allelopatinin kullanımı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 8(1), 46-50.
- Ay, Ö.İ. (2023). Kişniş (*Coriandrum sativum* L.) Uçucu Yağ ve Ekstraktlarının Biyoherbisidal Etkinliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı,Konya (Basılmış)

BIOHERBICIDAL EFFECTS OF *URTICA DIOICA* L. (NETTLE) ETHANOL EXTRACT ON DIFFERENT WEED SEEDS

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe USANMAZ BOZHÜYÜK

Iğdır Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek yüksekokulu

ORCID ID: 0000-0003-2450-6850

Melike KARAÇÖL

Iğdır Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

ORCID ID: 0009-0004-8503-2622

ABSTRACT

Weeds are one of the main factors that cause important agricultural problems. In our study, the bioherbicidal effects of the ethanol extract obtained from the leaves of the *Urtica dioica* L. (Nettle) plant against the weed seeds and seedlings of *Melilotus officinalis* L. (Yellow sweet clover) and *Rumex crispus* L. (Curled dock) were investigated. In petri studies, 5, 10 and 15 mg/petri of the extract was applied to weed seedlings at a concentration of 15 mg/pot in greenhouse studies. Germination was determined by placing the Petri dishes in the incubator and monitoring them for 7-14 days at 23±2°C with 16 hours of light and 8 hours of darkness, and the root and shoot lengths of the seeds were measured in mm. In potting work; 50 weed seeds were planted homogeneously in each pot. The seeds were covered with 1 cm thick soil and tested in a greenhouse environment. When the sown weed seeds had 3-4 leaves, the number of seedlings in the pots was equalized to 30 and applications were made. Two-way analysis of variance (ANOVA) was applied to the results, and the differences between the means were grouped according to the $P \leq 0.05$ significance level by subjecting them to the Duncan multiple comparison test. The extract showed the highest seed germination of 58.6% and 90.4%; root growth 33.3 and 99.1%; shoot growth 83.9 and 99.3% inhibited in *M. officinalis* and *R. crispus* seeds, respectively. In greenhouse trials observed at rates of 43.3 and 34.4% in *M. officinalis* seedlings and 47.7 and 35.5% *R. crispus* seedling death rates were at the end of 24 and 48 hours, respectively. In The highest dose of nettle extract (15 mg) was found effective in both the petri dish and the greenhouse trial. In this study, it was determined that the ethanol extract obtained from the *U. dioica* plant inhibited the germination, root and shoot development of weed seeds, increased seedling mortality, and the inhibition rate increased due to the increase in concentration. According to these results, it can be said that *Urtica dioica* plant has allelopathic potential.

Key Words: Bioherbicidal effect; Germination; Extract; Nettle; Weed

ÖZET

Yabancı otlar önemli tarım sorunlarına neden olan ana etmenlerden biridir. Bu çalışmada; *Urtica dioica* L. (Isırgan) bitkisinin yapraklarından elde edilen etanol ekstraktının *Melilotus officinalis* L. (Sarı taş yoncası) ve *Rumex crispus* L. (Kıvrıcık lapada) yabancı ot tohumları ve fidelerine karşı biyoherbisidal etkileri araştırılmıştır. Petri çalışmalarında ekstraktın 5, 10 ve 15

mg petri⁻¹ ve sera çalışmalarında ise 15 mg/saksı'lık konsantrasyonu yabancı ot fidelerine uygulanmıştır. Petri kapları inkübatöre alınarak 23±2°C'de 16 saat ışık, 8 saat karanlık olacak şekilde 7-14 gün boyunca takip edilerek çimlenmeler tespit edilmiş, tohumların kök ve sürgün boyları mm cinsinden ölçülmüştür. Saksı çalışmasında ise; her bir saksıya 50 yabancı ot tohumu homojen bir şekilde ekilmiştir. Tohumların üzeri 1 cm kalınlıktaki toprak ile kapatılarak sera ortamında denemeye alınmıştır. Ekilen yabancı ot tohumları 3-4 yapraklı olduğu döneme gelince saksılardaki fide sayıları 30 adet olacak şekilde eşitlenmiş ve uygulamalar yapılmıştır. Sonuçlara, çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutularak P≤0.05 önem derecesine göre gruplandırılmıştır. Ekstrakt *M. officinalis* ve *R. crispus* tohumlarında sırasıyla en yüksek tohum çimlenmesini %58.6 ve 90.4; kök büyümesini %33.3 ve 99.1; sürgün büyümesini ise %83.9 ve 99.3 oranlarında engellemiştir. Sera denemelerinde 24 ve 48. saat sonunda sırasıyla *M. officinalis* fidelerinde %43.3 ve 34.4; *R. crispus*'ta ise %47.7 ve 35.5 oranlarında fide ölümü görülmüştür. Isırgan ekstraktının en yüksek dozu (15 mg) hem petri denemesinde hem de sera denemesinde etkili bulunmuştur. Bu çalışmada, *U. dioica* bitkisinden elde edilen etanol ekstraktının yabancı ot tohumlarının çimlenme, kök ve sürgün gelişimini engellediği fide ölümlerini artırdığı ve konsantrasyon artışına bağlı olarak inhibisyon oranında arttığı saptanmıştır. Bu sonuçlara göre *Urtica dioica* bitkisinin allelopatik potansiyele sahip olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Biyoherbisidal etki; Çimlenme; Ekstrakt; Isırgan; Yabancı ot

GİRİŞ

Ülkemiz bulunduğu coğrafik konumuna bağlı olarak dört mevsimin belirgin olarak yaşanması birçok ürün yetiştirilmesine olanak sağlamaktadır. Tarımın başlıca amacı doğaya zarar vermeden, birim alandan olabildiğince fazla miktarda ve yüksek kalitede ürün elde etmektir. Bu amacı sınırlayan en önemli etmenlerden biri de yabancı otlardır (Topal, 2011). Tarım alanları içinde ya da dışında bulunmasını istemediğimiz faydasından çok zararı olan bütün bitkilere “yabancı ot” adı verilir (Çamurköylü ve Demirkan, 1993). Eğer yabancı otlara karşı gerekli önlemler alınmazsa %100'e varan bir kayıp meydana gelebilir (Derke ve ark., 1994). Dünyada 7000 yabancı ot türü olduğu tahmin edilmekte ve bunların 200–300 kadarının tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilediği belirtilmektedir (Patterson 1985). Yabancı otlar kültür bitkileri ile kuvvetli bir şekilde rekabete girerek onların; su ve besinlerine ortak olmakta, ışığını engellemekte ve çıkardıkları salgılarla kültür bitkilerinin gelişmesini önlemekte (Uygur ve ark., 1984). Kültür bitkileri içerisinde bulunan yabancı otlar bulunma yoğunluğuna ve otun türüne bağlı olarak %31 oranında ürün kaybına sebep olmaktadır (Oerke ve ark., 2012). Yabancı otlar ile mücadele yöntemlerinden kimyasal mücadelenin yanı sıra fiziksel mücadele, kültürel mücadele, mekanik mücadele ve son yıllarda popüler olan biyolojik mücadele yöntemleri de kullanılmaktadır. Fakat günümüzde tarım alanlarında, yabancı otları kontrol etmek amacıyla; iş gücü ve maliyetlerin artmasından dolayı, hızlı sonuç vermesi, kolay uygulanabilmesi ve düşük maliyetinden dolayı kimyasal mücadele yöntemleri tercih edilmektedir (Kitiş, 2011; Hussain ve ark. 2014). Yabancı otları kontrol etmek amacıyla, 1900'lü yıllarda bazı kimyasal maddeler denenmiştir. İlk olarak Fransa'da dinitrofenoller ve kresoller kullanılmıştır. Yine, bitkileri öldürmek için sodyum klorür, demir sülfat, bakır sülfat, sodyum klorat, sülfürik asit, kalsiyum siyanamid, arsenikli bileşikler ve boratlar kullanılmıştır (Robbins ve ark., 1952). Herbisitlerin dünyada fazla kullanılmasından dolayı hem biyolojik çeşitlilikte hemde çevre üzerinde olumsuz etkisi bakımından dolayı en riskli kimyasallar arasında yer almaktadır (Başaran ve Serim., 2010; Mahmod ve ark., 2015). Yabancı ot

mücadelesinde yoğun ve bilinçsiz bir şekilde kullanılan herbisitler yer üstü ve yer altı su kirliliğine, tarım ürünlerinde kalıntılara ve herbisitlere karşı dayanıklı yabancı otların oluşmasından dolayı zamanla artan çevre bilinci ve sentetik herbisitlerin insan sağlığına olumsuz etkilerinden dolayı araştırmacılar ekosisteme zarar vermeyen ve daha çabuk parçalanabilen kalıntı bırakmayan alternatif mücadele yöntemleri geliştirmeye ve sentetik herbisitlerin yerine doğal bileşiklerin kullanılması arayışına girmişlerdir (Dudai ve ark., 1993; Duke ve ark., 2000; Gliessman, 2002; Salamcı ve ark., 2007). Bu alternatif mücadele yöntemlerinin biri de allelopatidir (Kılınç ve Karaca, 2023). 1970'li yıllarda allelopati ile ilgili çalışmalar Avusturyalı bilim adamı tarafından yapılmış olsada dünyada allelopati çalışmaları 1980' den sonra başlamıştır (Willis, 2007). Bir bitkinin sentezlediği kimyasallar başka bitkilerin büyüme ve gelişiminin doğrudan veya dolaylı olarak olumlu veya olumsuz etkilemesi allelopati olarak tanımlanmaktadır (Rice, 1985). Allelokimyasallar bitkinin kendi hücrelerinde sentezlenir. Allelopatik potansiyele sahip kimyasallar; bitkinin kök, yaprak, gövde, çiçek, tohum gibi tüm bitki aksamında bulunabilirler (Batish ve ark., 2001; Singh ve ark., 2003; Duke, 2010). Allelokimyasalların toprağa ve atmosfere salınımları buharlaşma, toprak üstü organlardan yıkanma, kök salgıları ve bitki dokularının ayrışmasıyla olmaktadır (Weston, 1996). Allelokimyasallar, fungusit, insektisit, herbisit olarak kullanılabilirler. Herbisit etkili olan allelokimyasallara biyoherbisit adı verilmektedir. Allelokimyasalların bitkiler üzerinde fizyolojik belirtileri; tohumların kararması, kök veya kökçüklerin azalması, kök uçlarında nekroz veya şişme, kök ekseninin kıvrılması, renk değişikliği, kuru ağırlıkta azalma, üreme kapasitesinde azalma vb. olarak görülmektedir (Bhadoria, 2011). Yabancı otlarla mücadelede allelopati; doğal malç, örtücü bitki, ekim nöbeti bitkisi, karışık ekim, yeşil gübre, allelopatik bitkilerden elde edilen ekstraktlar ve biyoherbisitlerin kullanımı şeklinde olmaktadır (Kalinova, 2010). Günümüzde insanlarda sağlık ve çevre bilincinin gelişmesiyle birlikte tarımda yabancı otlarla mücadelede kullanılan tarım ilaçları kullanmama veya sentetik herbisitlere alternatif olacak biyoherbisit kullanma yönünde bir eğilim vardır (Arıkan ve ark., 2015; Özen ve ark., 2017).

Isırgan otu (*Urtica dioica*) ısırgangiller (Urticaceae) familyasında yer alan, çok yıllık otsu bir bitkidir. Cinsin en bilinen üyeleri, *U. dioica* L. ve *U. urens* L.'dir (Jiarui vd., 2003). Isırgan ülkemizde ormanlık alanlarda, nehir ve yol kenarlarında, kendiliğinden yetişen bir bitkidir ısırgan otu yaz aylarında çiçek açar. Çiçekleri dönemsel olarak yeşil, kırmızı ve kahverengi şeklinde renk değiştirir (Davis, 1988). Anadolu'da çeşitli yöresel isimleriyle bilinen ısırgan; dızlağan, cızlağan, cızgan, dalagan, cınçar, , ısırgı olarak adlandırılır (Baytop, 1999). Isırgan otunun yakıcı özelliği sebebiyle, Latince'de "yanmak" manasına gelen "urere" sözcüğünden türetilmiştir. *dioica* tür adı ise, dişi veya erkek çiçeklerin ayrı bireylerde bulunmasıdır (Mueen ve Subramani, 2014). Isırgan otu (*Urtica dioica* L.);içerisinde barındırdığı esansiyel yağlar, fenolik bileşikler, flavonoidler hem gıda hemde halk hekimliğinde çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Jan ve ark., 2016). Ayrıca yaprakları haşlanarak çorba, salata ve sebze yemeği olarak tüketilebilir (Adhikari ve ark., 2016).

Bu çalışmada, *Urtica dioica* L. (Isırgan otu) etanol ekstraktının kültür ve tarım alanlarında sorun olan *Melilotus officinalis* L. (Sarı taş yoncası) ve *Rumex crispus* L. (Kıvırcık lapada) yabancı otları üzerinde *in vitro* (Petri denemeleri) ve *in vivo* (Saksı–Sera denemeleri) koşullarda biyoherbisidal etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bitki Materyali

Tohum Materyali

İğdır ili çeşitli alanların tarla ve yol kenarlarından *Melilotus officinalis* L. (Sarı taş yoncası) ve *Rumex crispus* L. (Kıvırcık lapada) tohumları olgunlaşma dönemlerinde 2023 yılı Temmuz-Eylül aylarında toplanmıştır. Elde edilen tohumların dormansilerinin kırılması için çalışmada kullanılıncaya kadar +4 °C' de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Bitkiden Etanol Ekstraktının Elde Edilmesi

Ekstraktın elde edilmesinde bitki örneğinden hassas terazide 100 gr tartılıp üzerine 400 ml ethanol ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında orbital çalkalayıcıda 48 saat boyunca 200 devir (rpm)'de bekletilmiştir. Elde edilen karışım 4 katlı steril tülbent bezinden geçirilmiş sonra Wattman No: 1 filtre kâğıdı ile 400 ml'lik erlene süzölmüştür. Süzölen çözeltideki çözücü rotary evaporatörde 140 rpm devir ve 40 °C sıcaklıkta uçurulmuştur. Elde edilen ekstrakt *in vitro* (Petri denemeleri) ve *in vivo* (Sera denemeleri) çalışmalarında kullanılıncaya kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir. Ekstrakt uygulama dozları ise 5, 10 ve 15 mg petri⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Etanol Ekstraktının Laboratuvar Koşullarında Biyoherbisidal Etkinliğinin Belirlenmesi

Petri ve saksı çalışmalarında kullanılacak olan yabancı ot tohumları suda yüzdürme yöntemi ile ayıklanmış, görünümü iyi ve dolgun tohumlar denemeye alınmıştır. Ayıklanan tohumların steril olarak kullanılabilmesi için % 1'lik sodyum hipoklorit (çamaşır suyu)'te 5 dakika bekletilip 5-6 kez saf su ile yıkanmış ve denemede kullanılmaya hazır hale getirilmiştir. Steril, 9*12 cm çaplı ve tek kullanımlık plastik petri kaplarının içine, önceden etüvde steril edilmiş kurutma kağıtları, 2 kat olacak şekilde konulmuştur. Steril edilen tohumlardan 50'şer adet her bir petri kabının içerisine yerleştirilmiştir. Petri kaplarına ekstraktın 5, 10 ve 15 mg petri⁻¹ dozları her bir petri kabına 10'ar ml olacak şekilde uygulanmıştır. Petrilerin etrafı parafilmle kaplanmıştır. Pozitif kontrol olarak Raundop Star (441 g/l Glyphosate Potasyum Tuzu 300 ml/da) herbisiti, negatif kontrol için ise etanol + steril saf su kullanılmıştır. Petri kapları inkübatöre alınarak 23±2°C'de 16 saat ışık, 8 saat karanlık olacak şekilde 7-14 gün boyunca takip edilerek çimlenmeler tespit edilmiş, tohumların kök ve sürgün boyları mm cinsinden ölçülmüştür. Çimlendirme çalışmaları 3 tekerrürlü ve 2 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Tohumların çimlenme yüzdeleri ve çimlenme engelleme oranları aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Çimlenme} = (\text{Çimlenen Tohum Sayısı}) / (\text{Toplam Tohum Sayısı}) \times 100$$

$$\% \text{ Çimlenme Engelleme Oranı} = (K-E) / K \times 100$$

K: Negatif Kontrolde Çimlenme (Adet)

E: Ekstrakt Uygulanmış Petride Çimlenme (Adet)

Etanol Ekstraktının Sera Koşullarında Biyoherbisidal Etkiğinin Belirlenmesi

Saksı denemelerinde ekstraktın 15 mg saksı⁻¹'lık konsantrasyonu kullanılarak yabancı ot fideleri üzerindeki allelopatik etkilerine bakılmıştır. Etüvde 121° C sıcaklıkta 2-3 saat steril edilen toprak kullanılmıştır. Çalışmada 10 cm çapında ve 10 cm derinlikteki plastik saksılara, %50' si steril toprak, %30' u torf ve %20' si perlit olacak şekilde toplamda her bir saksıya 200'er gram karışım konulmuştur. Dezenfekte edilen yabancı ot tohumları her bir saksıya 50 tohum olmak kaydıyla homojen bir şekilde ekilmiştir. Tohumların üzeri 1 cm kalınlıktaki toprak ile kapatılarak sera ortamında denemeye alınmıştır. Ekilen yabancı ot tohumları 3-4 yapraklı olduğu döneme gelince saksılardaki fide sayıları 40 adet olacak şekilde eşitlenmiştir. Etanol+ Steril saf su çözeltisinde seyreltilen ekstraktın 15 mg/saksı konsantrasyonu her saksıya eşit oranda sıvı püskürtme aparatıyla püskürtülmüştür. Takip eden 24 ve 48 saat sonunda, uygulama sonrası ölen bitkiler sayılarak kaydedilmiştir. Pozitif kontrolde ticari preparat Lifeline (160 g/l Glufosinate-ammonium + 202 g/l Glyphosate IPA tuzu), negatif kontrol için ethanol + steril saf su kullanılmıştır. Saksı çalışmaları 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur.

İstatistiksel Analizler

Çalışma sonuçları SPSS (Statistical Package for Social Sciences 20.0) yazılım paketi kullanılarak değerlendirilmiştir. Çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutularak $P \leq 0.05$ önem derecesine göre gruplandırılmıştır (Anonim, 2009).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Urtica dioica L. (Isırgan) yapraklarından elde edilen etanol ekstraktının 5, 10 ve 15 mg petri⁻¹'lık konsantrasyonları *Melilotus officinalis* L. (Sarı taş yoncası) ve *Rumex crispus* L. (Kıvırcık lapada) tohumlarının çimlenmesi, kök ve sürgün büyümesindeki etkisi incelenmiştir. Sera ortamında ise 15 mg saksı⁻¹'lık konsantrasyonunun fide gelişimi üzerindeki biyoherbisidal etkisi araştırılmıştır (Çizelge.1 ve 2).

Çizelge 1. *Urtica dioica* L. (Isırgan) bitkisinin etanol ekstraktının *M. officinalis* ve *R. crispus* tohumlarında çimlenme, kök ve sürgün gelişimi üzerine herbisidal etkileri

<i>Melilotus officinalis</i> L.							
Ekstrakt	K	Çimlenme (%)	Çimlenme Engelleme (%)	Kök Büyümesi (mm)	Kök Büyümesi Engelleme (%)	Sürgün Büyümesi (mm)	Sürgün Büyümesi Engelleme (%)
<i>Urtica dioica</i> (Isırgan otu)	5	58.6 ± 3.93 b	24.1	26.3 ± 1.49 a	-150	7.8 ± 0.44 b	59.5
	10	56.0 ± 2.83 c	27.5	8.3 ± 0.53 bc	20.9	3.2 ± 0.25 c	83.4
	15	32.0 ± 4.33 e	58.6	7.0 ± 0.67 c	33.3	3.1 ± 0.32 c	83.9
P. Kontrol	10	44.6 ± 1.96 d	42.3	1.3 ± 0.12 d	87.6	3.2 ± 0.24 c	83.4
N. Kontrol	-	77.3 ± 4.54 a	-	10.5±0.44 b	-	19.3 ± 0.87 a	-
<i>Rumex crispus</i> L.							
<i>Urtica dioica</i> (Isırgan otu)	5	29.3 ± 3.82 b	57.9	5.9 ± 0.67 b	74.1	1.8 ± 0.25 b	89.0
	10	16.0 ± 0.94 c	77.0	2.8 ± 0.41 c	87.7	1.2 ± 0.20 bc	92.6
	15	6.66 ± 0.54 e	90.4	0.2 ± 0.07 d	99.1	0.1 ± 0.04 c	99.3
P. Kontrol	10	14.0 ± 0.94 d	79.8	1.2 ± 0.19 cd	94.7	0.7 ± 0.12 bc	95.7
N. Kontrol	-	69.6 ± 1.52 a	-	22.8 ± 0.99 a	-	16.4 ± 0.74 a	-

* Ortalama±SE Her sütunda farklı harfler içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır. (P≤0.05). K: Konsantrasyon

Çizelge 1'den görülebileceği gibi *U. dioica* etanol ekstraktı yabancı ot tohumlarının çimlenmelerini farklı oranlarda etkilemiştir. Uygulamaların tamamında ekstraktın konsantrasyonu arttıkça *M. officinalis* ve *R. crispus* tohumlarının çimlenme yüzdeleri (adet/petri) azalmış ve dozlar arasında istatistiki farklılıklar oluşmuştur. Farklı dozlardaki ekstraktla yapılan uygulamalara ait çimlenme oranları incelendiğinde; *M. officinalis* tohumunda negatif kontrolde çimlenme 77.3 mm'dir. *U. dioica* ekstraktında en yüksek çimlenme miktarı 5 mg petri⁻¹ konsantrasyon uygulaması ile 58.6 mm, en düşük çimlenme miktarı ise 15 mg petri⁻¹ konsantrasyon 32.0 mm uygulamasıyla elde edilmiştir. Bu engelleyici etki kök büyümesinde (7.0-26.3 mm) ve sürgün büyümesinde ise (3.1-7.8 mm) olarak ölçülmüştür. Çimlenme engelleme oranlarının (%24.1-58.6) arasında; kök büyümesi engelleme (%-150-33.3) ve sürgün büyümesi (%59.5-83.9) değiştiği belirlenmiştir. Ticari kimyasal olarak kullanılan pozitif kontrol Raundop Star (441 g/l Glyphosate Potasyum Tuzu 300 ml/da) herbisitinde çimlenme, kök ve sürgün engelleme oranlarının sırasıyla %42.3, %87.6 ve %83.4 olduğu görülmüştür.

R. crispus tohumunda ise; negatif kontrolde çimlenmenin 69.6 mm olduğu görülmektedir. Ekstraktın konsantrasyon artışına paralel olarak çimlenme (6.66-29.3 mm) arasında değişmektedir. Pozitif kontrolde ise çimlenme 14.0 mm'dir. Çizelge 1'e bakıldığında; ekstraktın 15 mg petri⁻¹lik konsantrasyonunun ticari preparat Raundop Star (441 g/l Glyphosate Potasyum Tuzu 300 ml/da) ile yakın değer gösterdiği söylenebilir. Çimlenme engellemesinin (%57.9-90.4) arasında değiştiği, kök engellemesinin (%74.1-99.1) ve sürgün engellemesinin (%89.0-99.3) olduğu görülmektedir. Özellikle pozitif kontrolle kıyaslandığında her iki yabancı ot tohumunda en yüksek konsantrasyonun (15 mg petri⁻¹) %58.6-90.4 oranında engelleme gösterdiği, ekstraktın kimyasala karşı alternatif olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu düşündürmektedir.

Ülkemizde allelopati konusunda yapılan çalışmada; 4 farklı yabancı ot türüne ait tohumların çimlenmesi üzerinde 3 bitki ekstraktın biyoherbisidal etkisi araştırılmış ve bu ekstraktların 4 yabancı otta biri olan *Rumex crispus* L. tohumlarının çimlenme ve fide gelişimlerinin engellediği saptanmıştır (Aydın, 2009). Benzer şekilde, 5 farklı yabancı ot türüne dağ kekiği (*Origanum syriacum*) ve mercanköşk (*O.majorana*) bitkilerinden elde edilen ekstraktın etkisi incelenmiş ve 4 yabancı ot tohumunun çimlenmesini engellediğini belirlenmiştir (Efil ve Üremiş, 2019). Aynı şekilde *Rumex crispus* tohumunun da içerisinde bulunduğu 4 farklı yabancı ot türüne *O.onites* bitki ekstraktının herbisidal etkisi incelenmiş ve 4 yabancı ot tohumunun çimlenme ve gelişiminin azaldığı gözlemlenmiştir (Kordali ve ark., 2022). Ay (2023), Kişniş (*Coriandrum sativum* L.) bitkisinden elde edilen ekstraktın, doz artışına bağlı olarak 6 farklı yabancı ot tohumu üzerinde çimlenmeyi %100 oranında azalttığını belirtmiştir. Yapılan çalışmalara bakıldığında bitki ekstraktlarının konsantrasyonlarının artmasıyla biyoherbisidal etkilerinin arttığı ve yapılan çalışmaların birbirini tamamladığı görülmektedir.

Çizelge 2. *Urtica dioica* L. (Isırgan) bitkisinin etanol ekstraktının *M. officinalis* ve *R. crispus* fidelerine karşı fitotoksik etkisi

Fitotoksik Etki (% Ölüm Oranları)		
	24. saat	48. saat
Melilotus officinalis L.		
Ekstrakt		
<i>Urtica dioica</i>	43.3 ± 1.90 b	34.4 ± 1.1 a
Kontroller		
P. Kontrol	86.6 ± 1.93 a	13.3 ± 1.90 b
N. Kontrol	0.0±0.0 c	0.0±0.0 c
Rumex crispus		
Ekstrakt		
<i>Urtica dioica</i>	47.7 ± 2.23 b	35.5 ± 3.99 a
Kontroller		
P. Kontrol	95.5 ± 2.93 a	4.44 ± 2.93 b
N. Kontrol	0.0±0.0 c	0.0±0.0 c

Ortalama±SE Her sütunda farklı harfler içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır. (P≤0.05).

Saksı fide denemelerinde *U. dioica* etanol ekstraktının *M. officinalis* ve *R. crispus* fidelerinde 24.saatte %43.3 ve %47.7; 48. saatte ise sırasıyla %34.4 ve %35.5 oranında fide ölümlerine sebep olduğu görülmüştür. Negatif kontrollerde fide ölümü görülmezken, pozitif kontrol ticari preparat (Lifeline 160 g/l Glufosinate-ammonium + 202 g/l Glyphosate) *M. officinalis* ve *R. crispus*' ta 24. saatte %86.6 ve %95.5; 48.saatte ise %13.3 ve % 4.44 oranlarında fide ölümü gerçekleşmiştir. Ekstrakt ve pozitif kontrol gruplarına bakıldığında fide ölümlerinin ilk 24.saatte daha hızlı gerçekleştiği 48. Saatte bu oranın düştüğü söylenebilir (Çizelge 2). Yabancı ot tohumları ile yapılan bir laboratuvar çalışmasında; *M. spicata*, *L. nobilis* *F. vulgare*, *T. praecox* *S. montana* *O. onites* *C. sativum* bitkilerinden elde edilen ekstreler *R. crispus*, *S. glauca*, *A. theoprastii* *T.officinale*, *A. retroflexus*, *D.corata*, *T. arvensis*, *P. annua*, *C. albium* ve *A. sterilis* yabancı ot tohumlarına uygulanmıştır. Uygulamalarda doz artışına bağlı olarak çimlenmenin azaldığı görülmüştür (Yıldırım, 2007). Aynı şekilde *Echinophora tenuifolia* ve *Brassica elongata* bitkilerinden elde edilen ekstrelerin kültür alanlarında sorun olan *S. cereale*, *A. retroflexus*, *A. cylindrica*, *S. arvensis*, *A. fatua* yabancı ot tohum ve fidelerine biyoherbisidal etkileri denenmiş, uygulamada doz arttıkça tohum çimlenmesi ve fide gelişiminin azaldığı gözlemlenmiştir (Eren,2020). Benzer bir çalışmada, *Datura stramonium*

bitkisinden elde edilen ekstratın *C. album* ve *A. retroflexus* yabancı ot tohumlarının çimlenmesini %100 inhibe etmiştir. (Turan, 2021). Literatürde farklı bitki grupları çalışılmasına rağmen, genel olarak ekstraktların çimlenme ve fide büyümesi üzerinde engelleyici etkilerinin olduğu söylenebilir ve çalışmamızda yapılan bazı çalışmalardan elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir.

SONUÇ

Araştırma sonuçlarına göre; *Urtica dioica* L. (Isırgan) etanol ekstraktının ülkemizde kültür alanlarında ciddi problemlere neden olan *Melilotus officinalis* L. (Sarı taş yoncası) ve *Rumex crispus* L. (Kıvrıkcık lapada) yabancı otlarının, tohum çimlenmesi ve fide gelişimine biyoherbisidal etkinlikleri test edilmiştir. Kullanılan etanol ekstraktının, kullanılma konsantrasyonlarına ve uygulandıkları test bitkilerine göre biyoherbisidal etkilerinde farklılık gösterdiği gözlenmiştir. Petri çalışmalarında yabancı ot tohumlarına uygulanan ekstraktın özellikle 15 mg petri⁻¹'lik konsantrasyonun çimlenme, kök ve sürgün gelişim bakımından istatistikî olarak önemli ölçüde etkili sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Saksı denemelerinde ise, en iyi sonuçlar ilk 24. saatte elde edilmiştir. Yapılan bu çalışmada; *U. dioica* etanol ekstraktının söz konusu yabancı otlara karşı kullanılabilir alternatif bir biyoherbisit potansiyelinin var olabileceği tespit edilmiştir. Ayrıca elde edilen bu verilerin zirai mücadelede yapılacak daha sonraki çalışmalara yol göstereceği ve literatüre katkı sağlayacağı söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Adhikari, B.M., Bajracharya, A., Shrestha, A.K. (2016). *Comparison of nutritional properties of stinging nettle (Urtica dioica) flour with wheat and barley flours*. Food Sci. Nutr. 2016, 4, 119–124.
- Anonim, (2009). SPSS 17 for Windows, User's Guide. SPSS Inc. Chicago, IL.
- Arıkan, N., Elibüyük, İ.Ö. (2015). *Yabancı otlarla mücadelede allelopatinin kullanımı*. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 8(1), 46-50.
- Ay, Ö.İ. (2023). *Kişniş (Coriandrum sativum L.) Uçucu Yağ ve Ekstraktlarının Biyoherbisidal Etkinliklerinin Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Konya (Basılmış)
- Aydın, O., (2009). *Bitkisel kökenli bazı uçucu yağların bazı yabancı ot tohumlarının çimlenme ve çıkışına olan fumigant etkilerinin araştırılması*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, (Basılmış)
- Başaran, M.S., Serim, A.T. (2010). herbisitlerin toprakta parçalanması. Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 24(2), 54-61.
- Batish, D. R., Singh, H. P., Kaur, S. (2001). *Crop allelopathy and its role in ecological agriculture*. Journal of Crop Production, 4(2), 121-161.
- Baytop, T., (1999). *Türkiye'de Bitkilerle Tedavi*. Nobel Tıp Yayınevi. 2. Baskı. İstanbul
- Çamurköylü, N., Demirkan, H. (1993). *Yabancı otlar ile kültür bitkileri arasındaki allelopati ve pratikteki önemi*, Türkiye 1. Herboloji Kongresi, Adana, s.203-209.
- Derke, E.C., Dahwe, H., Schönbeck, F., Weber, A. (1994). *Crop production and crop production*, Elsevier, Amsterdam, s.808.

- Dudai, N., Poljakof-Mayber, A., Lerner HR, Putievsky E, Ravid U, Katzir, E.(1993). *Inhibition of germination and growth by volatiles of Micromeria fruticosa*. Acta Horticulturae (ISHS), 34, 123-131.
- Duke, O. S. (2010). *Allelopathy: Current status of research and future of the discipline: A commentary*. Allelopathy Journal, 25, 17–30.
- Duke, S. O., Dayan, F. E., Romagni, J. G., Rimando, A. M., (2000). *Natural Products as Sources of Herbicides: Current Status and Future Trends*. Weed Research Oxford. 40, 99-111.
- Efil, F., ve Üremiş, İ.(2019). *Dağ kekiği (Origanum syriacum L.) ve mercanköşk (Origanum majorana L.) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların bazı yabancı ot tohumlarının çimlenmesine ve bitki gelişimine etkileri*. Turk J. Weed Sci., 22(1):25-35.
- Eren, B.E. (2020). *Brassica elongata Ehrh. (Uzun şalgam) ve Echinophora tenuifolia L. (Tarhana otu)'nın Ekstrakt ve Özütlerinin Biyoherbisidal Etkinliklerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Konya. s 86 (Basılmış).
- Gliessman, S.R.(2002). *Allelopathy and agroecology*. In *Chemical Ecology of Plants: Allelopathy in Aquatic and Terrestrial Ecosystems*, Inderjit, A.U. Mallik eds., Birkhauser Verlag: Zurich, 173-185.
- Hussain, S., Hassan, F. U., Rasheed, M., Ali, S., Ahmed, M. (2014). *Effects of allelopathic crop water extracts and their combinations on weeds and yield of rainfed wheat*. Journal of Food, Agriculture & Environment, 12(3&4), 161-167.
- Jan, K. N., Zarafshan, K., & Singh, S. (2017). *Stinging nettle (Urtica dioica L.): a reservoir of nutrition and bioactive components with great functional potential*. Journal of food measurement and Characterization, 11, 423-433.
- Jiarui, C., Qi, L., Friis, I., Wilmot-Dear, C.M., Monro, A.K. (2003). *Urticaceae*. In *Flora of China*, Missouri Botanical Garden Press: St. Louis, MO, USA, pp. 76–189
- Karaca, M., Yurttas, Kılınç. C. (2023). *Bazı Bitki Özütlerinin Secale cereale L. ve Avena fatua L. Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Allelopatik Etkisi*. Turk J Weed Sci, 26(1):38-48.
- Kordali, S., Kabağaç, G., Sen I, Yılmaz F, Najda A, (2022). *Phytotoxic effects of three Origanum species extracts and essential oil on seed germinations and seedling growths of four weed species*. Agronomy, 12(10), 2581.
- Mahmood, I., Imadi, S R., Shazadi K., Gul A., Hakeem KR., (2015). *Effects of Pesticides on Environment*. Agricultural wastes. 43:75-365
- Mueen, A.K.K., Subramani, P. (2014). *Urtica dioica L., (Urticaceae): A Stinging Nettle*, *Systematic Reviews in Pharmacy*, 5(1): 2-8.
- Oerke, EC., Dehne, HW., Schönbeck, F., Weber, A. (2012). *Crop production and crop protection: estimated losses in major food and cash crops*, Elsevier Science.
- Özen, F., Yaldız G, Çamlıca M, (2017). *Yabancı ot mücadelesinde bazı aromatik bitkilerinin uçucu yağlarının allelopatik etkisi*. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 3(1), 40-48
- Patterson, D.T.(1985). *Comparative Ecophysiology of Weeds and Crops*. Weed Physiology, 102-104.
- Uygur, F., Koch, W., Walter, H., 1984, *Yabancı ot bilimine giriş* (kurs notu).

- Rice, E. L. (1985). *Allelopathy – An overview. Chemically Mediated Interactions between Plants and Other Organisms*, Recent Advances in Phytochemistry, vol 19. 81-105, Springer, Boston, ABD.
- Robbins W. W., Crafts A. S., Raynor, N. (1952). *Weed Control: A Textbook and manual second edition*. McGraw –Hill Book Co., Inc. New York, USA
- Salamcı, E., Kordali, S., Kotan, R., Cakir, A., Kaya, Y. (2007). *Chemical Composition, Antimicrobial and Herbicidal Effects of Essential Oils Isolated from Turkish Tanacetum aucheranum and Tanacetum chiliophyllum var. chiliophyllum*. Biochemical Systematics and Ecology 35, 569–581.
- Singh, H. P., Batish, D. R., Kohli, R. K. (2003). *Allelopathic interactions and allelochemicals: New possibilities for sustainable weed management*. Critical Reviews in Plant Sciences, 22, 239-311.
- Topal, S. (2011). *Allelokimyasalların herbisit etkileri*, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 25, 1302-3055.
- Turan, M.(2021). *Şeytan elması (Datura stramonium L.) tohum ekstraktlarının kırmızı köklü horozibiği (Amaranthus retroflexus L.), sirken (Chenopodium album L.) ve şeker pancarının (Beta vulgaris L.) tohum çimlenmesine allelopatik etkisi*, Yüksek Lisans Tezi Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Van. s53,(Basılmış)
- Weston, L. A. (1996). *Utilization of allelopathy for weed management in agroecosystems*. Agronomy Journal, 88, 860–866.
- Willis, R.J. (2007). *The history of allelopathy*. Springer Science & Business Media
- Yıldırım, K.B. (2007). *Bazı bitkisel kökenli uçucu yağların biyoherbisidal etkilerinin araştırılması*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. (Basılmış).

BARLEY GENOTYPE PREFERENCES OF HESSIAN FLY, *MAYETIOLA DESTRUCTOR* (SAY) (DIPTERA: CECIDOMYIIDAE) IN DIFFERENT LOCATIONS

Celalettin GÖZÜAÇIK

Iğdır University, Agriculture Faculty, Department of Plant Protection, Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5643-7663>

Ayda KONUKSAL

Agricultural Research Institute, Lefkoşa, Turkish Republic of Northern Cyprus
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1250-4447>

Hakan HEKİMHAN

Aegean Agricultural Research Institute, Menemen, İzmir, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6531-6490>

ABSTRACT

The Hessian fly, *Mayetiola destructor* (Say) (Diptera: Cecidomyiidae), is one of the major pests causing significant yield losses in barley in Northern Cyprus. This study aimed to determine genotype preferences of the Hessian fly in different barley genotypes and two different locations (Türkmenköy and Güzelyurt). A total of 29 spring barley genotypes were used in the experiment, which were planted as factorial in randomized complete block trial design with three replications in plots sized 5x1.2 m each, using a drill. In each replication, Numbers of Hessian fly eggs, larvae, and pupae were separately recorded on 25 plants at the tillering and heading stages. To evaluate the results of the study, a scale ranging from 0 to 3 was established based on the preferences of the Hessian fly: not preferred (0), less preferred (1) (0,01-0,5), preferred (2) (0,51-1,0), and highly preferred (3) (>1,1). According to the results obtained, significant differences ($P \leq 0.01$) were detected in terms of genotype, location, and genotype x location interaction at the 1% level. Among the genotypes, Baf (0,50), Beşparmak (0,48), Raufbey (0,48), Sancak (0,50), Lysi (0,38), Girit (0,38), Karpaz (0,38), Bayrak (0,35), Güzelyurt (0,30), Magusa (0,30), LT3 (0,28) and Erenköy (0,28) were classified in the 1st scale (0,01-0,50 Hessian fly^{-plant}). Fifteen genotypes were in the 2nd scale (0,51-1,0 Hessian fly^{-plant}), while Hilal (1,08) and Gaziköy (1,05) genotypes were placed in the 3rd scale, indicating that *M. destructor* preferred these genotypes the most. No genotype was included in the "0" scale, meaning that no genotype was found to be unpreferred. Insect populations differed between locations, with an average of 0.94 Hessian fly^{-plant} in Türkmenköy and 0.22 Hessian fly^{-plant} in Güzelyurt. Based on these results, advantages will be gained in combating Hessian fly by promoting and evaluating less preferred cultivars/genotypes in breeding programs. Consequently, reducing insecticide usage while increasing yield and quality will be achieved.

Keywords: Hessian fly; Genotype; Preference; Location

INTRODUCTION

Regions with high relative humidity, temperatures not dropping below 0°C, and not exceeding 18–20°C, with relative humidity between 70–80%, are highly suitable for barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivation. Barley grains are important for animal nutrition due to their composition, containing approximately 67% carbohydrates, 10% protein, 2% fat, 5% cellulose, and minerals such as calcium, phosphorus, potassium, as well as vitamins A, E, and B (Alkan & Kandemir, 2015).

In Northern Cyprus, out of a total area of 329,890 hectares, 187,068 hectares are agricultural land. Within the agricultural land, cereal production is carried out on 84,163 hectares, of which barley constitutes 92.7%. Barley is cultivated on 80,400 hectares, while wheat is grown on 5,750 hectares. Approximately 73,500 hectares produce grain and 6,690 hectares produce straw (TMO, 2019). The production of grain amounts to approximately 102,000 tons. While the world's barley yield is 3,100 kg/ha, Northern Cyprus achieves a yield of 1,347 kg per hectare. This indicates that approximately half (43.5%) of the world's yield per hectare is obtained in Northern Cyprus. Approximately 100,000 tons of barley for feed and seed need to be imported annually into Northern Cyprus. In addition to being grown under dry conditions, factors such as the use of high-quality seeds, diseases, pests, as well as genetic and environmental factors significantly affect the composition of barley grains (Guo et al., 2003). Studies conducted in barley fields in Northern Cyprus between 2012-2016 have reported that the Hessian fly, *Mayetiola destructor* (Say) (Diptera: Cecidomyiidae), is the most important pest, causing yield losses ranging from 27-70% if left uncontrolled (Konuksal et al., 2017).

The Hessian fly is a significant pest not only in Northern Cyprus but also in regions where cereals are cultivated worldwide (Lhaloui et al., 1992; Ratcliffe & Hatchett, 1997; Buntin, 1999). This pest has been identified in 96 countries and regions on five continents (Hatchett et al., 1987; Pauly, 2002; Harris et al., 2003). Failure to control this pest results in significant crop losses in barley and wheat (Kanno & Harris, 2000; Harris et al., 2001). Control of the Hessian fly is challenging, with one of the most effective methods being host plant resistance. Hill et al. (1952) proposed resistance mechanisms based on antixenosis (non-preference) and antibiosis. They focused their studies on two types of resistance: antixenosis, which prevents adult female Hessian flies from laying eggs on plants, and antibiosis, which prevents newly hatched larvae from establishing successful parasitic relationships with the plant. Resistance studies against the Hessian fly have been mostly conducted in wheat plants. In Morocco, 817 wheat candidate varieties were examined, and many resistance genes were identified. It was reported that genotypes carrying the H5 and H15 genes and exhibiting leaf trichomes had a negative effect on the larval development of *M. destructor* (Gallagher et al., 1987). From 1943 to 2005, 34 resistance genes were identified in wheat (Noble & Suneson, 1943; Ratcliffe & Hatchett, 1997; Williams et al., 2003; Liu et al., 2005). In barley, resistance genes against *M. destructor* have been identified in several breeding lines (Buntin & Raymer, 1992). Although Ming-Shun et al. (2009) determined that 6.4% of 94 barley lines were resistant to *M. destructor*, there are currently no studies published in the world literature. In Northern Cyprus, in addition to native varieties such as Ahna, Athenais, Galopsida, Lysi, and those obtained from Turkey such as Akhisar-98, Vamıkhoca-98, Sancak, Hilal, and Akziyaret, barley varieties developed by the same Institute at the level of yield (Alhisar, Baf, Beşparmak, Erenköy, Gaziköy, Girit, Girne, Güzelyurt, Karpaz, Kıbrıs, Lapta, Lefke, Magusa, Raufbey, Selanik, Türkmenköy) are also produced, and breeding studies with many varieties and lines of barley are also conducted.

In our study, differences in the preference of different barley genotypes currently being cultivated and tested in the region for the Hessian fly were determined, and emphasis was placed on varieties/genotypes that are not preferred or less preferred, with the aim of benefiting from them as breeding material in cultivation and breeding studies.

MATERIALS AND METHODS

The studies were conducted in the agricultural research institute fields located in Türkmenköy/Gazimağusa and Güzelyurt locations, which differ ecologically, during the 2015-2016 barley growing season. A total of 29 spring barley genotypes were used as trial materials. These included 5 spring barley varieties of Greek origin cultivated in Northern Cyprus (Ahna, Athenais, Gitria, Galopsida, Lysi), 5 spring barley varieties registered by the Aegean Agricultural Research Institute in İzmir (Akhisar, Hilal, Bayrak, Bürküt, Sancak), and 16 advanced breeding materials (coded as Alhisar, Baf, Beşparmak, Erenköy, Gaziköy, Girit, Girne, Güzelyurt, Karpaz, Kıbrıs, Lapta, Lefke, Magusa, Raufbey, Selanik, Türkmenköy) developed by the same Institute, along with 3 ICARDA spring barley genotypes (coded as LT3, LT15, and LT20) selected under FAO project conditions for cultivation in Northern Cyprus. These genotypes were sown in plots measuring 5x1.2 meters each, arranged in a randomized complete block design with three replications, and no insecticide was applied. Larval and pupal counts of the Hessian fly were made separately on 25 randomly selected barley plants from each replication during the tillering and stem elongation stages of the plants. To evaluate the results of the studies, the following scale was developed (Table 1).

Table 1. Hessian fly (*Mayetiola* sp.) preference scale on barley

Scale Value	Hessian Fly Count on Plant (larva +pupa/plant)	Reaction
0	0	Not preferred (Resistant)
1	0,01-0,5	Slightly preferred (Moderately Resistant-Moderately Susceptible)
2	0,51-1,0	Preferred (Susceptible)
3	≥1,01	Highly preferred (Highly susceptible)

The information collected from the research underwent analysis utilizing the SAS software JMP Pro 13.0.0 (64 bit) package program (Anonymous, 2016). Following a design comprising three replications based on the Randomized Complete Block Design, the data underwent analysis of variance to identify variances among their means. Subsequently, the least significant difference (LSD) test was employed at a significance level of $P \leq 0.05$ for groupings (Kalaycı, 2005). Graphs were generated using Excel software.

RESULTS AND DISCUSSION

This study, which can be considered as a reaction study or variety preference of the Hessian fly, was conducted under natural conditions without the use of insecticides during the 2015-2016 barley growing season in Türkmenköy and Güzelyurt. Evaluations were made based on larva + pupa counts of the Hessian fly (*Mayetiola destructor*) to determine sources of resistance to the pest. Genotype and genotype location interaction were found to be significant

at the 5% level ($P \leq 0.05$), while location was significant at the 1% level ($P \leq 0.01$). Preference scale values were based on the average data from both locations.

Table 2. Preference status of some spring barley genotypes for Hessian fly (*Mayetiola destructor*) in Northern Cyprus locations of Güzelyurt and Türkmenköy during the 2015-2016 season

No	Variety/Code name	<i>Mayetiola destructor</i> (number/plant)			
		Güzelyurt	Türkmenköy	Mean	Scale
1	AHNA	0,95 bj	0,15 ln	0,55 be	2
2	AKHİSAR	1,25 ae	0,25 jn	0,75 ae	2
3	ALHİSAR	0,90 bk	0,35 in	0,63 ae	2
4	ATHENAİS	0,95 bj	0,20 kn	0,58 ae	2
5	BAF	0,55 en	0,45 gn	0,50 ce	1
6	BAYRAK	0,50 fn	0,20 kn	0,35 de	1
7	BEŞPARMAK	0,85 cl	0,10 mn	0,48 ce	1
8	BÜRKÜT	1,55 ac	0,10 mn	0,83 ad	2
9	ERENKÖY	0,55 en	0,01 n	0,28 e	1
10	GAZİKÖY	1,60 ab	0,50 fn	1,05 ab	3
11	GİRİT	0,7 dn	0,05 n	0,38 de	1
12	GİRNE	1,00 a1	0,55 en	0,78 ae	2
13	GİTRİA	1,70 a	0,01 n	0,85 ad	2
14	GALOPSİDA	1,20 af	0,20 kn	0,70 ae	2
15	GÜZELYURT	0,50 fn	0,10 mn	0,30 e	1
16	HİLAL	1,70 a	0,45 gn	1,08 a	3
17	KARPAZ	0,10 mn	0,65 en	0,38 de	1
18	KIBRIS	1,15 ag	0,2 kn	0,68 ae	2
19	LAPTA	1,00 a1	0,25 jn	0,63 ae	2
20	LEFKE	0,7 dn	0,35 in	0,53 ce	2
21	LT15	1,40 ad	0,05 n	0,73 ae	2
22	LT20	1,10 ah	0,05 n	0,58 ae	2
23	LT3	0,65 el	0,01 n	0,28 e	1
24	LYSİ	0,35 in	0,40 hn	0,38 de	1
25	MAGUSA	0,40 hn	0,20 kn	0,30 e	1
26	RAUFBEY	0,80 dm	0,15 ln	0,48 ce	1
27	SANCAK	0,90 bk	0,10 mn	0,50 ce	1
28	SELANİK	1,55 ac	0,35 in	0,95 ac	2
29	TÜRKMENKÖY	1,05 bg	0,10 mn	0,53 ce	2
Ortalama		0,94 a	0,22 b	0,66	
CV%		14,02			
LSD _{0,05}	Variety	0,51*			
	Location	0,13**			
	Location x Variety	0,72*			

Levels connected by same letter are significantly different, ¹Cyprus varieties, ² Aegean Agricultural Research Institute varieties, ** $P \leq 0,01$, * $P \leq 0,05$

In the trials conducted in Güzelyurt and Türkmenköy locations, differences were found in the average Hessian fly (larva/pupa) counts and scale values among 29 spring barley genotypes. In Güzelyurt, the genotype Bayrak (0.5), Güzelyurt (0.5), Lysi (0.35), Karpaz (0.10), and Magusa (0.40) were categorized in scale 1 (slightly preferred). Among these, Karpaz was the least preferred. In scale 2 (preferred), genotypes Ahna (0.95), Alhisar (0.90), Athenais (0.95), Baf (0.55), Beşparmak (0.85), Erenköy (0.55), Girit (0.70), Girne (1.0), Lapta (1.0), Lefke

(0.70), LT3 (0.65), Raufbey (0.80), and Sancak (0.90) were listed. In scale 3 (highly preferred), genotypes Akhisar (1.25), Bürküt (1.55), Gaziköy (1.60), Gitria (1.70), Galopsida (1.20), Hilal (1.70), Kıbrıs (1.15), LT15 (1.40), LT20 (1.10), Selanik (1.55), and Türkmenköy (1.05) constituted the most preferred genotypes (Table 2). In Türkmenköy location, Girne (0.55) and Karpaz (0.65) were categorized in scale 2, while all other genotypes were ranked in scale 2. No genotype was included in scale "0," meaning that no genotype was not preferred (Table 2).

The average numbers of Hessian fly (*M. destructor*) detected per plant in barley genotypes grown in both locations are shown in Figure 1.

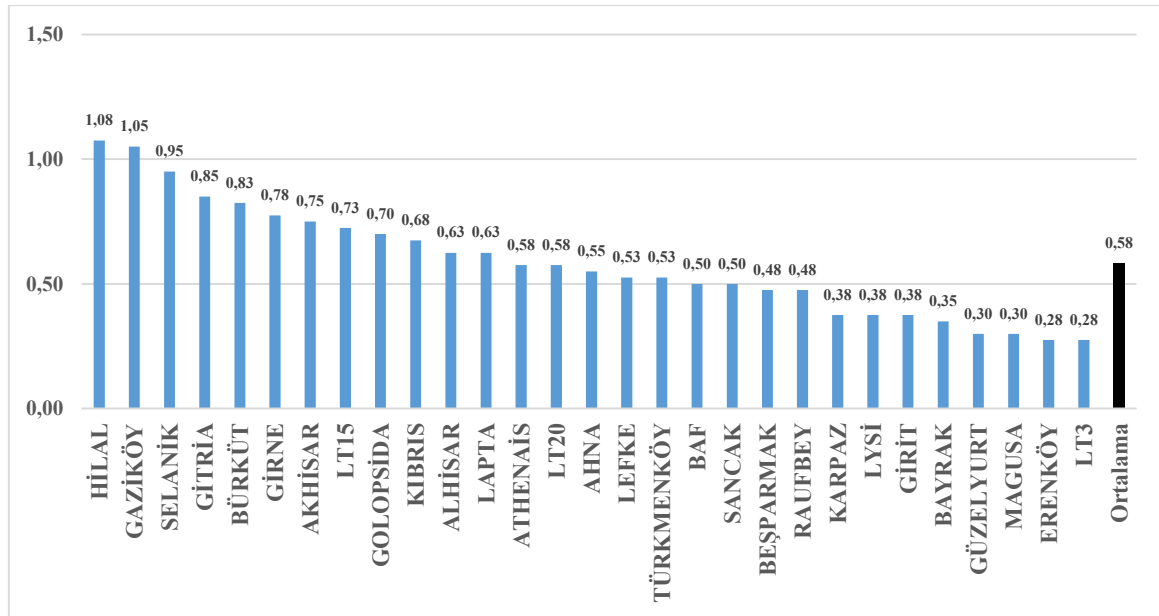


Figure 1. Mean numbers of Hessian fly (*Mayetiola destructor*) detected per plant in different barley genotypes.

Significant differences ($P \leq 0.01$) were observed among genotypes in terms of the number of Hessian flies they were exposed to, indicating differential preferences of the Hessian fly among genotypes. No genotype fell into the lowest value category "0" scale, indicating that no genotype was completely unpreferred.

Considering the overall mean across locations (0.66 Hessian fly per plant), in the slightly preferred group or scale 1 (0.01-0.50 Hessian fly/per plant), 12 genotypes (Baf, Bayrak, Beşparmak, Erenköy, Girit, Güzelyurt, Karpaz, LT3, Lysi, Magusa, Raufbey, and Sancak) were included. In the preferred scale 2 (0.51-1.0 Hessian fly/per plant), 15 genotypes (Ahna, Akhisar, Alhisar, Athenais, Bürküt, Girne, Gitria, Galopsida, Kıbrıs, Lapta, Lefke, LT15, LT20, Selanik, and Türkmenköy) were listed. In the highly preferred scale 3, only 2 genotypes (Gaziköy and Hilal) were present. Hilal (1.08) and Gaziköy (1.05) were the most preferred genotypes. Scale evaluations of genotypes are shown in Figure 2.

The interaction between location and genotype regarding Hessian fly preference differed significantly ($P \leq 0.01$) (Figure 3).

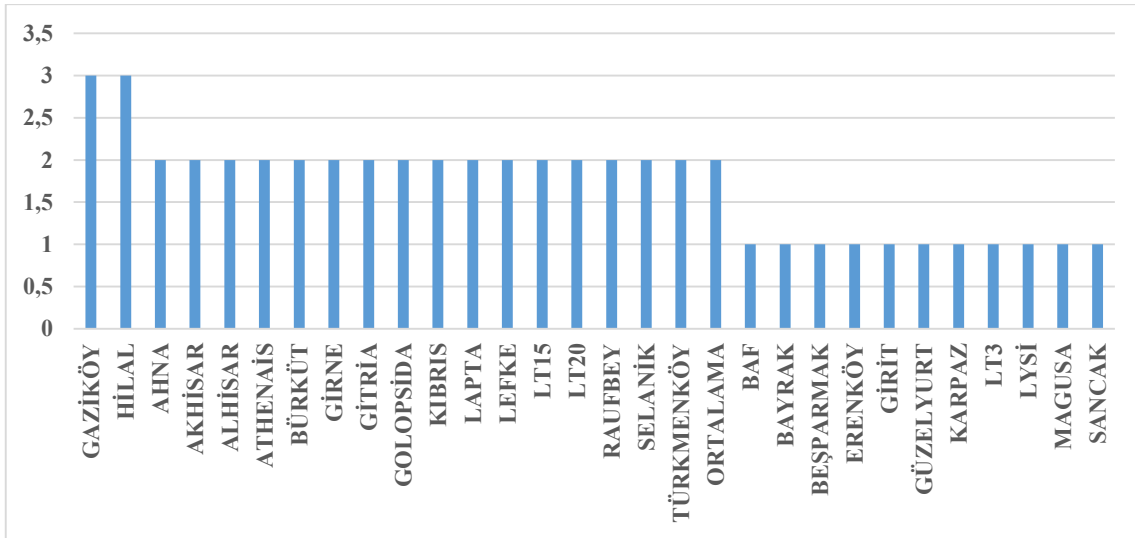


Figure 2. Illustrates the evaluation of genotype preferences based on scale values

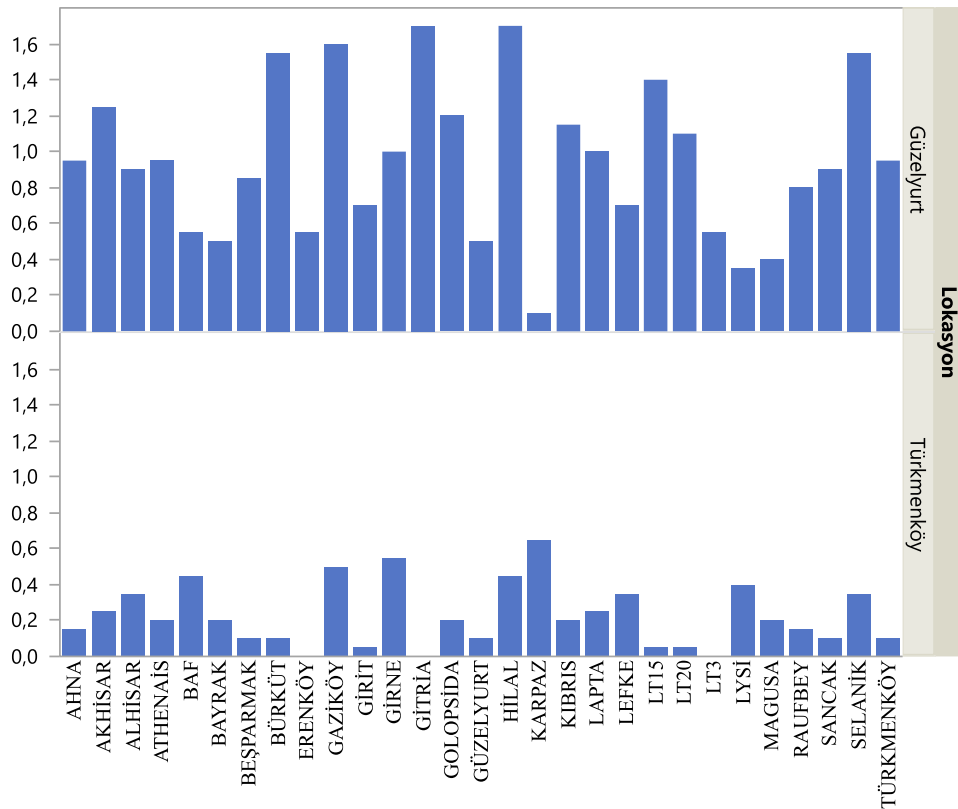


Figure 3. Mean numbers of Hessian fly (*Mayetiola destructor*) detected per plant in different barley genotypes in Güzelyurt and Türkmenköy locations.

Differences were found in Hessian fly population preference between the two locations. While an average of 0.22 Hessian fly per plant was found in Türkmenköy, an average of 0.94 Hessian fly per plant was detected in Güzelyurt. Although the population was lower, differences in genotype preferences of the Hessian fly were observed. Genotypes classified in scale 3 in Güzelyurt, such as Akhisar, Bürküt, Gaziköy, Gitria, Galopsida, Hilal, Kıbrıs, LT15, LT20, Selanik, and Türkmenköy, were categorized in scale 1 in Türkmenköy. The

Hessian fly is the main pest of cereals in Northern Cyprus, and control measures are inevitable. One of the best methods for this is using resistant varieties. Several lines of resistance genes have been identified in barley (Olembo et al., 1966; Buntin and Raymer, 1992). In our study, differences were found in the reactions of 29 spring barley genotypes to the Hessian fly. However, there was no instance of being completely unpreferred (scale "0").

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

In this study, the scale values indicating insect preferences were determined for 29 spring barley genotypes. According to the results, all genotypes used in the experiment were exposed to the insect. Based on the average of two locations, 12 genotypes were categorized as slightly preferred, and two genotypes were categorized as highly preferred. It is expected that conducting this study with a larger number of genotypes would yield more diverse results. Shedding light on different resistance mechanisms in plants could lead to the development of more resilient plants against pests.

REFERENCES

- Alkan, F.R. & Kandemir N. (2015). Tokak yerel arpa çeşidi içinden seçilen safhatların bazı gıda, yem ve tarımsal özellikler bakımından varyasyonları. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 24(2): 124-139.
- Anonymous (2016). JMP® Pro 13.0.0, Copyright © 2016, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
- Buntin, G.D. & Raymer, P. L. (1992). Response of winterbarley yield and yield components to spring infestationsof the Hessian fly. J. Econ. Entomol. 85: 2447-2451.
- Buntin, G.D. (1999). Hessian Fly (Diptera: Cecidomyiidae) Injury and Loss of Winter Wheat Grain Yield and Quality. Journal of Economic Entomology, 92 (5):1190-1197.
- Gallagher, L.W., Benyassine, A., Benlhabib O. & Obanni, M. (1987). Sources of Resistance to *Mayetiola destructor* in Breadwheat and Durum Wheat in Morocco. Euphytica 36 (1987) 591-602.
- Guo, T.R., Zhang, G.P., Zhou, M.X., Wu, F.B & Chen, J.X. (2003). Genotypic difference in plant growth and mineral composition in barley under aluminum stres. Agricultural Sciences in China, 2(5): 494-501
- Harris, M.O., Sandanayaka, M. & Griffin, W. (2001). Oviposition preferences of the Hessian fly and their consequences for the survival and reproductive potential of offspring. Ecol. Entomol. 26: 473-486.
- Harris, M.O., Stuart, J.J., Mohan, M., Nair, S., Lamb, R.J. & Rohfritsch, O. (2003). Grasses and gall midges: plant defense and insect adaptation. Annu. Rev. Entomol. 48: 549-577.
- Hatchett, J.H., Starks, K.J. & Webster, J.A. (1987). Insect and mite pests of wheat, pp. 625-675. In Wheat and Wheat improvement. Agronomy Monograph No. 13.

- Hill, C., Cartwright, W.B. & Wiebe, G.A. (1952). Barley varieties resistant to the Hessian fly. *Agronomy J.* 44:4-5.
- Kalaycı, M. (2005). Örneklerle Jump Kullanımı ve Tarımsal Araştırma İçin Varyans Analiz Modelleri. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 21. ISBN: 975-407-173-X.
- Kanno, H. & Harris, M.O. (2000). Leaf physical and chemical features influence selection of plant genotypes by Hessian fly. *J. Chem. Ecol.* 26: 2335-2354.
- Konuksal, A., Hekimhan, H., Gözüaçık, C., Güllü, M., Fidan, H., Değirmenci, R. & Karaca, C. 2017. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Tahıl Alanlarındaki Zararlı Böcek, Nematod, Hastalık Ve Yabancı Otların Tespiti, Önemli Olanların Biyo Ekolojileri ve Mücadelesi Üzerinde Araştırmalar. Proje Sonuç Raporu. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, Tarım ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı, Lefkoşa Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 157 sayfa.
- Lhaloui, S., Buschman, L., El Bouhssini, M., Amri, A., Hatchett, J.H., Keith, D., Starks, K. & El Houssaini, K. (1992a). Infestations of *Mayetiola* spp. (Diptera: Cecidomyiidae) in bread wheat, durum wheat, and barley: Results of five annual surveys in the major cereal growing regions of Morocco. *Al Awamia*, 77: 21-53
- Liu, X.M., Brown-Guedira, G.L., Hatchett, J.H., Owuoche, J.O., Chen, M.S. (2005) Genetic characterization and molecular mapping of a Hessian fly resistance gene transferred from *T. turgidum* ssp. *dicoccum* to common wheat. *Theor Appl. Genet* 111:308–1315
- Ming-Shun, C., Xuming L., Haiyan W. & El-Bouhssini M. (2009). Hessian Fly (Diptera: Cecidomyiidae) Interactions with Barley, Rice, and Wheat Seedlings. *J. Econ. Entomol.* 102(4): 1663-1672
- Noble, W.B., Suneson, C.A. (1943). Differentiation of two genetic factors for resistance to the Hessian fly in Dawson wheat. *J. Agric Res* 67:27–32
- Olembo, J.R., Patterson, F.L. & Gallun, R.L. (1966). Ge-netic analysis of the resistance to *Mayetiola destructor* (Say) in *Hordeum vulgare* L. *Crop Sci.* 6: 563-566.
- Ratcliffe, R.H., Hatchett, J.H. (1997). Biology and genetics of the Hessian fly and resistance in wheat. In: Bondari K (ed) *New developments in entomology*. Research Signpost, Trivandrum, India, pp 47–56.
- TMO (2016). Hububat raporu, Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, 207 s.
- Williams, C.E., Collier, C.C., Sardesai, N., Ohm, H.W. & Cambron, S.E. (2003) Phenotypic assessment and mapped markers for H31, a new wheat gene conferring resistance to Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae). *Theor Appl. Genet* 107:1516–1523.

DIFFICULTIES AND SOLUTIONS IN SILAGE MAKING OF LEGUME FORAGE CROPS

BAKLAGİL YEMBİTKİLERİN SİLAJ YAPIMINDAKİ GÜÇLÜKLER VE ÇÖZÜM YOLLARI

Prof. Dr. Mustafa KIZILŞİMŞEK

Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crop,

Kahramanmaraş-Türkiye

ORCID: 0000-0002-0295-0603

PhD Eylül Nezahat KIZILYAR

Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crop,

Kahramanmaraş-Türkiye

ORCID: 0000-0001-8920-1180

ABSTRACT

Silage is an animal feed obtained by fermenting water-rich forage plants under anaerobic conditions. There are many factors that make it difficult to make quality silage from legume plants. Low water-soluble carbohydrate (WSC) content, high nitrogenous compound content, high buffering capacity (Bc) and low dry matter (DM) content of legumes are the features that make difficult making quality silage. In the meantime, the lack of sufficient numbers of lactic acid bacteria (LAB) on the epiphytic flora is also an important factor. In legume silages, lactic acid production is generally low, but instead acetic acid and propionic acid production is relatively high. For these reasons, the pH level in legume silage does not drop sufficiently and so sufficient quality silage cannot be obtained.

In order to solve the existing problems in legume silages, applications such as additives (crushed grain, whey, molasses) to reduce the pH level, wilting to increase the dry matter (DM) content of the forage, and the addition of crushed grain or dry beet residue are used. In addition, bacterial inoculation and enzyme applications have recently begun to be used in legume silages. However, since all these applications generally try to solve a single problem of legume plants, it cannot be said that sufficient success has been achieved. For this reason, legume silage is not yet commonly made commercially. Studies on making quality silage from legumes have still continued all over the world.

In this review article, the reasons and solutions to the challenges in making quality silage from legumes and the studies carried out on this subject will be discussed.

Key words: Legumes, Silage, Quality

ÖZET

Silaj, suca zengin yem bitkilerinin anaerobik koşullarda fermente edilmesi sonucu elde edilen bir hayvan yemidir. Baklagil bitkilerinden kaliteli silaj yapmayı zorlaştıran birçok faktör bulunmaktadır. Suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) miktarının düşük olması, yüksek azotlu bileşik içeriğine sahip olması, yüksek tamponlanma kapasitesi (Tk) ve kuru madde içeriğinin (KM) düşük olması gibi özellikler, silaj yapımını güçleştirmektedir. Bununla birlikte, epifitik flora üzerinde yeterli sayıda laktik asit bakterisi (LAB) bulunmaması da önemli bir faktördür. Baklagil silajlarında genellikle laktik asit üretimi düşük, bunun yerine asetik asit ve propiyonik asit üretimi yüksek seviyede olmaktadır. Bu nedenlerle, baklagil silajında pH seviyesi yeteri kadar düşmemekte ve yeterli kalitede bir silo yemi elde edilememektedir.

Baklagil silajlarında mevcut problemlerin çözümünde, pH seviyesini düşürebilmek için genel olarak SÇK kaynağı (tahıl kırmaları, peynir altı suyu, melas gibi) katkıları, yemin kuru maddesini (KM) artırmak için soldurma uygulaması, tahıl kırması veya kuru pancar talaşı ilavesi gibi uygulamalar yapılmaktadır. Ayrıca, son dönemlerde baklagil silajlarında da bakteri inokulasyonu ve enzim uygulamaları da kullanılmaya başlanmıştır. Ancak tüm bu uygulamalarda baklagil bitkilerinin genellikle tek bir sorunu çözülmeye çalışıldığından, yeterli bir başarı elde edildiği söylenemez. Bu nedenle henüz ticari anlamda baklagil silajı yapılmamaktadır. Baklagillerden kaliteli silaj yapımına ilişkin çalışmalar tüm dünyada devam etmektedir.

Bu derleme makalede, baklagillerden kaliteli silaj yapımındaki güçlüklerin nedenleri ve çözüm yolları ile bu konuda yapılmış çalışmalar tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Baklagiller, Silaj, Kalite

GİRİŞ

Silaj, suca zengin hayvan yemlerinin kalitelerini koruyarak uzun süre saklamak için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Silaj yapımı, değişken iklim koşullarına daha az bağımlı olduğu ve üreticilerin yüksek kaliteli yemleri uzun süre muhafaza etmesine olanak sağladığı için kuru ot yapımına göre daha avantajlıdır (Copani ve ark., 2016). Silaj; bitki epifitik mikroflorasında doğal olarak bulunan laktik asit bakterilerinin (LAB) anaerobik koşullar altında, parçalanmış bitki dokusundaki suda çözünebilir karbonhidratları (SÇK) kullanarak ağırlıklı olarak laktik asitle birlikte, bir miktar asetik asit üretilmesi sonucu yemin fermente edilmesi, pH değerinin düşmesi, küf, maya, enterobakteri gibi istenmeyen mikroorganizmaların gelişiminin engellenmesi ve böylece yemin korunması olarak tanımlanabilir. Ancak baklagil yem bitkilerinin kimyasal kompozisyonu incelendiğinde, silaj pH değerini yeteri kadar düşürmenin ve kaliteli bir silaj elde etmenin oldukça zor olduğu görülür (Đorđević ve ark., 2016). Baklagil yem bitkileri genel olarak, hasat döneminde düşük kuru madde içermeleri, suda çözünen karbonhidrat içeriklerinin düşük olması, pH düşüşünü engelleyen tamponlanma kapasitesinin (Buffering Capacity) yüksek olması ve epifitik florada LAB sayısının yetersiz olması gibi nedenlerle, “zor silolanabilen bitkiler” sınıfına girmektedir

Baklagil yem bitkileri yüksek oranda protein içerirler ve ruminant rasyonlarının ana bileşenlerinden biri konumundadırlar (Lazarević ve ark., 2023). Bununla birlikte, kuru ot ile karşılaştırıldığında, silolanmış baklagiller daha yüksek ham protein (Wilkins ve ark., 2002), daha düşük karbonhidrat içeriği ve yüksek tamponlama kapasitesi nedeniyle proteolize daha duyarlıdır (Foster ve ark., 2011; Contreras-Govea ve ark., 2006).

Baklagil yem bitkileri ham protein (HP), vitamin ve mineral gibi yüksek besin içeriğine sahip olmasına (Wilkins ve ark., 2002) rağmen, genel olarak içerdiği düşük kuru madde (KM), suda çözünen karbonhidrat (SÇK) içeriğinin az olması ve yüksek tamponlanma kapasitesi nedeniyle silo içinde pH düşüşü zor olan ve bu nedenlerle silaj yapımı zor olan bitkilerdir.

Bu makalede, baklagil yem bitkilerinden silaj yapmanın zorlukları ve bu zorlukların çözüm yolları üzerinde durulmuştur.

BAKLAGİLLERDEN NEDEN KALİTELİ SİLAJ YAPILAMIYOR? NE YAPILMALI?

1- Düşük SÇK (Suda Çözünen Karbonhidrat) İçeriği

Herhangi bir yem bitkisinden kaliteli silaj elde etmenin ön koşullarından biri, yem materyalinde yeteri kadar SÇK bulunması gerekliliğidir. Bir yemdeki SÇK içeriğinin kuru maddenin %4-6'sı arasında bulunması, yemin yeteri kadar SÇK içerdiğini göstermektedir. Örneğin, silajlık mısır bitkisinde hasat dönemindeki SÇK içeriği kuru maddede %6-8 civarında olduğundan, oldukça kolay silolanabilen bitkilerin başında gelmektedir. Hâlbuki bu değer baklagillerde oldukça düşük olup, türden türe farklılık göstermekte ve çoğunlukla %0,8-2,5 arasında değişmektedir. Örneğin yonca bitkisinde, hasat dönemine göre değişmekle birlikte %1-1,8 arasındadır. Baklagil yem bitkilerinde silolama güçlüğü oluşturan nedenlerin en önemlilerinden bir tanesi SÇK içeriğindeki bu düşük değerlerdir. Bu nedenle bu konuda birçok araştırma yapılmış ve baklagillerden kaliteli silaj yapma olanakları araştırılmıştır. Baklagillerin bu eksikliğini giderebilmek için genellikle SÇK içeriği yüksek katkı maddeleri kullanılmıştır. Örneğin Sun ve ark., (2020) ile Heinritz ve ark., (2012) baklagil silajlarında silaj fermentasyon kalitesini arttırmak için fruktoz ve sukroz gibi şeker kaynaklarının kullanılmasını, Canbolat ve ark., (2019) ise pektin ve melas kullanılmasını önermişlerdir. Kung ve ark., (2003), Wank ve ark., (2020) ve Muck ve ark., (2018) gibi araştırmacılar da benzer şeker kaynaklarının kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalarda en yaygın kullanılan sukrozdur çünkü LA bakterilerinin kolay gelişmesi için iyi bir substrat kaynağı konumundadır (Heinritz ve ark., 2012). de Figueroe ve ark., (2000) ise bazı laktobasillus türlerinin şekerlerin LA ve uçucu yağ asitlerine dönüştürülmesi için sitrattan yararlanabileceğini bildirmiştir.

Genel olarak baklagil silajına şeker bakımından zengin diğer yem kaynaklarının karıştırılması, silaj materyalinin SÇK içeriğini arttırmanın etkili bir yoludur. Şeker pancarı melası, baklagil silaj mikroflorasına karbonhidrat sağlayarak daha etkin bir fermentasyon oluşması amacıyla kullanılan (Cao ve ark., 2010) ucuz ve pratik bir uygulamadır (Oelker ve ark., 2009). Baklagil silajlarında katkı maddesi olarak melas kullanımı ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Örneğin, soya fasulyesi silajlarına inokulant, melas ve farklı dozlarda inokulant ile melasın karışım olarak uygulandığı bir çalışmada, melas uygulamasının kontrole kıyasla laktik asit içeriğini arttırdığı, bütrik asit içeriğini ise azalttığı ve saatlik açımlara göre; %2 melas ve %2 melas+inokulant uygulamalarının clostridia ve enterobakteri gibi silajlarda istenmeyen mikroorganizmaları azalttığı belirlenmiştir (Ni ve ark., 2017). Bir başka çalışmada da melas katkı maddesinin silajlardaki KM ve laktik asit (LA) içeriğini arttırdığı ve pH ile NH₃-N seviyelerini düşürdüğü bildirilmiştir (McDonald ve ark., 1991). Luo ve ark. (2021), yoncaya ilave edilen melasın fermentasyon sonrasında KM ve protein içeriği değerlerini koruduğunu, kontrole kıyasla pH değerini düşürdüğünü ve yonca silajlarının tadını iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Ancak bu çalışmaların tümünde, tam bir başarı sağlanamamış, baklagillerin silaj kalitesi çok sınırlı miktarda iyileşmiştir. Çünkü baklagillerin silolanmasındaki tek sorun

SÇK içeriğinin eksik olması değildir. Baklagillerin hasat edildiği dönemde düşük KM içermesi de silaj fermentasyonunu kısıtlayan önemli bir faktördür.

2-Kuru Maddenin (KM) Düşük Olması

Yapılan birçok çalışmada özellikle düşük KM içeriğine sahip taze baklagil otunun KM içeriğini arttırmak ve silaj fermentasyonunu iyileştirmek için KM içeriği yüksek olan buğday kepeği, buğday kırığı ve buğday samanı gibi katkı maddeleri eklenmektedir. Ancak yüksek nem içerikli baklagil silajına buğday kepeğinin katkı olarak kullanıldığı literatür bilgisi oldukça kısıtlıdır. Bununla birlikte, yüksek nem veya düşük KM içerikli başka yem kaynaklarına düşük besleme kalitesine sahip buğday samanı ilavesi ile ilgili bazı çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin Hart ve Horn (1987), düşük miktarda buğday samanı ilavesi ile hazırlanan yem pancarı silajın kaliteli silaj olarak değerlendirilebileceğini, ancak silajın in vitro sindirim derecesinin azaldığını bildirilmiştir. Bu durum silaj katkı maddesi olarak kullanılan samanın çok düşük sindirim derecesine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Baklagiller veya başka yüksek nem içerikli ve zor silolanabilen diğer bitkilere buğday kepeğinin katkı olarak kullanılması ile ilgili literatür çok kısıtlı olmakla birlikte, buğday veya arpa kırmasının kullanıldığı bazı çalışmalar mevcuttur. Çetin (2017), yem pancarı silajlarına %3 melas, %6 buğday kırması, %6 mısır kırmasının ayrı ayrı eklendiği silajlarda, mısır ve buğday kırmasının silajların KM içeriklerini arttırdığını, %3 melas katkısının silajların HP içeriklerini düşürdüğünü ve NDF içeriğini yükselttiğini bildirmişlerdir. Şakalar ve Kamalak (2016), yaptıkları bir çalışmada yonca silajına, melaslı şeker pancarı posası kullanmışlar ve yonca silajının kuru maddesi (KM) üzerinde, melaslı şeker pancarının mikarına bağlı olarak olumlu etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir. Baklagil silajlarına katkı maddesi olarak kullanılacak ve üzerinde çok kısıtlı çalışmalar yapılmış olan buğday kepeği, yaklaşık %90 oranında KM içeriğine sahip olduğundan (Oluwatoyin ve ark., 2015), baklagillerin KM içeriğini arttırmaya yardımcı olabilir. Buğday kepeğinin yüksek KM içermesi ile silaj nemini belli ölçüde dengeleyebilir ve karbonhidrat içeriği de fermentasyona yardımcı olabilir.

Baklagil silajlarının KM içeriğini artırma yollarından biri de soldurma uygulamasıdır. Hasat edilen baklagiller belirli bir süre açık havada kurutulur ve KM içerikleri %35 civarına kadar yükseltildikten sonra parçalanarak silolanırlar. Bu durumda silaj fermentasyonu kısıtlı olarak iyileşebilir ve yine kısıtlı düzeyde bir pH düşüşü sağlanabilir. Ancak tek başına soldurma uygulaması ile başarılı bir baklagil silajı elde etmek mümkün değildir.

Baklagil yem bitkilerinin silajını zorlaştıran parametrelerden bir tanesi de düşük kuru madde içeriğine sahip olmalarıdır.

3-Yüksek Proteolisis

Baklagil yem bitkilerinden silaj yapımındaki sorunlar sadece düşük SÇK ve KM içerikleri ile de sınırlı değildir. Baklagil silajlarının diğer bir önemli problemi, “proteolisis” olarak bilinen ve fermentasyon öncesi veya fermentasyon süresince, yem materyalinin içerdiği yüksek orandaki proteinin, hızlı ve yoğun bir şekilde bozulma potansiyelidir (Lynch ve ark., 2014). Bu bozulma, silolama işlemi sırasında bitki ve mikrobiyel enzimlerin, özellikle de proteazların etkisinin bir sonucudur. Silaj içerisinde asidifikasyona karşı gösterilen direnç (tamponlanma kapasitesi) ne kadar yüksek ise pH düşüşü o kadar yavaş ve sınırlı düzeyde olur. Dolayısıyla böyle bir fermentasyon sonucunda KM kayıpları ve HP içeriğinde ciddi düşüşler görülebilir. Proteolise maruz kalmış silaj materyalindeki proteinler amonyaka (NH₃) kadar parçalanır (Givens ve Rulquin, 2004). Böyle bir silaj hem ekonomik bakımdan hem hayvan besleme hem de çevre sağlığı açısından arzu edilmemektedir.

Tanenlerin rumendeki protein bozulmasını önlediği veya yavaşlattığı bilinmektedir. Tanenler protein bozulmasını önlemesinin yanı sıra geniş getiren hayvanların üretkenliğini artırabilir (Mueller Harvey, 2009) ve metan üretimini azaltabilir (Nascimento ve ark., 2021). Tanenler

çeşitli bitkilerde bulunan ve mikrobiyal proteini koruma özelliğine sahip fenolik bileşiklerdir. Bazı baklagiller korungadaki (*Onobrychis viciifolia*) gibi kondanse tanenler veya kırmızı üçgüldeki (*Trifolium pratense*) gibi polifenol oksidaz şeklinde ikincil bileşikler içerir. Bu bileşikler, silaj yapma işlemi sırasında proteinlerin bozulmaya karşı koruması nedeniyle yem muhafazasını ve kalitesini artırabilir (Jones ve ark., 1995; Copani ve ark., 2014). Hatta yapraklar zarar gördüğünde ve bitki hücre içerikleri havaya maruz kaldığında polifenol oksidazın aktif olması nedeniyle (Lee ve ark., 2004), silolama işlemi için tercih edilen koruma yöntemi olarak görülebilir. Bu ikincil bileşikler ruminant tarafından tüketildiğinde hayvan beslenmesi (etkin N kullanımı açısından) (Waghorn, 2008), hayvan sağlığı (Hoste ve ark., 2006) ve çevre (hayvan tarafından metan ve azot emisyonunun azaltılması) üzerinde olumlu etkilere sahip olabilir (Theodoridou ve ark., 2010; Jayanegara ve ark., 2012). Özellikle, condense tanenler proteinlerle bağlanarak rumende N parçalanmasını azaltabilir, proteinlerle kompleks oluşturabilir ve böylece silo içindeki proteolisisi azaltır.

Tanenler rumende olduğu gibi silajlarda da proteolisisi önlemede etkili bir rol oynayabilirler. Tanenler geçici olarak proteinlere bağlanması nedeniyle baklagillerin tamponlanma kapasitesini azaltabilirler ve fermentasyon sırasında hızlı bir pH'ı düşüşüne katkı sağlayabilirler. Fakat farklı tanen içerikli katkı maddeleri ile pH arasındaki ilişki de tam olarak anlaşılabilir. Örneğin; Güven ve Kamalak (2021), gladiya meyvesinin %68.4 tanen ve %15.16 SÇK içerdiğini, çayır otu silajlarına %3 dozunda gladiya eklenmesi ile “proteolisisin önemli ölçüde önlediğini”, pH'ın düştüğünü ve silaj kalitesinin arttığını bildirmişlerdir. Azman (2017) ise yonca silajına, kuru madde esasına göre %5, 10 ve 20 düzeyinde meşe palamudu eklenmesinin silaj pH değerlerini olumsuz etkilediğini bildirmiştir. Tanen ilavesinin üst sınırının KM'nin %2'si ile sınırlı olması gerektiği, bu değeri aşan tanen ilavelerinde yem tüketiminin önemli ölçüde azalabileceği bilinmektedir. Çünkü belirli yoğunluğun üstünde kullanılan tanenler lif ve protein sindirimini, yem tüketimini ve verim özelliklerini düşürebilmektedir (Frutos ve ark., 2004; Weinberg ve ark., 2002; Filya 2003).

4-Yetersiz epifitik LAB popülasyonu

Baklagil bitkileri içerdikleri düşük SÇK nedeniyle, henüz hasat edilmeden önce bitki dokusu üzerinde düşük miktarda epifitik LAB bulunmaktadır. Bu durumda silolanan bitkilerde LAB sayısının yeteri kadar artması mümkün olmamakta ve istenilen laktik asit fermentasyonu gerçekleşmemektedir. Bu durum silaj kalitesinin kötü olması ile sonuçlanmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalarda, baklagil bitki materyaline silolama öncesinde LAB aşılması yapılmakta ve bu şekilde silolama öncesinde mikroflora içindeki LAB sayısı artırılmaya çalışılmaktadır. Bu durumda da henüz tam bir başarı sağlanabilmiş değildir. LAB aşılması ile diğer istenmeyen mikro organizmalarının gelişmesi sınırlanarak, clostridia gibi zararlı mikro organizmaların etkisini azaltabilir. Ayrıca, LAB'nin mayaların aktivitesini azalttığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle bakteri inokulasyonu uygulaması, silaj kalitesini artırabilir ve aerobik bozulmaya karşı koruma sağlayabilir (Jatkauskas ve Vrotniakiene 2011). Wilkinson ve Muck (2019), bakteri inokulasyonunun fermentasyon kalitesinin iyileştirildiği ve kuru madde (KM) geri kazanımını arttırdığını bildirmişlerdir. Ancak LAB ilavesi, fiyatının yüksek olması ve muhafaza edilmesinin zorluğu nedeniyle kullanımı kısıtlanmaktadır (Kang ve ark., 2021). LAB inokulasyonu ile sınırlı miktarda bir pH düşüşü ve yine sınırlı miktarda laktik asit üretim arışı gerçekleşse de sonuçlar maalesef yüksek kaliteli bir baklagil silajı elde etmekten oldukça uzaktır.

SONUÇ

Baklagillerden kaliteli silaj yapma konusundaki girişimlerde, sorunların tek tek ele alınarak çözülmeye çalışılması durumunda yeterli bir başarı sağlanamadığı açıktır. Bu nedenle tüm sorunları birlikte ele alan ve çözmeyi hedefleyen yaklaşımlar daha etkili sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle, bir defada birden fazla katkı maddesi kullanılarak bu sorunların tamamının çözülmeye çalışılması ve bir kümülatif etkiden yararlanılması daha akılcı bir yol olabilir.

Kaynaklar

- AZMAN, M. A. (2017). Yonca Silajına Meşe Palamudu Katılmasının. Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi, 6(3), 118-131.
- Canbolat Ö, Akbay KC, Kamalak A 2019. Yem Bezelyesi Silajlarında Karbonhidrat Kaynağı Olarak Melas Kullanılma Olanakları. KSU Tar Doğa Derg 22(1) : 122-130
- Cao, Y., Takahashi, T., Horiguchi, K., Yoshida, N. 2010. "Effect of adding lactic acid bacteria and molasses on fermentation quality and in vitro ruminal digestion of total mixed ration silage prepared with whole crop rice", Grassland Science, 56, 19-25.
- Contreras-Govea, F. E., Albrecht, K. A., & Muck, R. E. (2006). Spring yield and silage characteristics of kura clover, winter wheat, and in mixtures. Agronomy Journal, 98(3), 781-787.
- Copani, G., Ginane, C., Le Morvan, A., & Niderkorn, V. (2014). Bioactive forage legumes as a strategy to improve silage quality and minimise nitrogenous losses. Animal Production Science, 54(10), 1826-1829.
- Copani, G., Niderkorn, V., Anglard, F., Quereuil, A., & Ginane, C. (2016). Silages containing bioactive forage legumes: a promising protein-rich feed source for growing lambs. Grass and Forage Science, 71(4), 622-631.
- Çetin, İ. 2017. "Farklı katkı maddeleri ile silolanan yem şalgamının (Brassica rapa L.) bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi", Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış)Yüksek Lisans Tezi, 55 s.
- de Figueroa, R. M., Alvarez, F., de Ruiz Holgado, A. P., Oliver, G., & Sesma, F. (2000). Citrate utilization by homo-and heterofermentative lactobacilli. Microbiological Research, 154(4), 313-320.
- Đorđević, S., Mandić, V., Stanojević, D. 2016. "The effect of bacterial inoculant on chemical composition and fermentation of alfalfa silage", Biotechnology in Animal Husbandry, 32(4), 413-423.
- Filya, I. (2003). The effect of Lactobacillus buchneri and Lactobacillus plantarum on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. Journal of dairy science, 86(11), 3575-3581.
- Foster, J. L., Carter, J. N., Sollenberger, L. E., Blount, A. R., Myer, R. O., Maddox, M. K., ... & Adesogan, A. T. (2011). Nutritive value, fermentation characteristics, and in situ disappearance kinetics of ensiled warm-season legumes and bahiagrass. Journal of dairy science, 94(4), 2042-2050.
- Frutos, P., Hervas, G., Giráldez, F. J., Mantecón, A. R. 2004. "Tannins and ruminant nutrition", Spanish Journal of Agricultural Research, 2(2), 191-202.
- Givens, D. I., Rulquin, H. 2004. "Utilisation by ruminants of nitrogen compounds in silage-based diets", Animal Feed Science and Technology, 114, 1-18.
- Güven, İ., Kamalak, A. 2021. "Gladiçya meyvesinin çayırotu silajında kullanımı", Black Sea Journal of Engineering and Science, 4(1), 22-28
- Hart, S.P., Horn, F.P. 1987. "Ensiling characteristics and digestibility of combinations of turnips and wheat straw", Journal of Animal Science, 64 (6), 1790-1800.

- Heinritz, S. N., Martens, S. D., Avila, P., & Hoedtke, S. (2012). The effect of inoculant and sucrose addition on the silage quality of tropical forage legumes with varying ensilability. *Animal Feed Science and Technology*, 174(3-4), 201-210.
- Hoste, H., Jackson, F., Athanasiadou, S., Thamsborg, S. M., & Hoskin, S. O. (2006). The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends in parasitology*, 22(6), 253-261.
- Jatkauskas, J., & Vrotniakiene, V. (2011). The effects of silage inoculants on the fermentation and aerobic stability of legume-grass silage. *Žemdirbystė-Agriculture*, 98, 367-374.
- Jayanegara, A., Leiber, F., & Kreuzer, M. (2012). Meta-analysis of the relationship between dietary tannin level and methane formation in ruminants from in vivo and in vitro experiments. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 96(3), 365-375.
- Jones, B. A., Muck, R. E., & Hatfield, R. D. (1995). Red clover extracts inhibit legume proteolysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 67(3), 329-333.
- Kang, J., Tang, S., Zhong, R., Tan, Z., & Wu, D. (2021). Alfalfa Silage Treated with Sucrose has an Improved Feed Quality and More Beneficial Bacterial Communities. *Frontiers in Microbiology*, 12, 670165.
- Kung Jr, L., Taylor, C. C., Lynch, M. P., & Neylon, J. M. (2003). The effect of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, 86(1), 336-343.
- Lazarević, Đ., Stevovic, V., Lugić, Z., Tomic, D., Marković, J., Zornic, V., & Prijović, M. (2023). Quality of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and red clover (*Trifolium pratense* L.) mixture silages depending on the share in the mixture and additives. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*.
- Lee, M. R., Winters, A. L., Scollan, N. D., Dewhurst, R. J., Theodorou, M. K., & Minchin, F. R. (2004). Plant-mediated lipolysis and proteolysis in red clover with different polyphenol oxidase activities. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(13), 1639-1645.
- Luo, R., Zhang, Y., Wang, F., Liu, K., Huang, G., Zheng, N., Wang, J. 2021. "Effects of sugar cane molasses addition on the fermentation quality, microbial community, and tastes of alfalfa silage". *Animals*, 11(2), 355.
- Lynch, J. P., Jin, L., Lara, E. C., Baah, J., Beauchemin, K. A. 2014. "The effect of exogenous fibrolytic enzymes and a ferulic acid ester-ase-producing inoculant on the fibre degradability, chemical composition and conservation characteristics of alfalfa silage", *Animal Feed Science and Technology*, 193, 21–31.
- Muck R E, Nadeau E M G, McAllister T A, Contreras-Govea F E, Santos M C & Kung L Jr (2018). Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *J Dairy Sci* 101(5): 3980-4000. doi.org/10.3168/jds.2017-13839
- McDonald, P., Henderson, A. R., & Heron, S. J. E. (1991). *The biochemistry of silage*. Chalcombe publications.
- Mueller-Harvey, I. 2006. "Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 2010-2037.
- Nascimento, T. V. C., Oliveira, R. L., Menezes, D. R., de Lucena, A. R. F., Queiroz, M. Á., Lima, A. G. V. O., Bezerra, L. R. 2021. "Effects of condensed tannin-amended cassava silage blend diets on feeding behavior, digestibility, nitrogen balance, milk yield and milk composition in dairy goats", *Animal*, 15(1), 100015.
- Ni, K., Wang, F., Zhu, B., Yang, J., Zhou, G., Pan, Y. I., Zhong, J. 2017. "Effects of lactic acid bacteria and molasses additives on the microbial community and fermentation quality of soybean silage", *Bioresource Technology*, 238, 706-715.
- Oelker, E.R.; Reveneau, C.; Firkins, J. L. 2009. "Interaction of molasses and monensin in alfalfa hay-or corn silage-based diets on rumen fermentation, total tract digestibility, and milk production by Holstein cows", *J. Dairy Science*, 92, 270-285.

- Oluwatoyin, O.O., Afam, I. O.J., Beswa, D. 2015. “Composition and functionality of wheat bran and its application in some cereal food products”, *International Journal of Food Science and Technology*, 50, 2509-2518.
- Sun, Z., Jia, T., Gao, R., Xu, S., Wu, Z., Wang, B., & Yu, Z. (2020). Effects of chopping length and additive on the fermentation quality and aerobic stability in silage of *Leymus chinensis*. *Processes*, 8(10), 1283.
- Theodoridou, K., Aufrère, J., Andueza, D., Pourrat, J., Le Morvan, A., Stringano, E., ... & Baumont, R. (2010). Effects of condensed tannins in fresh sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) on in vivo and in situ digestion in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 160(1-2), 23-38.
- Wang, M., Franco, M., Cail, Y., Yu, Z. 2020. “Dynamics of fermentation profile and bacterial community of silage prepared with alfalfa, whole-plant corn and their mixture”, *Animal Feed Science and Technology*, 270,114702.
- Weinberg, Z. G., Ashbell, G., Hen, Y., Azrieli, A., Szakacs, G., & Filya, I. (2002). Ensiling whole-crop wheat and corn in large containers with *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus buchneri*. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 28(1), 7-11.
- Wilkins, R. J., Bertilsson, J., Doyle, C. J., Noussiainen, J., Paul, C., & Syriala-Qvist, L. (2002). Introduction to the LEGSIL project. *Legume Silages for Animal Production–LEGSIL*”.(Eds. RJ Wilkins und C. Paul), *Landbauforschung Völkenrode, FAL Agricultural Research, Sonderheft*, 234, 1-4.
- Wilkinson, J. M., & Muck, R. E. (2019). Ensiling in 2050: Some challenges and opportunities. *Grass and Forage Science*, 74(2), 178-187.

POULTRY PRODUCTION, GENETIC IMPROVEMENT, PROCESSING AND UTILIZATION IN ETHIOPIA

Berhanu Bekele

Department of Animal Science, College of Agriculture, Wachemo University, Ethiopia

ABSTRACT

Aim of this paper was to review poultry production, genetic improvement and its utilization. Ethiopian poultry population (chicken) is projected to be around 56.06 million, with indigenous, hybrid, and foreign breeds accounting for 88.19 percent, 6.45 percent, and 5.36 percent of the total poultry, respectively. Chicken farming is a significant and fundamental element of most households in Ethiopia, as it is in other poor nations, in rural, urban, and peri-urban settings, allowing farmers to reap the advantages of high-quality protein in the form of eggs and meat while simply scavenging feed resources. Ethiopian poultry farming methods are typically low-productivity subsistence systems. Poultry plays a significant socioeconomic importance in terms of food security, supplementary financial flow, and religious/cultural reasons. The eggs of the parent stock are usually imported from other nations. The generations are then utilized to produce eggs, while the parent stock is employed in the hatchery. Ethiopian chickens are the most common, with chickens being owned by practically every rural family and providing a major source of protein and revenue. Chicken meat is healthier than other meats because it contains less overall fat and more beneficial monounsaturated fats. Ethiopia has one of the lowest per capita poultry and poultry product consumption rates in the world, with 57 eggs and 2.85 kg of chicken meat consumed each year. Poultry plays a crucial socio-economic function in terms of food security, supplementary financial income, and religious/ cultural reasons. The production of egg and chicken meat has unquestionably been linked to closing the gap in animal protein supplies for human use. Feed shortages, predators, disease, veterinary care, health management, marketing, breed, and Extension service concerns can all hinder poultry production in Ethiopia.

Key words: Ethiopia, improvement, poultry production, utilization

INTRODUCTION

Traditional poultry keeping using mainly indigenous chickens still dominate poultry production systems in many developing countries. The types of poultry husbandry mostly practiced under village poultry production system in Africa include the free range and backyard systems. The traditional village poultry production system comprises of the free-range system where chickens obtain daily nutrient intake from scavenging; the backyard system where chickens are partly confined within improved overnight shelter with provision of some feed and water and the semi-intensive system in which chickens are fed with balanced diet (Besbes, 2009; Melesse, 2014). The traditional village poultry production system is characterized by little or no inputs for housing, feeding (scavenging is the only source of diet) and health care with minimal level of biosecurity, high off-take rates, and high level of mortality. This production system does not involve investment beyond the cost of the

foundation stock, a few handfuls of local grains and possibly simple night shades, mostly night-time in the family dwellings. Indigenous chickens are mostly kept under traditional production system although some hybrids and exotic breeds may be reared under this system (Dawit et al. 2008).

Small-scale intensive production system is characterized by medium level of feed, water, and veterinary service inputs and minimal to low biosecurity. There are few studies about diseases affecting poultry in this production system such as Kinung'hi et al. (2004) who mentioned coccidiosis as a cause of mortality, reduced weight gain and egg production and market value of affected poultry.

The large-scale commercial production system is highly intensive production system and involves an average of greater or equal to 5,000 birds kept under indoor conditions with a medium to high levels of biosecurity. This system heavily depends on imported exotic breeds that require intensive inputs such as feed, housing, health, and modern management systems. It is estimated that this sector accounts for nearly 2% of the national poultry population. This system is characterized by higher level of productivity and entirely market oriented to meet the available large demand for poultry and poultry products in major towns and cities. The existence of somehow better bio-security practices has reduced chick mortality in this sub-sector to around 5% (Bush, 2006).

The major aim of this paper was to review the poultry production status, genetic improvement and utilization in tropics.

Productive performances of Ethiopian poultry

Indigenous chicken ecotypes comprised of chickens with wide range of morphologic or genetic diversity. The most dominant chicken reared in Ethiopia are indigenous ecotypes, which show a large variation in body conformation, plumage color, comb type and productivity (Hassen et al. 2007). Dessie et al. (2003) and Hassen (2007) reported that the names of the indigenous chicken groups were being called as chicken-ecotypes and native-chickens, respectively. However, the term “indigenous” was used to describe the local chicken populations (Melesse and Negesse, 2011; Melesse, 2014).

The annual egg production potential of indigenous chickens kept under rural management conditions was reported to be 30-60 eggs/hen with an average egg weight of 35-45 g (Moges et al. 2010; Melesse and Negesse, 2011; Melesse, 2014), as compared to the exotic breeds of chicken kept under intensive management conditions of Ethiopia producing around 250 eggs/hen with mean egg weight of 55-60g (Tola et al. 2003; Alawi and Melesse, 2013; Melesse et al. 2013).

The low productivity of the Ethiopian scavenging indigenous chickens is not only because of their low genetic potential, since the system is characterized by high chick mortality. Moreover, the local chickens are the results of uncontrolled mating and breeding systems (Tola et al. 2003; Dana et al. 2003). Although the country owns relatively huge rural poultry population in Africa, the contribution of this genetic natural resource to the national economy and export earnings is disproportionately small attributed to several productions, reproduction, and marketing constraints. The indigenous flocks are very poor in egg production performance due to low genetic potential, high chick mortality and feed problems. (Melesse et al. 2012; 2013). According to the results a study conducted by Melesse (2000) and Melesse et al. (2005, 2011, 2012) naked neck indigenous chickens genotype was superior to full feathered mates in egg production, sexual maturity, mortality rate and feed efficiency.

Modern poultry production is affected by factors such as breed and strain of chicken used, environmental conditions in poultry house, management practices and feed and feeding status.

The knowledge of performance of economic traits in chicken is important for the formulation of breeding plans for further improvement in production traits. Growth and production traits of a bird indicate its genetic constitution and adaptation with respect to the specific environment (Ahmed and Singh, 2007).

The laying cycle of a chicken flock usually covers a span of about 12 months. Egg production begins when the birds reach about 18-22 weeks of age, depending on the breed and season. Flock production rises sharply and reaches a peak of about 90% after 6-8 weeks of laying. Egg production gradually declines thereafter to about 65% after 12 months of lay. There are many factors that can adversely affect egg production. Egg production can be affected by feed consumption (quality and quantity), water intake, intensity and duration of light received, diseases and parasite, management and environmental factors including heat and cold stressors (Melesse et al. 2011).

Different authors reported the effect of breed on egg production. Yakubu et al. (2007), Alawi et al. (2011) and Melesse et al. (2005, 2011) reported significant effect of breed on egg production and mortality rate while Duduyemi (2005) found no significant effect of breed on egg production.

Traditional poultry breeding practice in Ethiopia

According to study carried out by Molla, (2010) about 97.8 % of farmers of the Gomma district incubate eggs using mature broody hen on its second and third clutches during the dry seasons (October-January). Half of the farmers in this district preferred using body size, ample plumage cover and previous hatching history as the selection criteria of egg incubating broody hen. About 92.2% of the farmers reported to place the incubation boxes in a much protected and dark corner of the family dwellings with the use of cereal straws bedding either on clay pot or on bare ground. Most of the chicken rearing farmers has a practice of incubating home laid eggs and reported to have no special management practice during incubation such as putting feed and water near to the brooding nest and avoiding disturbance.

Farmers have their own criteria and strategies of culling and selecting chickens at any time of the year (Hassen, 2007; Moges et al. 2009). Chickens are mainly culled for home consumption, religious sacrifices and selling to generate family income. All farmers in different regions of the country traditionally place higher selection pressure on breeding and replacement males and females such as plumage color, live weight, comb type, body conformation and history of laying performance (Hassen, 2007; Dana, 2011; Worku et al. 2012). Farmers in the Amhara (Farta, Mertolemarium) and Oromia (Horro) Regional States give the highest emphasis for plumage color while in Southern Ethiopia (Konso and Sheka) live weight is used as the most important selection criteria. The emphasis given to each trait category is largely similar across the sexes except that, unlike for males, live weight is most important in Mandura and almost equally important to comb type in Farta for selecting breeding females (Dana, 2011). The general indication is that there is no designed selection and controlled breeding of village chickens (Molla, 2010).

Based on the survey report of Nigussie et al. (2015), natural incubation and chick brooding with the use of broody hen are exclusively used all over rural Ethiopia. About 79% of farmers of Tigray region incubate chicken eggs during dry season while the remaining 20.95% of the farmers incubate chicken eggs at any time. The average number of eggs incubated using a broody hen was reported to be 12.6. Mean hatchability level of about 80% was reported to be obtained, the value of which is high even by the standard of the Ethiopian modern poultry sub-sector. However, the average survival rate of chicks to an age of eight weeks was reported to be less than 50%, indicating that high chick mortality significantly affects the production performance of the Ethiopian village poultry. The relatively low chick survival

rate of natural brooding could be attributed to exposures to harsh weather conditions, predators, and diseases. .

Modern poultry breeding practice in Ethiopia

Even if there is no recorded evidence indicating the exact time and locations of introduction of

the first batch of exotic breeds of chickens into Ethiopia for genetic improvement, it is widely believed that the importation of the first batch of exotic chicken was probably done by missionaries (Molla, 2010). The first four breeds of exotic chicken (Rhode Island Red, Australorp, New Hampshire, and White Leghorns) were imported to Jimma and Haramaya College of Agriculture in 1953 and 1956, respectively under USAID project (Demeke, 2007). In the 1980s, the Ministry of Agriculture initiated importation and distribution of cockerels to be used as breeding males in the villages. This scheme failed because farmers were unwilling to remove their local cocks and the exotic cocks failed to adapt in the village environments. Hence the indigenous chickens are found to be better in adaptation to harsh environment and resistance to disease under scavenging conditions. Indigenous chickens have strong maternal instinct and scavenging ability but poor in reproductive and productive performance (Dana, 2011).

Melesse et al. (2005, 2011, 2012) conducted crossbreeding between Ethiopian naked neck chicken with various commercial breeds under heat stress and normal environments and found that F1 crosses were much better in egg production, egg quality and other performance traits than their counterpart commercial chicken breeds. On the other study, Alawi et al. (2011) and Melesse et al. (2013) reported improved performance of F1 crosses of indigenous chickens with Koekoek chicken breeds under farmer's production systems.

Egg production

The mean annual egg production of the indigenous chicken ecotype varies from 30-60/hen under traditional management condition (Melesse 2000; Moges et al. 2009, Melesse and Negesse, 2011; Worku et al. 2012). However, this could be improved to 80-100 eggs/hen on station conditions with improved feeding, housing, and health care. According to Hassen (2007), the total number of eggs produced per hen per year ranges between 18 and 57. The average length of a single egg-laying period per hen is estimated to be about 21, 31 and 129 days for local, hybrid and exotic breeds respectively. The average number of eggs laid per hen per egg- laying period in Ethiopia is about 12, 25 and 107 respectively (CSA, 2015).

The average number of clutches per hen per year of indigenous chickens was reported to be 4 (2-6) with annual egg production performance of 60 eggs per hen (24-112) under farmers' management condition (Moges et al. 2010). According to Kibret (2008), the average number of eggs incubated/hen was 13, of which 11 chicks hatch. A laying hen needs about 120-130 days to accomplish one production cycle comprising of 40 - 50 days of laying, 21 days of incubation and 60 days of chick brooding. Average egg production per clutch and mean annual egg production/hen shows an increment during the 3rd and 4th clutch's than during the 1st and 2nd clutch period (Hailu et al. 2013). Dessie et al. (2003) and Moges et al. (2010) revealed that the overall mean egg laying performances of indigenous hens during the first, second and third clutches was 17.0, 20.9 and 24.8 eggs respectively. The egg production performance of indigenous chickens shows improvement with improved feeding, housing, and health care, but not to an economically acceptable level.

External and internal egg quality traits are the determinant factors for the embryonic development and chicks' viability after hatching. Some egg quality traits like eggshell thickness and strength are very important to handle the egg during transportation and storage

(Melesse et al. 2005). Yolk colors have valuable influence on the egg market (Moges et al. 2010; Dana et al. 2010). According to Tadesse et al. (2015), most of external and internal egg quality parameters are subjected to the level of chicken management and egg handling techniques.

Trait preference for hens

According to the study of Nigussie et al. (2015) that was conducted in Southern Tigray, most of the farmers reported to have practiced selection of breeding hens for traits, such as egg production, strong broodiness (good mothering ability), hatchability, large body size, plumage color and comb type. Farmers in most districts give more emphasis to reproductive traits than monogenic qualitative and adaptive traits. Consequently, most of the farmers place emphasis on egg production performance and good mothering ability, rather than large body size, body plumage color and comb type. Egg production appeared to be the most preferable trait because of the benefits of selling eggs, consumption and hatching for stock replacement (Nigussie et al. 2015; Esatu et al. 2015). Moreover, Dana et al. (2010) reported egg production as the most important selection criterion in different parts of Ethiopia.

Trait preference for cocks

Like hens, farmers practiced selection on breeding cocks for different trait categories like; plumage colour, large body size, comb type, response to predator. Farmers in Raya-azebo and Ofla districts placed emphasis on plumage color and double comb while large body size was the most preferable trait in Endamehoni district. This shows farmers in Raya-azebo and Ofla district traditionally attached their preference to plumage color and comb type. Generally, the results of the survey showed that trait preference for cocks were mainly limited to trait categories which influenced consumer and market preference. Reproductive traits like libido and early maturing were not considered in selection by the respondents in both districts, even though it has an implication in the future production performance of chickens (Nigussie et al. 2015).

Challenges of poultry production in Ethiopia

The major constraints that limit the adoption of exotic poultry to the Ethiopian village conditions comprises of high prevalence and susceptibility to diseases and predators, lack of access to vaccination, high feed and management requirement, unavailability and high price of breeding stock and market problem (Esatu et al. 2015).

Fertility and hatchability

Fertility and hatchability are the major determinants of profitability in a hatchery enterprise (Peters et al. 2008; Abdurehman and Urge, 2016). Estimates of fertility and hatchability serve as an important yardstick in evaluating the economic efficiency of parent stocks and measure of the genetic/reproductive fitness of individual birds and/or breed in a population (Oleforuh-Okoleh et al. 2017).

Storage of fertile eggs for more than a week is known to increase embryonic abnormalities and mortality due to the degradation of the viscosity of egg albumen (Petek and Dikmen 2006). The elongated storage period of eggs results in reduced hatchability and an increase in embryonic mortality. In fact, a rule of thumb in the hatchery business is that for every day after 10 days of storage, hatchability decreases by 1% (Bakst and Akuffo 2002). The elongated egg storage problem on hatchability and growth performances of brooder chicks is not extensively determined in western African conditions, as hatchability and growth performances of chicks differ according to species, breeds, environmental conditions, and other management (Ayeni et al. 2020).

Hatchability is a very important trait in breeding program having a great economic impact in the poultry industry. Hatchability is affected by genetic factors, fertility, health and age of the flock, egg storage conditions and duration, and nutrition and management conditions of the flock (Alemayehu et al. 2015).

CONCLUSION

Ethiopian chickens are the most common, with chickens being owned by practically every rural family and providing a major source of protein and revenue. Chicken meat is healthier than other meats because it contains less overall fat and more beneficial monounsaturated fats. Poultry plays a crucial socio-economic function in terms of food security, supplementary financial income, and religious/ cultural reasons. The production of egg and chicken meat has unquestionably been linked to closing the gap in animal protein supplies for human use. Feed shortages, predators, disease, veterinary care, health management, marketing, genetic quality, and Extension service concerns can all hinder poultry production in Ethiopia.

REFERENCE

- Ahmed, M., and P. Singh. 2007. Estimates of genetic parameters for some economic traits in White Leghorn. *Indian Poultry Science Journal* 42:311-312.
- Alawi, M., and A. Melesse. 2013. Evaluating the growth performance of local Kei chickens and their F1-Crosses with Rhode Island Red and Fayoumi breeds in watershed areas of Guraghe Administrative Zone, Southern Ethiopia. *Tropical and Subtropical Agroecosystem* 16:39-50.
- Alawi, M., A. Melesse., and T. Dessie. 2011. On-farm growth performance evaluation of local chickens and their F1 crosses with Rhode Island Red and Fayoumi breeds. *Ethiopian Journal of Animal Production* 11:31-47.
- Alemayehu, A., T. Yilma, Z. Shibeshi, and T. Workneh. 2015. Village Chicken Production Systems in Selected Areas of Benishangul - Gumuz, Western Ethiopia. *Asian Journal of Poultry Science* 9:123-132.
- Ayeni, A.O., J.O. Agbede, F.A. Igbasan, G.E. Onibi, and M. Adegbenro. 2020. Effects of storage periods and positioning during storage on hatchability and weight of the hatched chicks from different egg sizes. *Bulletin of the National Research Centre* 44: 1-6
- Bakst, M.R., and V. Akuffo. 2002. Impact of egg storage on embryo development. *Avian Poultry Biology Review* 13:125–131
- Besbes, B. 2009. Genotype evaluation and breeding of poultry for performance under sub-optimal village conditions. *World Poultry Science Journal* 65:260-271.
- Bush, J. 2006. The Threat of Avian Flu Predicted Impacts on Rural Livelihoods in Southern Nation, Nationalities and Peoples Region (SNNPR), Ethiopia. The Food Economy Group, May 2006.
- Central Statistical Agency (CSA). 2015. Agricultural sample survey. Livestock and livestock characteristics. Volume II.
- Dana, N., A. Yami, T. Dessie, and W. Samuel. 2003. On station and on-farm evaluation of the 'hay-Box chick brooder' using different insulation materials at Debrezeit Agricultural Research Center and Denbi village, Adaa woreda. In: Proceedings of the 10th annual conference of the Ethiopian Society of Animal Production 211-216, Addis Ababa, Ethiopia.
- Dana, N., W.E. Vander, and A.M. Johan. 2010. Genetic and phenotypic parameter estimates for body weights and egg production in Horro chicken of Ethiopia. *Tropical Animal Health and Production* 43:21-28.

- Dana, N. 2011. Breeding programs for indigenous chicken in Ethiopia, Analysis of diversity in production systems and chicken populations. PhD Thesis. Agricultural University, Wageningen, The Netherlands. Pp148.
- Dawit, A., D. Tamrat, F. Setotaw, S. Nzietchung, and D. Roy. 2008. Overview and background paper in Ethiopia's poultry sector. Relevance for HPAI Research in Ethiopia, <http://www.hpai-research.net> (Accessed 06 April 2011).
- Demeke, S. 2007. Suitability of haybox brooding technology to rural household poultry Production system. Jimma University College of Agriculture and Veterinary Medicine, Jimma, Ethiopia p. 41.
- Dessie, T., M. Tadesse, A. Yami, and K. Peters. 2003. Village chicken production systems in Ethiopia: Use patterns and performance valuation and chicken products and socioeconomic functions of chicken. *Livestock Research for Rural Development* (15)1.
- Duduyemi, O. 2005. Evaluation of the egg laying performance of two strains of Bovan chicken (Bovan Brown and Bovan Nera) in the Tropics. *Proceeding of 1st International Poultry Summit, February 20- 25:35-38, Nigeria.*
- Esatu, W., H.V.D. Waaij, T. Dessie, H.M.J. Udo and J.A.M. van Arendonk. 2015. Adoption of exotic chicken breeds by rural poultry keepers in Ethiopia. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science* 64(4): 210-216
- Hailu, A., H. Mazengia, and Z. Wuletaw. 2013. Breeding practice and objective of indigenous chicken in North Wollo, Amhara regional State, Ethiopia. *International Journal of Livestock Production* 5(1):15-22
- Hassen, H., F. Naser, E. van Marle-Koster, and A. deKock. 2007. Phenotypic variation of indigenous chicken populations in northwest Ethiopia. *Tropical Animal Health and Production* 39:507-509.
- Hassen, H. 2007. Phenotypic and genetic characterization of indigenous chicken populations in Northwest Ethiopia. Ph.D. Thesis. University of the Free State, Bloemfontein, and South Africa. Pp95.
- Kibret, B. 2008. In situ characterization of local chicken eco-type for functional traits and production system in Fogera district, Amhara regional state. MSc Thesis, Haramaya University, Haramaya, Ethiopia.
- Kinung'hi, M. Safari, T. Getachew, M. Hafez, W. Moges, K. Moses, G. Matthias, and B. Maximillian. 2004. Assessment of Economic Impact Caused by Poultry Coccidiosis in Small- and Large-Scale Poultry Farms in Debre Zeit, Ethiopia. *International Journal of Poultry Science* 3(11):715-718.
- Melesse, A. 2000. Comparative studies on performance and physiological responses of Ethiopian indigenous ('Angete-melata') chicken and their F1 crosses to long-term heat stress. PhD thesis. Martin-Luther University, Halle-Wittenberg, Berlin, Germany. 182pp.
- Melesse, A., S. Maak and G.V. Lengerken. 2005. The performance of naked neck and their F1 crosses with Lohmann White and New Hampshire chicken breeds under long-term heat stress conditions. *Ethiopian Journal of Animal Production* 5 (1):91-106.
- Melesse, A., and T. Negesse. 2011: Phenotypic and morphological characterization of indigenous chicken population in southern region of Ethiopia. *Animal Genetic Resource* 49:19-31.
- Melesse, A., S. Maak, and G.V. Lengerken. 2011. Effects of genetic group × ambient temperature interactions on performance and physiological responses of Naked-neck chickens and their F1 crosses with Lohmann White and New Hampshire laying hens. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 20 (4):599-612.
- Melesse, A., S. Maak, and G.V. Lengerken. 2012. Productive and physiological adaptive responses of Naked-neck chickens and their F1 crosses with commercial chicken

- breeds to high environmental temperature. *SINET: Ethiopian Journal of Sciences*, 35(2):107-116.
- Melesse, A., M. Alawi, and Y. Teklegiorgis. 2013. Evaluating the reproductive and Egg production traits of local chickens and their F1 crosses with Rhode Island Red and Fayoumi breeds under farmers' management conditions. *Iranian Journal of Applied Animal Science* 3(2):379-385.
- Melesse, A. 2014. Significance of scavenging chicken production in the rural community of Africa for enhanced food security. *World's Poult. Science* 70:593-606.
- Moges, F., A. Melesse, and T. Dessie. 2009. Assessment of the prevailing handling, transportation, marketing, and quality of eggs collected from scavenging hens in Bure district, North-West Ethiopia. *Ethiopian Journal of Animal Production* 9 (1):209-227.
- Moges, F., A. Melesse, and T. Dessie. 2010. Assessment of village chicken production system and evaluation of the productive and reproductive performance local chicken ecotype in Bure district, Northwest Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research* 5 (13):1739- 1748.
- Molla, M. 2010. Characterization of Village Chicken Production and Marketing System. M.Sc. Thesis, College of Agriculture and Veterinary Medicine, Jimma University, Jimma. 110p.
- Nigussie, H., K. Kebede, and N. Ameha. 2015. Survey on Indigenous Chicken Production and Utilization Systems in Southern Zone of Tigray, Northern Ethiopia. *Food Science and Quality Management* 45: 91-99.
- Oleforuh-Okoleh, V.U., R.F. Kurutsi, and H.M. Ideozu. 2017. Phenotypic evaluation of growth traits in two Nigerian local chicken genotypes. *Animal Research International* 14(1):2611-2618
- Tadesse, D., W. Esatu, M. Girma, and T. Dessie. 2015. Comparative study on some egg quality traits of exotic chickens in different production systems in East Shewa, Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research* 10(9):1016-1021.
- Tola, A., M. Belissa, and G. Kebede. 2003. Survey on traditional livestock production system. In: *Proceeding of 11th Annual Conference of Ethiopian Society of Animal production*, August 2003, Pp. 141-150, Addis Ababa, Ethiopia.
- Worku, Z., A. Melesse, and Y. Teklegiorgis. 2012. Assessment of village chicken production system and the performance of local chicken populations in West Amhara Region of Ethiopia. *Journal of Animal Production and Advances* 2(4):199-207.
- Yakubu, A., A.E. Salako, and A.O. Ige. 2007. Effect of genotype and housing system on laying performance of chickens in different seasons in semi-humid tropics. *International Journal of Poultry Science* 6(6): 434-439.

SUSTAINABILITY IN WATER EFFICIENCY IN AGRICULTURE

Funda DÖKMEN

Kocaeli University, Izmit Vocational School, Department of Plant and Animal Production,
Arslanbey Campus, Arslanbey-Kartepe, 41285, Kocaeli, Türkiye.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0615-2887>

ABSTRACT

Water is the indispensable source of life and agricultural production. Sustainability means continuity. Water efficiency in agriculture is the whole of the studies carried out to increase the efficiency of existing water resources and use natural resources in a more accurate and healthy way.

Approximately 76% of the total water consumption in our country is used in agricultural areas. Turkey's 2023-2024 targets include the current usable potential of 112 km³ of water and the expansion of potential irrigated agricultural areas for agricultural use. Saving water is important in agricultural production and sustainable irrigation.

In this study, it is aimed to discuss how we can achieve water efficiency in agricultural production and, in this context, the issues of "benefiting by using less water in agricultural production" and "being able to irrigate more areas with the same amount of water" with the principle of "zero loss" in our water resources.

Key Words: Evaporation; irrigation; limited watering; water management

INTRODUCTION

Water use for agricultural purposes accounts for approximately 70% of total sectoral water use in the world. Sectoral water use distribution varies according to the development levels of countries. For example, it is 25% for Europe and 8% for Africa and Asia. In Turkey, water use for agricultural irrigation is 77% of total water use. According to this value, the amount of water savings to be achieved as a result of improving agricultural irrigation efficiency will also be high (<https://www.suverimliliği.gov.tr>).

In the use of water in agricultural production; it is aimed to obtain more products by using less water and to make maximum use of unit water. For this reason, it is of great importance to increase the efficiency of water used in agricultural activities and to make it sustainable.

In our country, water efficiency is legally bound by the provisions in Article 11 of the Regulation on the Protection of Water Basins and Preparation of Management Plans published in the Official Gazette dated October 17, 2012 and numbered 28444 (Kodal and Ahi, 2018).

In this study, water efficiency and sustainability in agricultural production and in this context, the concepts of indicators such as productivity, efficiency, water management, etc. will be tried to be explained.

WHAT IS WATER EFFICIENCY?

Assuming that existing soil and water resources can be preserved, the annual amount of water available per capita for 2040 will be 1,120 m³. This value brings Turkey quite close to the borders of water scarce countries. In the value of the annual amount of available water, the economic growth of the country may lead to an increase in the amount of water use in all sectors. This will also increase the pressure on water resources.

Water use efficiency in agricultural production can be measured by looking at the efficiency of irrigation systems, the ratio between the amount of water required for irrigation and the amount of water diverted from the source, and therefore only the efficiency of irrigation engineering and management (Kodal and Ahi, 2018).

Ensuring the modernization of irrigation systems, expanding the use of high technology in irrigation management studies, expanding good and vertical farming practices, determining the crop pattern by taking into account the water availability in the region and preferring low water consuming plants, especially in arid regions, are important in terms of agricultural water efficiency. In addition, the methods of widespread rainwater harvesting and reuse of wastewater in agricultural irrigation will help to minimize water loss. With the maximum use of all these methods, irrigation efficiency in agricultural areas will reach approximately 75%, which is an important rate for water efficiency.

THE IMPORTANCE OF SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT IN AGRICULTURE AND IRRIGATION EFFICIENCY

The vast majority of fresh water is used for irrigation in agricultural areas. This is an indication of how important it is to increase yields through improvements across the agricultural sector. Since the current growth rates of agricultural water demand are unsustainable, there is a need to improve the water use efficiency of the agricultural sector by reducing water losses and increasing water-related crop yields.

To facilitate the analysis of water use efficiency in the agricultural sector, the following structure is proposed for the main components of the water supply chain:

Water source + Water transmission + Water distribution + Irrigation system + Drainage water

Figure 1: Irrigation water supply chain (Anonymous, 2021).

Water use efficiency will be analyzed for each of the components. The elements to be considered for each component are the following (Anonymous, 2021; <https://sutema.org/suvarliklarimim-korunmasi> , <https://apelasyon.com/yazi/26/surdurulebilir-yasan-icin-surdurulebilir-sulama>):

Water supply: The water supply component will include water abstraction, pumping stations and water storage structures (if any). The water source can be surface water (springs, rivers, lakes, dams, etc.) or groundwater (wells). Irrigation water will be conveyed from the water source to the end-use points through the water conveyance component.

Water transmission: The water transmission component will include the water transmission lines that will convey irrigation water from its source to the end-use points, i.e. the irrigation area. The elements to be considered in this component will be: canals or pipelines, pumping stations and water tanks.

Water distribution: The water distribution component will include all elements included in the distribution networks from the last point of water transmission to the connection to the end users (hydrants). These elements include canals, pipelines and their auxiliary components, pumping stations and (if present) water reservoirs already in operation in the network.

Irrigation system: After the irrigation water reaches the end-use points (hydrants) through the water distribution network, the next component is the irrigation system, which will include all the necessary elements to distribute the water throughout the irrigation area. Typical elements are pipelines with canals or ancillary components, pumping stations, irrigation equipment and water tanks (if any) in the network.

Drainage water: Excess water used in irrigation plots is conveyed to a discharge point. Eventually, drainage water can be reused for irrigation purposes, but it often contains dissolved salts

Transmission Efficiency (E_c) (%): the volume of water delivered to the irrigation area by the water transmission line (m³/year) divided by the total volume of water measured at the beginning of the transmission line (m³/year). Transmission efficiency relates to the water diverted from a canal or canal system into the canal (the excess goes away from the water surface as overflow, seepage and evaporation). This ratio gives an idea of the transmission line efficiency of the irrigation area under consideration.

In-field application efficiency (E_f) (%): It is the result of the volume of water used by plants during the evapotranspiration process (m³/year) divided by the volume reaching the irrigation area (m³/year). The in-field application efficiency is related to the water supplied to the root

zone of the plant and the total water supplied to the field (the excess usually seeps into the soil, percolates under the root zone or evaporates from the wet soil surface).

Irrigation Efficiency (IE) (%) : The ratio of the total plant irrigation water requirement to the amount of water taken into the network from the water source.

Irrigation Water Use Efficiency (Wue) (kg/ha and mm): The result of the ratio of the productivity of the irrigated crop (kg/ha) to the evapotranspiration (seed to harvest) of the crop under consideration (mm). It gives an idea of the theoretical efficiency of the water used by the crop under consideration.

Water Productivity (Wp) (Kg/m³): The ratio of the yield of the irrigated crop (kg/ha) to the actual irrigation water used (m³/ha). This ratio calculates the productive capacity of irrigation water for a given irrigated crop.

Once an assessment of water use efficiency has been made, the next step is to define the expected future improvements or, in other words, to identify the targets to be achieved and the measures to be implemented first to achieve these targets.

PRINCIPLES FOR SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT

a) Efficiency: Water resources should be used in the most efficient way, water wastage should be prevented and agricultural water productivity should be increased. This is possible by optimizing water resources for all sectors.

b) Conservation: Conservation of water resources for sustainable water management is possible by protecting and improving water basins and maintaining groundwater levels.

c) Balanced use: It is the fair and equitable use of water resources by all users within the ecosystem.

d) Adaptation: The ability to adapt to climate change and other environmental and social changes is an important component of sustainable water management.

e) Participatory management: Involving all users in water management decisions.

f) Education: Possible by increasing knowledge and awareness.

g) Reuse: It is the treatment and reuse of wastewater from the use of water resources in different sectors such as industry.

h) Water harvesting: Rainwater harvesting is the on-site collection and storage of rainwater runoff from impervious surfaces for reuse. The water collected by water harvesting can be utilized in different areas of use. For example; car washing, siphon use, agricultural irrigation, heating systems of buildings, cleaning and utility purposes and groundwater recharge (Figure 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) , (Anonymous, 2022).



Figure 2: Car Washing



Figure 3: Siphon usage



Figure 4: Agricultural irrigation



Figure 5: Heating systems of buildings



Figure 6: Cleaning and utilization purposes



Figure 7: Groundwater recharge

INNOVATIVE SOLUTIONS FOR SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT IN AGRICULTURE

Innovative solutions that support sustainable water management include wireless communication, machine learning and techniques, developed smart irrigation methods, optimization of water and energy use in agricultural use, etc. Moreover, the use of different machine learning algorithms plays an important role in the automation of irrigation processes ((<https://esular.com/sürdürülebilir-su-yönetimi>)). These algorithms include soil moisture, air humidity, meteorological data, structure of agricultural land, climatic factors. The use of all these innovative and intelligent, i.e. computerized systems are systems that contribute greatly to sustainable water management. These applications ensure the efficient use of water resources. This increases agricultural productivity and provides cost savings to producers and users.

REFERENCES

Anonymous, 2021. Su Verimliliği-Su Seferberliği, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, “Tarım Sektöründe Su Verimliliği’ne ilişkin Metodolojik Rehber, s:1-91, Ankara.

Anonymous, 2022. Su verimliliği, seferberliği, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, “Yağmur Suyu Hasadı” Rehberi Dökümanı,2022, Ankara.

Kodal, S., Ahi, Y. 2018. Tarımda Su Verimliliği, Anahtar Dergisi, s:30-37, Ankara.

<https://apelasyon.com/yazi/26/sürdürülebilir-yasan-icin-sürdürülebilir-sulama>

<https://sutema.org/su-varliklarimim-korunmasi>

<https://esular.com/sürdürülebilir-su-yönetimi>

<https://www.suverimliliği.gov.tr>

THE INVASIVE THREAT OF TREE OF HEAVEN (*Ailanthus altissima*): IMPACTS, CHALLENGES, AND MANAGEMENT STRATEGIES

İSTİLACI CENNET AĞACI (*Ailanthus altissima*) TEHDİDİNİ ANLAMAK: ETKİLERİ, ZORLUKLARI VE MÜCADELE STRATEJİLERİ

Ayfer GÜNEY SARITAŞ

Iğdır University, Postgraduate Education Institute, Department of Agricultural Sciences, Iğdır, Türkiye

Ramazan GÜRBÜZ

Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection Iğdır, Türkiye

ABSTRACT

Invasive plants are among the pests that need to be controlled worldwide. Invasive plants are species that are introduced from outside and can develop better in the areas they are moved to, especially due to the absence of natural enemies. Tree of Heaven (*Ailanthus altissima*), one of the invasive alien plant species, is considered an invasive species in urban, rural and natural ecosystems in many parts of the world. *Ailanthus altissima* began to be used as an ornamental plant in the 18th century. Since then, it has spread easily in many countries because it is resistant to environmental factors. It spreads rapidly in the areas it enters due to its rapid development, production of many seeds, and ability to grow from stem shoots. This plant threatens biodiversity where it spreads and reduces overall species diversity. Additionally, *Ailanthus altissima* contains allelopathic chemicals that may inhibit the growth of other plants in its environment. This situation poses a serious threat to the ecosystem. As a result of the research, it is seen that *Ailanthus altissima* is very difficult to control due to its rapid development. The aim of this study is to provide information on the morphology, distribution, ecology, habitat requirements, physiology, impacts and control of *Ailanthus altissima*.

Key Words: *Ailanthus altissima*, Invasive plants, Biodiversity, Ecosystem, Allelopathy

ÖZET

İstilacı bitkiler dünya genelinde kontrol edilmesi gereken zararlıların başında gelmektedir. İstilacı bitkiler, dışarıdan taşınan ve özellikle de doğal düşmanlarının olmaması nedeniyle hızlı gelişim ve yayılım gösterebilen türlerdir. İstilacı yabancı bitki türlerinden biri olan Cennet Ağacı (*Ailanthus altissima*), dünyanın birçok yerinde kentsel, kırsal ve doğal ekosistemlerde istilacı bir tür olarak kabul edilmektedir. *Ailanthus altissima* 18. yüzyılda süs bitkisi olarak kullanılmaya başlanmıştır. O zamandan beri çevresel faktörlere karşı dirençli olduğundan birçok ülkede kolayca yayılmıştır. Hızlı gelişmesi, fazla tohum üretmesi, sürgünlerinden gelişim göstermesi gibi sebeplerle girdiği yerlerde yayılmaktadır. Bu bitki yayıldığı yerlerde biyolojik çeşitliliği tehdit etmekte ve genel tür çeşitliliğini azaltmaktadır. Ayrıca *Ailanthus altissima*, çevresindeki diğer bitkilerin büyümesini engelleyebilecek

allelomatik kimyasallar içermektedir. Bu durum, ekosistem için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda, *Ailanthus altissima*'nın hızlı gelişim göstermesi nedeniyle bu türün kontrolünün çok zor olduğunu görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, *Ailanthus altissima*'nın morfolojisi, dağılımı, ekolojisi, habitat gereksinimleri, fizyolojisi, etkileri ve kontrolü hakkındaki bilgileri ortaya koymaktır.

Anahtar Kelimeler: *Ailanthus altissima*, İstilacı bitkiler, Biyolojik çeşitlilik, Ekosistem, Allelopati

GİRİŞ

İstilacı yabancı bitkiler; sahip oldukları gelişme yetenekleri sayesinde, taşındıkları alanlarda doğal düşmanlarının yokluğu sebebiyle üstlerinde herhangi bir çevre baskısının (hastalık ve zararlı etmenler) olmaması gibi nedenlerle yeni taşındıkları alanlarda diğer bitki türlerini baskı altına alırlar (Blossey ve Nötzold, 1995; Crawley, 1987; Ehler ve Thompson, 2004; Noble, 1989; Yang ve ark., 2012). İstilacı bitkiler buldukları bölgelerde yayılırlar ve popülasyonları salgın oluşturacak seviyeye ulaşırlar (Pimentel, 2002).

Genetik çeşitliliğe sahip istilacı bitki türleri, farklı habitatlarda kolayca uyum sağlayarak hızla yayılır ve baskın konuma geçerler. Bu bitkiler, toprak ve su gibi çevresel faktörlerle uyumlu oldukları için, genellikle rüzgar, su yolları, insan aktiviteleri ve hayvanlar aracılığıyla çabucak dağılırlar. Yeni bölgelere sızan bu istilacı türler, oradaki canlı popülasyonları üzerinde baskı oluştururlar. Çevresel kısıtlamaların (doğal düşmanlar, hastalıklar, rekabetçi türler) olmaması nedeniyle, bu bitkiler hızla çoğalarak salgın düzeyine ulaşabilirler. Bu durum, tarım alanlarının yanı sıra yol kenarları, boş araziler, meralar ve sulak alanlar gibi çeşitli ekosistemleri etkileyerek, biyolojik çeşitliliği, tarımsal verimi ve insan sağlığını olumsuz yönde etkiler (Önen ve Özcan, 2010).

Gün geçtikçe, dünya genelinde sorun olan istilacı yabancı bitkilerin sayısı ve istila ettikleri alanlarda artış gözlenmektedir. Bu artış istilacı bitkilerin biyolojik çeşitlilik, tarım ve altyapı için ciddi tehdit oluşturmaktadır (Vila ve ark., 2011; Pyšek ve Richardson 2010; Rands ve ark., 2010; Hejda ve ark., 2009).

Cennet ağacı da dahil olmak üzere istilacı bitki türleri, toprağın kimyasal özelliklerini doğrudan veya dolaylı olarak etkiler (Nikolić ve diğerleri, 2013). Topraktaki fiziksel ve kimyasal değişiklikler, özellikle allelopati ile ilişkilidir. Yerli türlerin gelişimlerinin engellenmesi ve bazı istilacı bitkilerin olağanüstü gelişmeleri önemli olmaktadır (Hierro ve Callaway, 2003; Callaway ve Ridenour, 2004).

İstilacı yabancı bitkiler farklı bölgelerden taşınan ve önemli sorunlara yol açan bitkilerdir. Son yıllarda istilacı bitkilerin artışı ciddi problemler arasında yer almaktadır. İstilacı yabancı bitkiler yeni taşındığı alanlara yerleşmekte ve hızla yayılmaktadır. Bu yüzden eradikasyonları neredeyse imkansız hale gelmektedir. Dolayısıyla istilacı bitkilerin sürekli takip edilip kontrol altına almak için mücadele yöntemlerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Ailanthus altissima'nın Biyolojisi ve Ekolojisi

Ailanthus altissima, yani cennet ağacı, aylandız, aylandoz, mundar ağacı, osuruk ağacı, yabancı ceviz, yalan göz ve kokarağaç gibi isimlerle bilinen, Simaroubaceae familyasına ait, ömrü ortalama 40-50 yıl süren bir ağaç türüdür. İnce yapılı dalları, göz alıcı çiçekleri ve dikkat

çekici güzelliğiyle insanları etkileyen bu ağaç, park ve bahçelerde sıkça karşımıza çıkar. Boyu genellikle 5-10 m arasında olup 20-25 m kadar gelişmektedirler. Yaprakları 50-100 cm'ye kadar uzayabilmektedir. Yaprak yüzeyleri genellikle tüysüz olmaktadır (Mamıkoğlu, 2007; Hbroz, 2019).

Yaprakların kenarları çoğunlukla düz bir yapıya sahiptir, fakat yaprak tabanına yaklaştıkça pürüzlü ve dişli bir görünüm kazanmaktadır. Yaprakların üst yüzeyi parlak yeşil, alt yüzeyi ise daha koyu bir yeşil tonundadır. En alttaki yaprakçıkta, basit bir kese ve törpülenmiş bir diş bulunabilmektedir. Yaprakçığın dibinde, amonyak benzeri bir koku salgılayan bezler (yağ bezleri) mevcuttur. Yaprakçıklar genellikle 15-35 adet arasında olup, yumurta şeklinde veya mızrak uçlu, 10-20 cm uzunluğunda ve 3-5 cm genişliğindedir. Çiçekler, sürgünlerin ucunda salkım şeklinde düzenlenmiştir. Erkek ve dişi çiçekler ayrı ağaçlarda yer almaktadır. Hem çanak yaprakları hem de taç yaprakları beş parçadan oluşur ve taç yaprakları soluk sarı-beyaz renktedir. Meyve kanatları tek tohumlu, tek bölmeli ve pembemsi-kırmızımsı kahverengi renkte, 3-4 cm uzunluğunda ve 4-5 cm genişliğinde ince şeritler şeklindedir. Bitkiler Mayıs ve Haziran aylarında çiçek açar ve sonbaharda meyve verir. Rüzgarla yayılma yeteneğine sahip bir bitki, 500.000 ile 1.000.000 arasında tohum üretebilmektedir (Mamıkoğlu, 2007; Hbroz, 2019).

Ailanthus altissima'nın Küresel Dağılımı ve Yayılması

Ailanthus altissima'nın anavatanı sıcak iklime sahip olmasına rağmen bitki kurak iklimlerde de yayılmıştır. Ülkemizin de sahip olduğu Akdeniz tarzı iklimlere iyi uyum sağlamaktadır. Bunun sebebi ise günün sıcak zamanlarında terlemeyi azaltarak bitkiyi kuraklığa dayanıklı hâle gelmesini ve köklerdeki suyun gerektiğinde yapraklara taşınmasını sağlayabilmesidir. Kurak dönemlerde sekiz ay boyunca dayanabilmektedir. Sadece farklı iklimlerde değil aynı zamanda farklı yaşam alanlarında da görülmektedir. Şehirler, boş araziler, çalılıklar, orman kenarları, yol boyları ve nehir kenarları cennet ağacının rahatlıkla geliştiği alanlardır. Nemli ortamlardan hoşlanmayan bir bitkidir. Amerika'da nemin izin verdiği her yerde yetiştiği bilinmektedir. 400-1400 mm arasında yağış alan bölgelerde rahatlıkla yetişen türün yayılımını Orta Avrupa'da nem, Akdeniz kuşağında ise toprak verimliliği bitkinin yayılımını belirlemektedir. Bu bitki farklı topraklarda rahatça yetişebilmektedir. En uygun gelişme sıcaklığı 7-18 °C olmasına rağmen çok düşük sıcaklıklarda da yetiştiği belirtilmiştir. Bu bitkinin 2400 m rakıma kadar olan alanlarda yetişebildiği rapor edilmiştir (Uludağ, 2015).

Çin ve Kuzey Vietnam'a özgü olan bu tür, şimdiye kadar Antarktika hariç tüm kıtalara yayılmıştır. En istilacı bitkilerden biri olarak kabul edilir (Weber ve Gut, 2004) Avrupa ve Amerika'ya 18'nci yüzyılda giren bitki, her iki kıtada da yaygın olarak bulunmaktadır. Ağaçlandırma amacıyla kullanılan bitkinin Asya ve Avustralya da yaygın olduğu bilinmektedir. İnsanoğlunun yaşadığı, doğal vejetasyonun etkilendiği her alan (yerleşim alanları dâhil) bitki tarafından istila edilebilmektedir (Uludağ, 2015). Cennet ağacı hem yetiştiği bölgelerde hem de tanıtıldığı yerlerde süs bitkisi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Çin'de, kereste endüstrisi tarafından yeniden ağaçlandırma amacıyla üç cennet ağacı çeşidi geniş çapta dikilmiştir (Li ve Tao 1980).

Bir ülkeye veya bir bölgeye girişi genellikle insan eliyle ve bilinçli olarak yapılmaktadır. Zira bu bitki; erozyon önleme, süs bitkisi ve ağaçlandırma amacıyla ithal edilip dikilmektedir. Ancak bol miktarda tohum üretimi, hızlı çimlenme ve gövde sürgünleri yoluyla büyüme gibi özellikleri sayesinde, bulunduğu ortama çabuk adapte olup yayılmaktadır. Bazı bitkiler rüzgârla taşınabilen milyonlarca tohum üretebilmektedir. Ayrıca nehirler ve yollar boyunca

seyreden trafik, tohumların daha geniş alanlara dağılmasına sebep olduğu bildirilmektedir. Toprağın işlenmesi ve karıştırılması bitkinin etkilenmesine yada bu durumlardan yararlanılarak daha istilacı bir nitelik kazanmasına yol açmaktadır (Uludağ, 2015).

Ailanthus altissima'nın Zararı ve Kontrolü

Ailanthus altissima'nın yarattığı zararlar, estetik kaygılardan biyoçeşitliliğin azalmasına kadar geniş bir spektrumda ele alınmaktadır. Bu negatif etkiler genellikle bitkinin çeşitli sistemlerdeki işleyişi bozması veya hasar vermesi (örneğin su ve atık sistemlerinin tıkanması) şeklinde ortaya çıkar. Bunun yanı sıra, bitkinin çevresel zararları, insan sağlığı ve güvenliği üzerindeki riskler ve estetik açıdan oluşturduğu olumsuzluklar da önemli sorunlar arasında sayılmaktadır (Uludağ, 2015).

Kokarağaç, bulunduğu bölgelerde toprak yüzeyini kaplayan yoğun bir tabaka oluşturarak yerel bitki türlerinin yok olmasına neden olmaktadır. Akdeniz adalarındaki yayılımı, tür çeşitliliğini yaklaşık %24 oranında düşürdüğü gözlemlenmiştir. Hızla büyüme yeteneği, bu etkiyi daha da güçlendirmektedir. Işık ve alan rekabetine ek olarak, yaprak ve kabuklardan salgılanan allelopatik maddelerden dolayı bitkinin çevreye olan etkisi daha da artmaktadır. Bu durum, ekosistemin zarar görmesine, yaşam alanlarının değişimine, tarım ile insan ve hayvan yaşamının olumsuz yönde etkilenmesine yol açmaktadır (Uludağ, 2015). Cennet ağacı aynı zamanda ekonomik kayıplara ve insan sağlığı sorunlarına da yol açabilmektedir. Bu bitkinin güçlü kök sisteminin kanalizasyon ve temellere zarar verdiği belirtilmektedir (Hu 1979). Cennet ağacı poleni olası bir alerjen olarak kayıtlara geçmiştir (Ballero ve ark. 2003). Cennet ağacının özsuyu da insan cildiyle temas ettiğinde reaksiyona neden olmaktadır (Derrick ve Darley 1994).

Sıcaklık değişimlerine paralel olarak, Ailanthus altissima (Mill.) Swingle türünün yükselen sıcaklıklarda daha hızlı büyüdüğü gözlemlenmiştir (Selim, Sever Mutlu ve Selim, 2015). Ailanthus altissima, ekosistemler üzerinde istila edici bir etkiye sahip yabancı bir tür olarak tanımlanmaktadır. Bu tür istilacı bitkiler, ekosistemlerin dinamiklerini bozarak, işlevlerinde değişikliklere sebep olmakta, yerel türlerin çeşitliliğini ve bolluğunu düşürmekte, genetik çeşitlilikte erozyona yol açarak ciddi ekolojik ve ekonomik zararlara neden olmaktadır (Xu ve diğerleri, 2012; Karaköse ve diğerleri, 2018).

Kokarağaçla mücadele oldukça güçtür. Tüm kök yapısının ve filizlerin tamamen yok edilmesi şarttır. Yakma, kesme ve kimyasal mücadele gibi yöntemler kullanıldığında bile bu zor olmaktadır. Kesim işleminden sonra filiz sayısı artabilmektedir. Bu nedenle, mekanik yollarla yok etme işlemi, mücadelenin vazgeçilmez bir parçası haline gelmektedir (Uludağ, 2015). Küçük istilalarda genç fideler için elle sökme ve kesme etkili olmaktadır. Ancak kök sisteminin tamamını ortadan kaldırmak imkansız olmaktadır. Elle kesme aynı zamanda yeniden filizlenmeyi teşvik eder (Burch ve Zedaker 2003). Ayrıca daha büyük ağaçlarda işe yaramaz ve çok emek gerektirir. Bitki dik yamaçlarda büyüdüğünde mekanik kontrollü daha zor olmaktadır. Kimyasal herbisitler yaprak, kabuk, kesilmiş kütük ve fişkırtma uygulamaları olarak uygulanabilmektedir (Pritchard 1981).

Farklı ülkelerde, enjekte edilebilen veya püskürtülebilen herbisitler onaylanmıştır. Yoğun çalılık oluşturan bitkilerde püskürtme yöntemi, kesimden sonra ve bireysel ağaçlarda ise enjeksiyon yöntemi tavsiye edilmektedir. Glyphosate ve triclopyr içeren herbisitler tercih edilenler arasındadır. Bu herbisitlerin, kokarağaç popülasyonunu belirgin şekilde düşürdüğü gözlemlenmiştir (Uludağ, 2015). Glifosat bazlı herbisitler (Roundup, Rodeo, Accord) ve seçici herbisit (Triklonir, Garlon 4), bitkiye zarar vermekte veya öldürebilmektedir (Burch ve

Zedaker 2003). 2- kloroetilfosfonik asit püskürtüldükten sonra cennet ağacının yaklaşık %80-100'ünün yaprak dökülmesi sağlanmıştır (Sterrett ve diğerleri 1971). Garlon 4 ve Tordon K herbisitlerin kombinasyonu, birlikte uygulandığında tek başına uygulanmasından daha etkili olmuştur (Burch ve Zedaker 2003).

Kokarağaçla biyolojik mücadele, doğal düşmanlarının tespiti için önemli bir adımdır. Çin'de yapılan araştırmalarda, 46 çeşit böcek ve 16 patojen tespit edilmiştir. Biyolojik kontrol ajanı olarak bazı böcek ve mantar türlerinin etkili olduğu belirlenmiştir. Bunlar arasında *Eucryptorrhynchus brandti*, *E. chinensis*, *Orthopagus lunulifer* böcekleri; *Alternaria ailanthi*, *Aecidium ailanthi* ve bir *Coleosporium* türü mantarları yer almaktadır. Güney Afrika'daki çalışmalarda, kesilen ağaçların kütüklerine uygulanan *Cylindrobasidium laeve* mantarı, %80 oranında başarılı bulunmuştur (Uludağ, 2015).

SONUÇ

Ailanthus altissima, hızlı büyüme özelliği nedeniyle birçok ülkede istilacı bir tür olarak kabul edilmektedir. *Ailanthus altissima* istilasını kontrol etmek için çeşitli geleneksel yaklaşımlar kullanılmaktadır. Bununla birlikte, büyük ölçekli ve uzun vadeli herbisit uygulaması, pahalı ve zaman alıcı olmasının yanı sıra çevresel kaygıları da artırmaktadır. Sonuç olarak, *A. altissima* ağacı, hızlı büyüyen, dayanıklı ve rekabetçi bir türdür. Bu tür ağaçlandırma çalışmalarında kullanılabilir. Ancak, yerli bitki örtüsüne, su kaynaklarına, biyolojik çeşitliliğe ve insan sağlığına verdiği zararlar da göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle, *A. altissima*'nın istilasını önlemek ve kontrol etmek için mekanik, kimyasal ve biyolojik mücadele yöntemleri uygulanmalıdır. *A. altissima*'nın ekolojik, ekonomik ve sosyal önemine dair daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Türkiye'nin çeşitli coğrafi alanlarında geniş bir yayılım gösteren bu bitki ile ilgili zarar tespiti konusunda kapsamlı araştırmalar henüz gerçekleştirilmemiştir. Bu bitki, Türkiye'de yalnızca tarihi mekanlar, orman sınırları ve tarım dışı bölgelerde değil, aynı zamanda tarım arazilerinde de bulunabilmektedir. Bu bitki Iğdır'da birçok meyve bahçelerinde de yoğun olarak görülmektedir. İstilacı bitkilerin yayılmasını önlemek için ise, bu türlerin tanınması, izlenmesi ve kontrol edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Ballero M, Ariu A, Falagiani P. 2003. Allergy to *Ailanthus altissima* (tree of heaven) pollen. *Allergy*, 58(6), 532-533. <https://doi.org/10.1034/j.1398-9995.2003.00172.x>

Blossey, B., & Notzold, R. (1995). Evolution of increased competitive ability in invasive nonindigenous plants: a hypothesis. *Journal of Ecology*, 83(5), 887-889. <https://doi.org/10.2307/2261425>

Burch, P. L., & Zedaker, S. M. (2003). Removing the invasive tree *Ailanthus altissima* and restoring natural cover. *Arboriculture & Urban Forestry*, 29(1), 18.

Callaway, R. M., & Ridenour, W. M. (2004). Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(8), 436-443. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0436:NWISAT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0436:NWISAT]2.0.CO;2)

- CRAWLEY, M. J. (1987). What makes a community invasible? Colonization, Succession and Stability, 429-453.
- Derrick, E. K., & Darley, C. R. (1994). Contact reaction to the tree of heaven. DOI: 10.1111/j.1600-0536.1994.tb00706.x
- Ehlers, B. K., & Thompson, J. (2004). Do co-occurring plant species adapt to one another? The response of *Bromus erectus* to the presence of different *Thymus vulgaris* chemotypes. *Oecologia*, 141, 511-518.
- Hejda, M., Pyšek, P., & Jarošík, V. (2009). Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. *Journal of ecology*, 97(3), 393-403. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01480.x>
- Hierro, J. L., & Callaway, R. M. (2003). Allelopathy and exotic plant invasion. *Plant and soil*, 256, 29-39.
- Horoz H., (2019). Andız otu (*Inula viscosa* L.) ve kokar ağaç (*Ailanthus altissima* (Miller) Swingle) Bitkilerine Ait Ekstraktların Bazı Yabancı Ot Tohumlarının Çimlenmeleri Üzerine Allelopatik Etkilerinin Belirlenmesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İğdır, 110.
- Hu, S. Y. (1979): *Ailanthus*. – *Arnoldia* 39: 29-50.
- Karaköse, M., Akbulut, S., & Bayramoğlu, M. M. (2018). Invasive alien species in Espiye (Giresun) Forest Planning Unit. *Turkish Journal of Forestry*, 19(2), 120-129.
- Li, R. Z., & Tao, D. W. (1980). *Tree of heaven*. Henan, China: Henan People's Publishing House.
- Mamıkoğlu, N.G., (2007). *Türkiye'nin Ağaç ve Çalıları*, NTV Yayınları. 728 s.
- Nikolić T., Mitić B., Milašinović B., Jelaska SD (2013). Güneydoğu Avrupa'nın biyolojik çeşitliliğine yönelik bir tehdit olarak Hırvatistan'daki istilacı yabancı bitkiler: Dağılım modelleri ve dağılım büyüklüğü (Yazarın kişisel kopyası). *Comptes Rendus Biologies*, 336, 109-121.
- Noble, I. (1989). Attributes of invaders and the invading process: terrestrial and vascular plants. *Biological invasions: a global perspective*, 301-313.
- ÖNEN H., ÖZCAN S. (2010) İklim Değişikliğine Bağlı Olarak Yabancı Ot Mücadelesi. İklim Değişikliğinin Tarıma Etkileri ve Alınabilecek Önlemler. Ed: SAYILI M.,T.C. Kayseri Valiliği İl Tarım Müdürlüğü Yayın No:2, Fidan Ofset, Kayseri, S:336-357.
- Pimentel, D. (2003). *Biological invasions: economic and environmental costs of alien plant, animal, and microbe species* (No. 10131). CRC Press.
- Pritchard G. H. (1981). Spot-gun application of hexazinone for the control of tree of heaven. *Proceedings of the Sixth Australian Weeds Conference, 1981. Vol. 1. Queensland Weed Society. pp 113114.*
- Pyšek, P., & Richardson, D. M. (2010). Invasive species, environmental change and management, and health. *Annual review of environment and resources*, 35, 25-55. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-033009-095548>
- Rands, M. R., Adams, W. M., Bennun, L., Butchart, S. H., Clements, A., Coomes, D., ... & Vira, B. (2010). Biodiversity conservation: challenges beyond 2010. *science*, 329(5997), 1298-1303 DOI: 10.1126/science.1189138

Selim, C., Sever Mutlu, S. & Selim, S. (2015). Kentsel Alanlarda Biyolojik Çeşitliliğin Sürdürülebilirliği ve Koruma Yaklaşımları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (1), 38-45.

Sterrett, J. P., Baden III, J. A., Davis, J. T., & FORT DETRICK FREDERICK MD. (1971). Defoliation of oak, maple and other woody plants with 2-chloroethylphosphonic acid and potassium iodide. *Northeastern Weed Sci. Soc., Proc.* 25, 376.

Uludağ, A., 2015. *Ailanthus altissima* L. Türkiye İstilacı Bitkiler Kataloğu, (Edi.: Önen, H.) TC Gıda, Tar. ve Hay. Bak. TAGEM, Ankara, 148-155.

Vilà, M., Espinar, J. L., Hejda, M., Hulme, P. E., Jarošík, V., Maron, J. L., ... & Pyšek, P. (2011). Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology letters*, 14(7), 702-708. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01628.x>

Weber, E., & Gut, D. (2004). Assessing the risk of potentially invasive plant species in central Europe. *Journal for Nature Conservation*, 12(3), 171-179. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2004.04.002>

Yang, J., Tang, L., Guan, Y. L., & Sun, W. B. (2012). Genetic diversity of an alien invasive plant Mexican sunflower (*Tithonia diversifolia*) in China. *Weed Science*, 60(4), 552-557. DOI: <https://doi.org/10.1614/WS-D-11-00175.1>

EFFECT OF MELATONIN ON INCREASING LEAF DEVELOPMENT OF SWEET CORN SEEDLINGS UNDER SALT STRESS CONDITIONS

Dr. Mehmet Sait KIREMİT

Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation

ABSTRACT

Plant growth regulators have become increasingly attractive in recent years owing to their significant contribution to improving plant growth and productivity under adverse environmental conditions. This study investigated the impact of different melatonin doses (0, 50, 100, and 200 μM) on sweet corn seeds grown in varying soil salinity levels (0.27, 2.50, 5.0, and 8.0 dS m^{-1}) on leaf traits during seedling development. The pot study was conducted in a completely randomized block design with a factorial combination of 4 melatonin doses and 4 soil salinities in 3 replications. After 50 days of sowing, leaf area, width, and length were measured for a randomly selected plant from each pot using an image processing method. Statistical differences between the examined parameters were determined using the LSD test at a 5% significance level. The leaf width, leaf length, and leaf area of maize seedlings decreased by 50.6%, 26.8%, and 32%, respectively, under 8.0 dS m^{-1} soil salinity compared to 0.27 dS m^{-1} soil salinity. However, 50, 100, and 200 μM melatonin doses increased the leaf area of maize seedlings by 14.4, 19.1, 8.4%, leaf length by 3.7, 17.1, 7.9%, and leaf width by 8.9, 33.8, and 32.0%, respectively, compared with the 0 μM melatonin dose. However, when soil salinity increased from 0.27 dS m^{-1} to 8.0 dS m^{-1} under the conditions of 0, 50, 100, and 200 μM melatonin dose, the leaf area stress sensitivity index increased by 53.6%, 52.1%, 48.1%, and 49.1%, respectively. The study found that pretreatment of sweet corn seeds with 100 μM melatonin significantly enhances leaf development and salt stress tolerance during the seedling stage. Therefore, pre-treating sweet corn seeds with 100 μM melatonin before sowing in saline areas is recommended for sustainable sweet corn production.

Keywords: Melatonin, Sweet Corn, Leaf Area, Soil Salinity, Salt Tolerance

INTRODUCTION

Salt-affected soil, a widespread issue globally, refers to soil that is negatively affected by soluble salts, mainly sodium chloride, due to human activities such as irrigation with saline water and excessive fertilizer use (Parvaiz & Satyawati, 2008). This type of soil presents significant agricultural challenges as it hinders plant growth through osmotic stress, ion toxicity, and nutrient imbalances. Moreover, it degrades soil structure, reduces water infiltration, and impedes aeration (Acosta-Motos et al., 2017; Van Zelm, Zhang, & Testerink, 2020). To effectively manage salt-affected soil, sustainable agricultural practices must be

implemented, including proper irrigation, cultivation of salt-tolerant crops, and amendment of the soil with organic matter to improve soil structure and fertility.

One particularly beneficial technique for managing salt-affected soil is seed priming, which involves pre-hydrating seeds to initiate germination without radical emergence (Johnson & Puthur, 2021). This process prepares seeds to withstand better osmotic stress caused by high soil salinity (Johnson & Puthur, 2021; Karalija & Selović, 2018). Seed priming enhances seedling establishment and root growth, allowing plants to access water and nutrients more efficiently. Furthermore, it significantly improves germination and establishment in salt-affected soils, contributing to more sustainable agricultural practices in challenging environments. Priming seeds with compounds such as salicylic acid, melatonin, ascorbic acid, and proline enhances seed germination and seedling growth under salinity stress (Bhatt et al., 2020). Melatonin is well known for its antioxidant capacity and, more recently, for its regulatory role in improving the tolerance of plants to salt and other abiotic stresses (Dawood, 2021). It mitigates the adverse effects of salt stress on plant morphology, photosynthesis, and biochemical processes (Khan et al., 2023). Morphologically, melatonin promotes root growth and development, which plays a crucial role in nutrient and water uptake in saline environments. It also increases leaf area and chlorophyll content, thus improving photosynthetic efficiency. Melatonin regulates stomatal closure, reducing water loss through transpiration and aiding in water conservation in saline conditions (Sharma, Thakur, Mann, & Umar, 2024). Biochemically, melatonin acts as an antioxidant by scavenging reactive oxygen species (ROS) that accumulate under salt stress and can cause cellular damage. By reducing oxidative stress, melatonin helps maintain the integrity of cell membranes and chloroplasts, ensuring the proper functioning of photosynthesis and metabolic processes (Arnao & Hernández-Ruiz, 2021).

Photosynthesis is a critical process for plants as it enables them to produce energy and organic compounds necessary for growth and development (Altaf et al., 2022). A larger leaf area allows plants to capture more sunlight and synthesize more carbohydrates through photosynthesis. On the other hand, reduced leaf area can result in decreased transpiration, affecting the plant's ability to cool down and uptake nutrients efficiently. Additionally, leaf area is closely linked to a plant's ability to maintain water balance. In salt-affected soils, plants often experience osmotic stress due to the high salt concentration, which diminishes water availability to the roots. A larger leaf area helps plants capture more water from the soil and maintain turgor pressure, which is essential for cell expansion and growth. Sweet corn (*Zea mays* convar. *saccharata* var. *rugosa*) is a popular cereal grain (Sezer et al., 2021). It is typically harvested during the "milk stage" for its tender, sweet flavor and is rich in essential nutrients such as dietary fiber, folate, vitamin C, potassium, and magnesium. This study aims to achieve three objectives: (1) investigate the impact of varying soil salinity levels on the leaf area, length, and width of sweet corn seeds during the seedling stage, (2) assess the effectiveness of melatonin pretreatment on sweet corn seeds in enhancing the stress sensitivity index of the leaf area, and (3) identify the optimal dosage of melatonin for promoting the growth of leaf area in sweet corn seedlings.

MATERIAL AND METHOD

Experimental area

The research was carried out at the Agricultural Research Center of Ondokuz Mayıs University in Samsun, Turkey, from July 10th to August 29th, 2020, under rain-shelter conditions. The soil utilized in the study was gathered from the 0-15 cm layer of the research center's soil, and it exhibited a clay-loam texture. A summary of the physical-chemical characteristics of the soil collected is presented in Table 1. The gathered soil samples were

dried in the air and then crushed to pass through a 2 mm sieve. Hybrid early super sweet corn cultivar ‘Vega F1’ was used as seed material.

Table 1. The physical and chemical properties of the collected soil.

Traits	Values
Silt (%)	17
Sand (%)	47
Clay (%)	36
Soil texture	Clay-loam
Field capacity (%)	32.16
Wilting point (%)	19.85
ECe (dSm ¹)	0.27
pH	7.59

Experimental design and agricultural practices

The present study was carried out in 48 pots according to the randomized completely block design. The study included 4 soil salinity levels (0.27, 2.50, 5.0, and 8.0 dS m⁻¹) and 4 melatonin doses (MEL, 0, 50, 100, and 200 µM) with 3 replicates of each treatment. Before sowing, 480 healthy and uniform sweet corn seeds were surface-sterilized with 10% hydrogen peroxide (H₂O₂) solution for 2 min and then washed three times with distilled water. The seeds were divided into four groups and treated with melatonin doses. Seeds were soaked in a solution of 0 µM (distilled water), 50, 100, and 200 µM melatonin for 24 h at room temperature.

The soil used in the experiment was air-dried, crushed, and sieved through a 2-mm sieve. Four saline soils with electrical conductivities of 0.27, 2.5, 5.0, and 8.0 dS m⁻¹ were utilized. The 0.27 dS m⁻¹ treatment represented natural soil collected, while the 2.50, 5.0, and 8.0 dS m⁻¹ soil salinities were adjusted using a mixture of NaCl, MgSO₄, and CaCl₂ salts mixed with irrigation water. Saline soil preparation was done as described by Sezer et al. (2021). After soil preparation, each pot (18 cm high and 15 cm internal diameter) was filled with 2.5 kg of dried soil. Before sowing, all pots were fertilized with potassium, nitrogen, and phosphorus at rates of 60, 250, and 90 kg ha⁻¹, respectively. At the time of sowing, 10 seeds, which were primed with different solutions, were planted in each pot at a depth of one inch. After one week, the seedlings were then thinned to 5 seedlings per pot. Throughout the growing period, the pots were irrigated with water having a salinity of 0.20 dS m⁻¹ when the available soil water was depleted by 35-40% under the conditions of soil salinity at 0.27 dS m⁻¹. Before each irrigation, the pots were weighed on a precision balance, and irrigation water was applied to bring the actual soil moisture in the pot up to field capacity.

Determination of leaf area, leaf width, and leaf length

After 50 days of sowing, all maize seedlings were harvested from each pot. Leaf area, leaf width, and leaf length values for each treatment were determined by image analysis. One seedling was randomly selected from each pot, and all its leaves were scanned using a digital scanner and processed using Adobe Photoshop Cs6 imaging software.

Determination of leaf area stress sensitivity index

Leaf area stress sensitivity index values for each melatonin dose were calculated separately according to the following equation;

$$LASSI = \left[\frac{S_x}{S_0} - 1 \right] \times 100$$

Where S_x represents the leaf area of 0.27, 2.5, 5.0, and 8.0 dS m^{-1} treatments, respectively, S_0 represents the leaf area of 0.27 dS m^{-1} treatment.

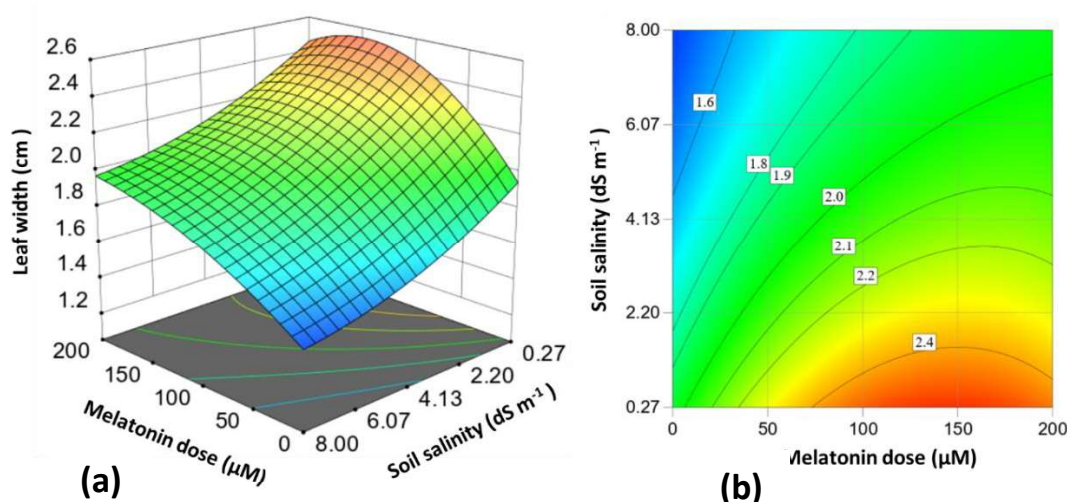
Data analysis

The leaf width, length, and area values of the subjects were evaluated using three and two-dimensional graphs. The multiple linear regression method was used to create 3D graphs (Montgomery, 2020). Design-Expert 13 program was used to create three- and two-dimensional graphs and Office 365 program was used to draw the leaf area stress sensitivity index graph.

RESULTS AND DISCUSSION

Leaf width, leaf length, and leaf area

The leaf width of sweet corn seedlings was found to be significantly influenced by both melatonin doses and soil salinity (Fig. 1). As shown in Fig. 1a, the leaf width values ranged from 1.2 to 2.5 cm. The lowest values were observed under conditions of 8.0 dS m^{-1} soil salinity without any melatonin treatment. However, as the melatonin doses increased, the leaf width of sweet corn seedlings notably improved. Notably, when the melatonin dose reached 200 μM MEL, the leaf width of sweet corn seedlings decreased with increasing soil salinity up to 4.13 dS m^{-1} . This could be attributed to the toxic effects caused by seed priming with a melatonin dose of 200 μM under low soil salinity conditions.



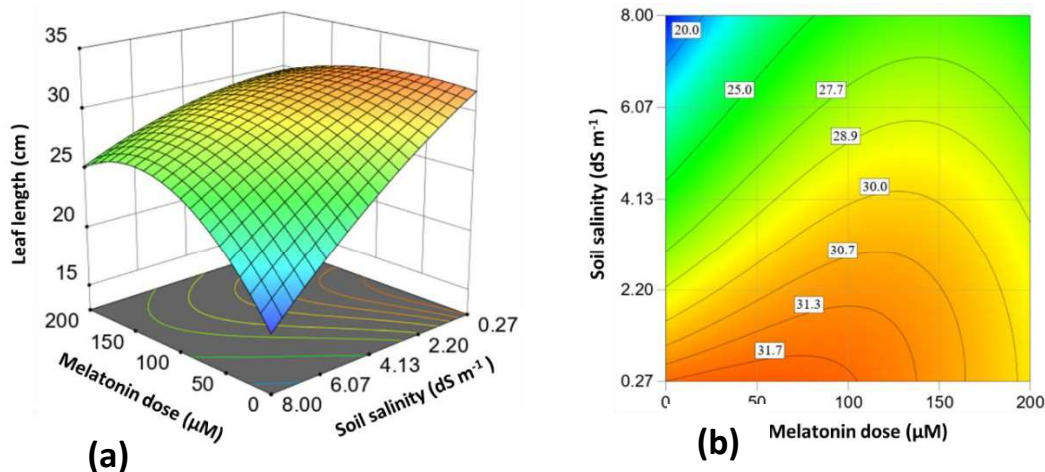
$$\text{Leaf width} = 2.06 + 0.006 \times D - 0.13 \times EC_e - 0.000022 \times D^2 + 0.0054 \times EC_e^2 + 0.0000071 \times D^2 \times EC_e$$

$$R^2 = 0.90^{**}$$

Fig. 1. 3D response surface (a) and contour plot (b) showing the effect of soil salinity and melatonin doses on the leaf width of sweet maize seedlings. EC_e : soil salinity, D : melatonin dose. ** : $p < 0.01$.

The length of the leaves decreased significantly as the soil salinity increased under 0 μM MEL conditions (Fig. 2a, 2b). However, melatonin had a positive impact on the leaf length of sweet corn seedlings in the presence of soil salinity. The highest leaf length was observed at a soil salinity of 0.27 dS m^{-1} and a melatonin concentration of 100 μM . Furthermore, the interaction between melatonin and soil salinity was more prominent at a melatonin concentration of 100 μM . On the other hand, pretreatment with 200 μM MEL inhibited leaf development in sweet corn seedlings under soil salinity stress. These findings demonstrate that priming sweet corn seeds with melatonin doses up to 100 μM can alleviate and enhance

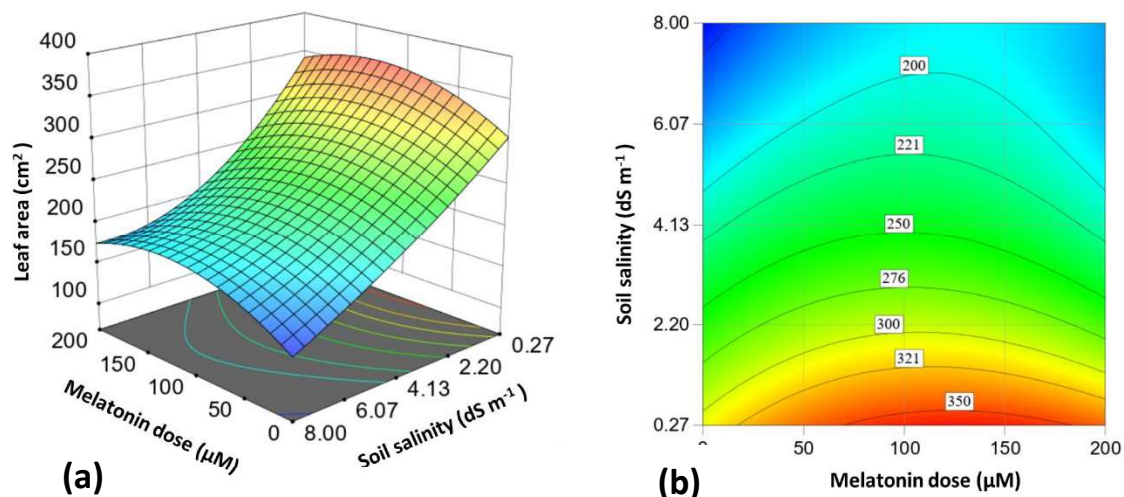
leaf development under salt stress. Additionally, it is worth noting that a concentration of 100 μM MEL delayed leaf senescence in sweet corn seedlings caused by salt stress.



$$\text{Leaf length} = 32.10 + 0.0066 \times D - 1.25 \times \text{EC}_e + 0.016 \times D \times \text{EC}_e - 0.000091 \times D^2 - 0.072 \times \text{EC}_e^2 - 0.00004 \times D^2 \times \text{EC}_e \quad R^2 = 0.90^{**}$$

Fig. 2. 3D response surface (a) and contour plot (b) showing the effect of soil salinity and melatonin doses on the leaf length of sweet maize seedlings. EC_e : soil salinity, D: melatonin dose. **: $p < 0.01$.

Soil salinity and melatonin doses had a significant impact on the leaf area of sweet corn seedlings (Fig. 3a, 3b). Increasing soil salinity levels led to a decrease in leaf area (Fig. 3a). The highest reductions were observed at 8.0 dS m^{-1} soil salinity levels for all melatonin doses. However, as melatonin doses increased, the leaf area initially increased and then decreased, reaching its peak at 100 μM MEL conditions (Fig. 3b). Overall, priming sweet corn seeds with up to 100 μM MEL increased salt tolerance and improved the water and nutrient uptake ability of the seedlings, resulting in an increased leaf surface.



$$\text{Leaf area} = 326.76 + 0.73 \times D - 35.84 \times \text{EC}_e - 0.0033 \times D^2 + 1.58 \times \text{EC}_e^2 + 0.0014 \times D \times \text{EC}_e^2 \quad R^2 = 0.97^{**}$$

Fig. 3. 3D response surface (a) and contour plot (b) showing the effect of soil salinity and melatonin doses on the leaf area of sweet maize seedlings. EC_e : soil salinity, D: melatonin dose. **: $p < 0.01$.

Leaf area stress sensitivity index

The Leaf Area Stress Sensitivity Index (LASSI) measures the plant's ability to enhance leaf development under high salt stress conditions. Leaves are crucial organs that capture and utilize light energy to produce the necessary metabolites for plant growth. As a result, leaf area plays a significant role in promoting plant growth and productivity. When the soil salinity increased from 0.27 to 8.0 dS m⁻¹, the LASSI value decreased by 53.6%, 52.1%, 48.1%, and 49.1% for 0, 50, 100, and 200 µM MEL, respectively (Fig. 4). Notably, at soil salinity conditions of 2.5 and 5.0 dS m⁻¹, seed priming with 100 µM MEL demonstrated better tolerance in enhancing leaf development in sweet corn seedlings compared to the other priming treatments. These findings suggest that seed priming with 100 µM MEL can help reduce the degradation of photosynthetic pigments, increase the photosynthetic potential per unit area, and enhance leaf surface growth and development.

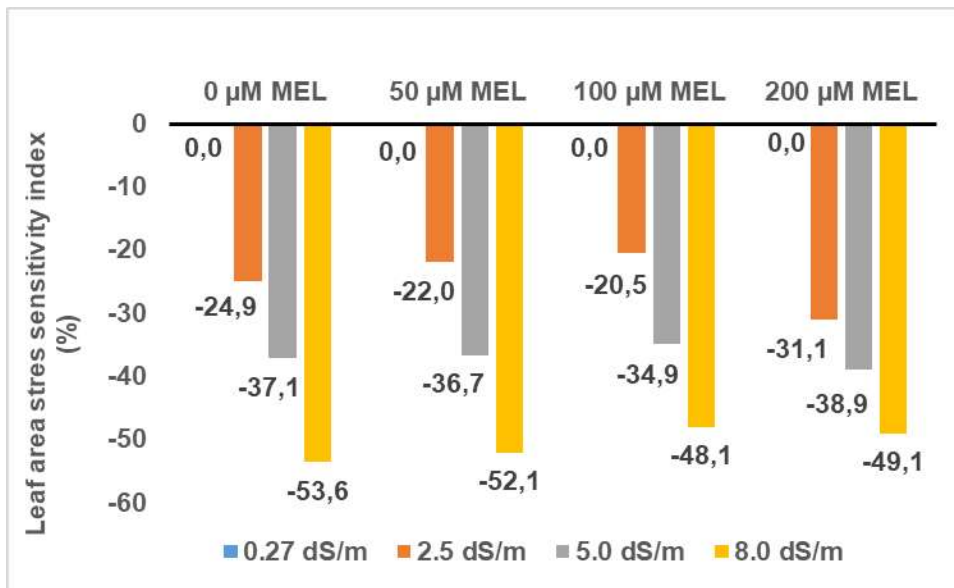


Fig. 4. Response of leaf area stress sensitivity index of sweet corn seedlings under different soil salinity levels and melatonin doses.

CONCLUSION

Under salt stress conditions, pre-treating sweet corn seeds with 100 µM melatonin significantly improves leaf development and enhances salt stress tolerance during the seedling stage. To ensure sustainable sweet corn production in saline agricultural areas, it is recommended to pre-treat sweet corn seeds with 100 µM melatonin before planting. Further research should include longer-term field trials to evaluate the effects of different melatonin doses and application methods on sweet corn yield, grain quality, and photosynthetic and biochemical parameters.

REFERENCES

- Acosta-Motos, J. R., Ortuño, M. F., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M. J., & Hernandez, J. A. (2017). Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. *Agronomy* 2017, Vol. 7, Page 18, 7(1), 18. doi:10.3390/AGRONOMY7010018
- Altaf, M. A., Shahid, R., Ren, M. X., Naz, S., Altaf, M. M., Khan, L. U., ... Ahmad, P. (2022). Melatonin improves drought stress tolerance of tomato by modulation plant growth, root architecture, photosynthesis, and antioxidant defense system. *Antioxidants*, 11(2), 309. doi:10.3390/ANTIOX11020309/S1

- Arnao, M. B., & Hernández-Ruiz, J. (2021). Melatonin as a plant biostimulant in crops and during post-harvest: a new approach is needed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(13), 5297–5304. doi:10.1002/JSFA.11318
- Bhatt, D., Nath, M., Sharma, M., Bhatt, M. D., Bisht, D. S., & Butani, N. V. (2020). Role of growth regulators and phytohormones in overcoming environmental stress. *Protective Chemical Agents in the Amelioration of Plant Abiotic Stress*, 254–279. doi:10.1002/9781119552154.CH11
- Dawood, M. F. A. (2021). Melatonin: an elicitor of plant tolerance under prevailing environmental stresses. In *Emerging Plant Growth Regulators in Agriculture: Roles in Stress Tolerance* (pp. 245–286). Academic Press. doi:10.1016/B978-0-323-91005-7.00002-3
- Johnson, R., & Puthur, J. T. (2021). Seed priming as a cost effective technique for developing plants with cross tolerance to salinity stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 162, 247–257. doi:10.1016/J.PLAPHY.2021.02.034
- Karalija, E., & Selović, A. (2018). The effect of hydro and proline seed priming on growth, proline and sugar content, and antioxidant activity of maize under cadmium stress. *Environmental Science and Pollution Research International*, 25(33), 33370–33380. doi:10.1007/S11356-018-3220-7
- Khan, D., Cai, N., Zhu, W., Li, L., Guan, M., Pu, X., & Chen, Q. (2023). The role of phytomelatonin receptor 1-mediated signaling in plant growth and stress response. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1142753. doi:10.3389/FPLS.2023.1142753/BIBTEX
- Montgomery, D. C. (2020). *Design and Analysis of Experiments*, 10th Edition, Wiley. Wiley, 1–682.
- Parvaiz, A., & Satyawati, S. (2008). Salt stress and phyto-biochemical responses of plants - A review. *Plant, Soil and Environment*, 54(3), 89–99. doi:10.17221/2774-PSE
- Sezer, İ., Kiremit, M. S., Öztürk, E., Subrata, B. A. G., Osman, H. M., Akay, H., & Arslan, H. (2021). Role of melatonin in improving leaf mineral content and growth of sweet corn seedlings under different soil salinity levels. *Scientia Horticulturae*, 288. doi:10.1016/j.scienta.2021.110376
- Sharma, P., Thakur, N., Mann, N. A., & Umar, A. (2024). Melatonin as plant growth regulator in sustainable agriculture. *Scientia Horticulturae*, 323, 112421. doi:10.1016/J.SCIENTA.2023.112421
- Van Zelm, E., Zhang, Y., & Testerink, C. (2020). Salt Tolerance Mechanisms of Plants. <https://doi.org/10.1146/Annurev-Arplant-050718-100005>, 71, 403–433. doi:10.1146/ANNUREV-ARPLANT-050718-100005

COVER CROPS: A SUSTAINABLE APPROACH TO WEED MANAGEMENT

ÖRTÜCÜ BİTKİLER: YABANCI OT YÖNETİMİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR YAKLAŞIM

Ramazan GÜRBÜZ

Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3558-9823>

ABSTRACT

For decades, agriculture has relied heavily on the use of pesticides and fertilisers to increase crop production. Herbicides used for weed control are a very important part of these chemicals. However, the over-reliance on these chemical inputs, together with a simplistic approach to crop rotation, is currently coming under increasing scrutiny for its detrimental effects on both the environment and human health. It has led researchers to look at alternative ways of reducing the impact of these harmful chemicals. One of the important alternatives that can replace herbicide use for weed control, or reduce the amount of herbicide used, is cover crops. The use of cover crops has gained considerable attention in the field of sustainable agriculture. Among their many benefits, cover crops offer a promising solution to weed management while improving soil health and overall agricultural sustainability. Weed suppression by cover crops can be attributed to a number of mechanisms, each contributing to their effectiveness in controlling weeds. These mechanisms can be classified as either competitive, involving competition for space, water, nutrients and light (similar to a mulching effect), or non-competitive, involving allelopathy, reduction of soil temperature and alteration of light quality. The diverse range of mechanisms makes cover crops an invaluable tool for integrated weed management, applicable to both conventional and organic farming systems. Nevertheless, the effectiveness of cover crops in suppressing weeds varies considerably and is influenced by several factors. These factors include the type of cover crop used, the timing of planting, the density and biomass of the cover crop, the timing of cover crop termination, the subsequent cash crop in the rotation and seasonal variations in climatic conditions. The effectiveness of cover crops as a tool for sustainable weed management is considered in this review.

Key Words: Cover crops, Weed management, Sustainable agriculture, Herbicide alternatives, Integrated weed management

ÖZET

Uzun yıllardan beri tarımsal üretimde yoğun bir şekilde kimyasal gübre ve pestisit kullanımına bağımlılık söz konusudur. Yabancı ot kontrolünde kullanılan herbisitler bu kimyasal pestisitlerin çok önemli bir parçasıdır. Bununla birlikte, bu kimyasal girdilerin aşırı kullanımı, ürün rotasyonuna yönelik basit bir yaklaşımla birlikte, hem çevre hem de insan

sağlığı üzerindeki zararlı etkileri nedeniyle araştırmacıların bu zararlı kimyasalların etkisini azaltmanın alternatif yollarını aramaya yöneltmiştir. Yabancı ot kontrolünde herbisit kullanımının yerini alabilecek veya kullanılan herbisit miktarını azaltabilecek önemli alternatiflerden biri de örtücü bitkilerdir. Sürdürülebilir tarım alanında örtücü bitkilerinin kullanımı büyük ilgi görmüştür. Pek çok faydasının yanı sıra örtücü bitkiler, toprak verimliliğini ve genel tarımsal sürdürülebilirliği iyileştirirken yabancı ot kontrolünde de umut verici bir çözüm sunmaktadır. Örtücü bitkiler tarafından yabancı otların bastırılması, her biri yabancı otların kontrol edilmesindeki etkinliğine katkıda bulunan bir dizi mekanizmaya bağlı olarak gerçekleşmektedir. Bu mekanizmalar, yer, su, besin maddeleri ve ışık için rekabete yönelik veya allelopati, toprak sıcaklığının azaltılmasını ve ışık kalitesinin değiştirilmesini içeren rekabete yönelik olmayan mekanizmalar olarak ikiye ayrılmaktadır. Çeşitli mekanizmalar, örtücü bitkilerin hem konvansiyonel (geleneksel) hem de organik tarım sistemlerine uygulanabilen entegre bir yabancı ot kontrolü için önemli bir araçtır. Bununla birlikte, örtücü bitkilerinin yabancı otları baskılamadaki etkinliği önemli ölçüde farklılık gösterebilmekte ve çeşitli faktörlerden etkilenebilmektedir. Bu faktörler, kullanılan örtücü bitkisinin türünü, ekim zamanını, örtücü bitkinin yoğunluğunu ve biyokütlesini, örtücü bitkisinin sonlandırılma zamanını, rotasyondaki müteakip yetiştirilecek kültür bitkisi ve iklim koşullarındaki mevsimsel değişiklikleri içermektedir. Bu çalışmada, sürdürülebilir yabancı ot yönetimi için bir araç olarak örtücü bitkilerinin etkinliği ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Tarım, Örtücü Bitkiler, Yabancı Ot Kontrolü, Entegre Mücadele, Kimyasal Gübreler

GİRİŞ

Modern tarım faaliyetlerinde, yabancı otları kontrol etmek ve ürün verimini artırmak için uzun yıllardan beri bir pestisit grubu olan kimyasal herbisitlere bağımlılık söz konusudur. Ancak bu kimyasal girdilerin yaygın kullanımı, bunların çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararlı etkileri konusunda derin endişelere yol açmıştır (Liu ve ark., 2015). Toprağın bozulmasından su kirliliğine kadar bir çok zararlı etkisi olan (Banerjee ve ark., 2023), özellikle kimyasal kullanımına dayanan geleneksel yabancı ot kontrol yöntemlerinin sonuçları giderek daha belirgin hale gelmekte ve tarımsal üretkenlikten ödün vermeden ekolojik dengeyi ön planda tutan sürdürülebilir alternatiflere yönelik acil bir ihtiyaç ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda örtücü bitkiler, istenmeyen bitki örtüsünün bastırılmasının çok ötesine uzanan, yabancı ot yönetimine bütünsel ve çevre dostu bir yaklaşım sunarak umut ışığı olmaktadır. Bunun yanında örtücü bitkilerin tarımsal üretimde bir çok faydası bulunmaktadır. Bunlar; toprağın organik maddesinin iyileştirilmesi (Wulanningtyas ve ark., 2021), toprağın verimliliğinin artırılması (Sievers ve Cook, 2018), toprak erozyonunun en aza indirebilmesi (Rickson, 2014), bitki besin maddelerinin sızmasını önleyebilmesi (Wells ve ark., 2013), toprak su muhafazasını sağlaması (Basche ve ark., 2016) ve yabancı otların baskısını azaltabilmesidir (Mirsky ve ark., 2013; Weisberger ve ark., 2023). Yeşil gübre bitkileri olarak da bilinen örtücü bitkiler, herhangi bir tarımsal ürün eldesi düşünülmeden,

hasattan ziyade öncelikle yabancı otları baskılamak ve toprağa fayda sağlamak için yetiştirilen bitki türleridir. Bu amaç için yetiştirilen birçok bitki türü bulunmaktadır. Örtücü bitkiler, genellikle nadas dönemlerinde veya tarım alanlarındaki ana ticari ürünler arasında yaygın olarak yetiştirilen bitkiler; yetiştirme amacına, bölgenin iklimsel özelliklerine, toprak yapısı gibi özelliklere göre değişebilmektedir. Örtücü bitkilerin yabancı otların kontrolünde, herbisit direncinin yönetimi için entegre bir yabancı ot kontrol aracı olarak kullanılabilmesinden dolayı önem kazanmaktadır (Norsworthy ve ark., 2011; Sherman ve ark., 2020). Yabancı ot kontrolünde herbisitlerin yoğun bir şekilde kullanılmasıyla giderek artan bir herbisit direnci sorunu meydana gelmiştir. Halihazırda dünya genelinde herbisitlere dirençli yabancı otların 530 farklı vakası (tür x etki bölgesi) bildirilmiş olup, toplamda direnç geliştirmiş 272 yabancı ot türü (155 dikotiledon ve 117 monokotiledon) bulunmaktadır. Yabancı otlar, bilinen 31 herbisit etki mekanizmasından 21'ine ve 168 farklı herbisite karşı direnç geliştirmiştir. Herbisitlere dirençli yabancı otların 72 ülkede 100 üründe görüldüğü rapor edilmiştir (Heap, 2024). Bu rakamlar direnç olayının çok ciddi boyutlarda olduğunu göstermektedir. Bazı durumlarda yabancı otların herbisitlerle kontrol altına alınabilmesi mümkün görülmemektedir. Bu sorunla başa çıkmada örtücü bitkiler çözüm sunabilecek bir alternatif yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada kullanılacak örtücü bitki türleri, etki mekanizmaları, yetiştirilmeleri, toprak üzerine yatırımları, sonlandırmaları ele alınacaktır.

ÖRTÜCÜ BİTKİ TÜRLERİ

Örtücü bitkilerin yabancı ot kontrol amacıyla kullanılmaları her geçen gün önem kazanmaktadır. Bu amaçla kullanılacak birçok bitki türü mevcuttur. Burada Tahıllar, Baklagiller ve Hardalgiller familyasına ait türler ön plana çıkmaktadır. Tabii bunun yanında Sınır Otu (*Plantago major*) gibi geniş yapraklı bitkilerin olduğu familyalarda mevcuttur. Bu familyalar içerisinde en çok çalışılan ve en iyi sonuç veren familyaların başında tahıllar gelmektedir. Bu amaçlar için kullanılacak birçok tahıl türleri bulunmaktadır. Buğday, arpa, çavdar, tritikale, yulaf, mısır, İtalyan çimi, brom otu, çayır otu, darı gibi türler mevcuttur. Bunların içerisinde de en iyi sonucu veren ve yaygın bir şekilde kullanılan bitki ise Çavdar (*Secale cereale* L.) bitkisi olup bazı durumlarda yabancı otları tamamen baskıladığı ve bu etkinin ilerleyen zamanda da görüldüğü ve yabancı otların biyomasında azalmalara sebep olduğu bilinmektedir (Ryan ve ark., 2011). Çavdar (*Secale gravee* L.) bitkisinin oluşturduğu yüksek biyokütle üretimi ve kısmen de oluşturduğu allelopatik etkisinden dolayı yabancı otları etkili bir şekilde baskılamasından dolayı bir çok üretici tarafından en çok tercih edilen örtücü bitkilerden birisidir (Rebong ve ark., 2023). Çavdar bitkisinin soğuk, sıcak ve aşırı kurak gibi olumsuz çevre şartlarına yüksek düzeyde adaptasyon yeteneğinden dolayı çoğu durumda tercih edilen ender bitkilerden birisi haline gelmiştir (Snapp ve ark., 2005). Ayrıca çavdar bitkisi örtücü bitki olarak yetiştirilmesinin kolay olması ve toprak üzerine kolayca yatırılabilmesiyle birlikte, yüksek oranda oluşturduğu kuru madde miktarından dolayı tahıllar içerisinde yer alan önemli bir örtücü bitkidir (Camargo Silva ve Bagavathiannan, 2023). Aynı şekilde bir tahıl olan Buğdayın (*Triticum aestivum* L.) yabancı otların biyokütlesini %95 oranında azaltabildiği bildirilmektedir (Haramoto, 2019). Baklagillerde yabancı otların kontrolünde kullanılacak önemli bir örtücü bitki familyasını oluşturmaktadır. Yapılan bir

çok çalışmada baklagillerin örtücü bitki olarak kullanılması durumunda yabancı otları yüksek oranda baskılayarak kontrol altına aldığı saptanmıştır (Rouge ve ark., 2023; Fernando ve Shrestha, 2023). Bilindiği üzere aynı zamanda baklagiller havadaki azotu kökleri vasıtasıyla toprağa bağlayarak toprağın yetiştirilecek bitkiler için daha elverişli bir ortam olmasını ve genel olarak tarımsal ekosisteme başka birçok fayda da sağlamaktadır (Ebelhar ve ark.,1984; Coombs ve ark., 2017; Hu ve ark., 2023). Bu amaçla kullanılabilir birçok baklagil türleri mevcuttur. Bunların başında Adi Fiğ (*Vicia sativa*), Tüylü Fiğ (*Vicia villosa*), Kışlık Fiğ (*Vicia villosa* subsp. *varia*) gibi fiğ türleri gelmektedir. Bunların yanında yemeklik baklagiller olarak bilinen birçok türde bu amaç için kullanılabilen olup bunların başında; Bezelye (*Pisum sativum*), Fasulyesi (*Vicia faba*), Mercimek (*Lens culinaris*), Börülce (*Vigna unguiculata*) gibi bitkiler gelmektedir. Yonca (*Medicago sativa*), Çayır Üçgülü (*Trifolium pratense*), Ak Üçgül (*Trifolium repens*), Kırmızı Üçgül (*Trifolium incarnatum*), Acem Üçgülü (*Trifolium resupinatum* L.), İskenderiye Üçgülü (*Trifolium alexandrinum*) gibi baklagil yem bitkileri de kullanılabilir. Örtücü bitki olarak kullanılacak bu baklagiller havadaki serbest halde bulunan azotu sabitleyerek, toprak yapısını iyileştirmekte, yabancı otları bastırarak ve toprağa karıştırılarak organik madde kaynağı olmakta, toprak yapısını düzenleyerek bitkiler için daha faydalı bir ortam sağlamaktadır. Tabii bu faydaların başında hiç şüphesiz yabancı otların kontrolü gelmektedir. Birçok farklı kültür bitkisinde farklı oranlarda yabancı otların bastırılabilirliği bilinmektedir. Örneğin *Medicago polymorpha* L. ve *Trifolium alexandrinum* L. gibi baklagillerin mısırda sorun teşkil eden yabancı otları %75'e kadar baskılayarak azalttığı bildirilmektedir (Fisk ve ark., 2001). Üreticiler çoğunlukla örtücü bitki türlerini toprağa azot bağlaması, yabancı otların bastırılması veya erozyon kontrolü gibi özel hedeflerine göre seçmekte ve genel tarımsal sürdürülebilirliği optimize etmek için bunları ürün rotasyonu stratejilerine entegre edebilmektedirler. Özellikle bitkiler için son derece önemli bir besin elementi olan azot için yetiştirilen bazı tek yıllık baklagil bitkilerinin dekara yaklaşık olarak 25-50 kg azotu toprağa bağlayabilmektedir (Adetunji ve ark., 2020). Özellikle bu amaç için baklagiller çok yıllık ve tek yıllık kültür bitkilerinin yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan örtücü bitkilerdendir. Yaygın olarak kullanılan diğer bir örtücü bitki grubu ise; Yem Turpu (*Raphanus sativus* L.), Şalgam (*Brassica rapa* L.), Kolza (*Brassica napus*), Hardal Otu (*Brassica juncea*), turp, lahanalar brokkoli gibi hardalgil/lahanagil/turpgil türleri önemli yer tutmaktadır. Yabancı otların kontrolünde önemli yer tutan bu örtücü bitkilerden Kolza (*Brassica napus* L. var. *napus*) ve Hardal (*Sinapsis alba* L.) gibi brassica örtücü bitkileri, patates üretimindeki yabancı ot biyokütlesini %85'e kadar azaltabilmektedir (Haramoto ve Gallandt, 2004). Çeşitli amaçlar için karışım şeklinde yetiştirilen örtücü bitkilerde bulunmaktadır. Örtücü bitkilerin karışım halinde yetiştirilmesi; yabancı otların bastırılması, toprak verimliliğinin iyileştirilmesi ve besin döngüsündeki etkinliklerinin artırılabilirliği açısından fayda sağlamaktadır. Baklagil-tahıl karışımları, brassica-baklagil karışımları, tahıl-brassica-baklagil şeklinde üçlü karışımlar, çoklu karışımlar ile yazlık ve kışlık bitkilerin karıştırılması şeklinde yapılmaktadır. Her bir örtücü bitkinin karışımı, yetiştirilecek bölgenin iklim, toprak türü, ürün rotasyonu ve gerçekleştirilen tarımsal faaliyetler gibi faktörler dikkate alınarak tarım sisteminin özel ihtiyaçlarına ve koşullarına göre uyarlanmalıdır. Deneyerek ve gözlemleyerek, belirli koşullar için en etkili örtücü bitki karışımlarının belirlenmesi önem taşımaktadır. Burada kullanılacak örtücü bitkilerin yabancı otlarla yapacağı rekabet üstünlüğü, bitkinin allelopatik özellikleri, oluşturacağı habitüsleri de

ayrıca göz önünde bulundurulması gereken önemli noktalardandır. Düşük C:N oranı ile karakterize edilen bir baklagil ve tahıl örtücü bitki türleri bir karışım olarak yetiştirildiğinde, örtücü bitki kalıntılarının sonraki yetiştirilecek kültür bitkisinin ürün verimi üzerindeki olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Abdalla ve ark., 2019). Bu durumda, örtücü bitki karışımı tarafından biriken yüksek biyokütle, iyi bir örtü tabakası kalitesiyle ilişkilendirilmektedir. Dolayısıyla karışımlar, farklı örtücü bitki türlerinin güçlü yönlerini birleştirmeye ve bireysel türlerin dezavantajlarını azaltmaya yardımcı olmaktadır.

ÖRTÜ BİTKİLERİN YABANCI OTLARI KONTROL MEKANİZMALARI

Örtücü bitkiler, çeşitli mekanizmalar yoluyla yabancı otların bastırılmasında çok önemli bir rol oynar. Yabancı ot kontrolündeki etkinliği, örtücü bitki türlerin, büyüme özelliklerine ve gerçekleştirilen tarımsal uygulamalara, iklim ve toprak özelliklerine, mevcut yabancı ot türlerine ve bunların yoğunluklarına ve bunun gibi faktörlere bağlıdır. Örtü bitkilerinin yabancı otları bastırmaya yardımcı olduğu bazı temel mekanizmalar bulunmakta olup, bu mekanizmalar gerek örtücü bitkilerin gelişme dönemleri boyunca gerekse de örtücü bitkiler sonlandırılıp toprağa karıştırıldığında veya toprak yüzeyine malç olarak serildiğinde de etkisini göstermektedir. Bu mekanizmalar örtücü bitkilerin gelişme dönemleri boyunca ışık, su, besin elementi ve yer gibi kaynaklar için rekabet ederek doğrudan veya allelopatik özellikleri ve malçlama etkisi gibi özelliklerinden dolayı da dolaylı olarak yabancı otları kontrol altına almaktadır (Callaway ve Walker, 1997).

1. Örtücü Bitkilerin Doğrudan Kaynaklar için Rekabeti İle Yabancı Otları Bastırması:

Işık için rekabet: Örtücü bitkiler toprağı gölgeleyerek yabancı ot tohumlarına ve fidelere ulaşan güneş ışığı miktarını azaltarak onların fotosentez yapma ve ışık için rekabet etme yeteneklerini sınırlandırmaktadır. Işık için rekabet örtücü bitkilerin gelişme dönemleri boyunca devam ettiği gibi toprak yüzeyine bastırılarak malçlama etkisi yaparak da devam etmektedir (Wayman ve ark., 2015). Malç şeklinde toprak yüzeyine serilen örtücü bitkiler direk olarak yabancı otlarla rekabet etmemektedir. Ancak toprak yüzeyini kapatarak ışığın direk olarak toprak yüzeyine ulaşmasını engelleyerek özellikle çimlenme için ışığa ihtiyaç duyan yabancı otların çimlenip çıkış yapmalarını engelleyerek kontrol altına alabilmektedirler. Örneğin *Amaranthus palmeri* (Jha ve ark., 2010), *Conyza canadensis* L. (Yamashita ve ark., 2011), *Ambrosia artemisiifolia* L. (Willemsen, 1975), ve *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv. (Boyd & Van Acker, 2004) gibi tek yıllık yazlık yabancı otların çimlenmeleri için ışığa ihtiyaç duydukları için bu yabancı otların kontrolünde örtücü bitkilerin malç materyalleri son derece önemlidir. Bu durumda yabancı otlar ışığın toprak yüzeyine ulaştığı aralıklarda çimlenerek çıkış yapabilecektir. Bundan dolayı yetiştirilecek örtücü bitkisinin oluşturacağı biyomas ne kadar fazla olursa yabancı otları baskılama başarısı o kadar yüksek olacaktır (Camargo Silva ve Bagavathiannan, 2023).

Besin maddeleri için rekabet: Örtücü bitkiler topraktaki besin maddelerini emer ve gerekli elementler için yabancı otlarla rekabet ederler. Bu besin rekabeti yabancı otların büyümesini ve gelişip ortama hakim olmalarını engelleyebilmektedir. Besin kaynakları için örtücü bitkiler ile yabancı otların rekabetinde örtücü bitkilerin türleri etkili olduğu gibi mevcut yabancı ot türleri de önemlidir. Kışlık yabancı otlar besin maddeleri yönünde son derece hassas iken (Haramoto, 2019; Sherman ve ark., 2020), yazlık yabancı otlar ise örtücü bitki bünyelerinde bulunan besin elementlerinden, özellikle azot ve fosfordan faydalanabilmektedirler (Hallama ve ark., 2019; Williams ve ark., 2018). Topraktaki besin elementlerinden yabancı otlar direk etkilenmektedirler. Örneğin toprakta azot eksikliği durumunda azot olmasıyla kıyaslandığında düşük azotlu topraklarda yabancı otların oluşturduğu biyomas da %50 oranında düşüş olduğu bildirilmektedir (Menalled ve ark., 2021). Yapılan başka çalışmalarda topraktaki azot eksikliğinin bazı yabancı otların çıkışlarını ciddi oranlarda düşürdüğü bildirilmektedir. Bu oran *Abutilon theophrasti* yabancı otunda %43 (Hurt & Taylorson, 1986), *Chenopodium album* 'da %50 azalma ve, *Setaria faberi* Herrm yabancı otunda ise %60 oranında azalmaya (Sweeney ve ark., 2008) sebep olduğu bildirilmektedir.

Su için rekabet: Su bitkiler için son derece önemi bir kaynak olup etkisi çok yönlüdür. Bitkilerin büyümesi, gelişmesi, beslenmesi ve metabolizma süreçlerinin birçoğu suya bağlıdır. Bitkiler, fotosentez yoluyla güneş enerjisini kullanarak karbon dioksit ve suyu şekerlere dönüştürürler. Bu temel süreç, bitkilerin enerji üretmelerini sağlar ve oksijen salınımına katkıda bulunur (Zelitch, 2012). Topraktan alınan bitki besin maddeleri bitkiler tarafından kökler aracılığıyla emilmesi genellikle su ile gerçekleşir. Bu mineral besinler, bitkilerin büyümesi, çiçeklenmesi, meyve vermesi ve genel sağlığı için elzemdir. Bitki hücrelerinin yapı taşı olan su, hücre içindeki önemli işlevlere katılır. Hücresel genişleme, taşıma, besin depolama ve diğer metabolik süreçler, suyun varlığına bağlıdır (Slatyer, 1960). Bitkilerde su, köklerden yukarıya, yapraklara taşınarak transpirasyon ve translokasyon süreçleri aracılığıyla hava ve topraktan alınan suyun bitkinin farklı kısımlarına ulaşmasını sağlar. Bu, bitkilerin su ve besin alımını düzenleme yetenekleriyle ilgilidir. Bitkiler, su aracılığıyla vücut sıcaklıklarını düzenlerler. Özellikle transpirasyon sırasında su buharlaşırken bitki üzerinde bir serinlik etkisi yaratır. Su, çiçeklenme, polenleşme ve tohum oluşumu gibi üreme süreçlerinde de önemlidir. Birçok bitki türü, tohum oluşumu için suya ihtiyaç duyar. Kuraklık veya diğer stres koşulları altında su, bitkilerin dayanıklılığını etkileyen bir faktördür. Bazı bitkiler, su tasarrufu yapma veya kurak koşullara uyum sağlama yetenekleriyle öne çıkar. Netice olarak su bütün bitkiler için hayati bir unsur olup büyümeleri, üremeleri, beslenmeleri ve genel sağlıkları için kritiktir. Suyun eksikliği veya yetersizliği, bitki gelişimini olumsuz etkileyebilir ve verim kayıplarına neden olabilmektedir. Örtü bitkileri, yabancı ot tohumlarının filizlenip geliştiği üst toprak tabakasındaki su miktarını kullanarak azaltmaktadırlar (Delpuech ve Metay, 2018). Tarlada sulu tarım yapılmadığı durumda canlı malç yada örtücü bitki olarak kültür bitkisi ile birlikte yetiştirilen çavdarın topraktaki suyu tüketmesinde dolayı yetiştirilen kültür bitkisinin su sıkıntısı çekebildiği bildirilmektedir (Celette ve ark., 2008). Çavdar bitkisi örtücü bitki olarak kullanıldığı bir çalışmada çavdarın topraktaki su miktarını nadasa bırakılan parsellere oranla suyu % 52 oranında azalttığı ancak bununda çıkış yapan yabancı ot sayılarında % 95 oranında düşüş sağladığı bildirilmektedir (Brainard ve ark., 2012).

2. Örtücü Bitkilerin Dolaylı Olarak Yabancı Otları Bastırması

Örtücü bitkilerin yabancı otları dolaylı olarak bastırma mekanizmaları, genellikle toprak sıcaklığındaki meydana getirdiği düşüş, allelopati ve ışık kalitesindeki meydana getirdiği düşüşten kaynaklanarak açıklanabilmektedir. Örtücü bitkilerin fiziksel bir bariyer görevi görerek ışığın toprak yüzeyine ulaşmasının engellenmesi malçlama etkisi olarak bilinmekte olup tohumların çimlenip çıkış yapmasını engelleyerek yabancı otları kontrol altına almaktadır (Teasdale ve Mohler, 2000).

Allelopati: Bir bitki türünün, diğer bitkilerin çimlenme, büyüme, gelişme veya çoğalma süreçlerini etkileyebilecek kimyasal bileşikler salgılaması ya da bu bileşiklere maruz kalmasıdır. Bu etkileşim, bir bitkinin çevresindeki diğer bitkilerin büyümesini veya rekabetini azaltmaya yönelik bir mekanizmayı içerir. Allelopatik bileşikler, genellikle kökler, yapraklar, çiçekler, tohumlar veya diğer bitki dokuları aracılığıyla salgılanabilir (Rice, 2012; Rizvi, 2012). Allelopati, bitkilerin rekabet avantajı elde etmelerine, diğer bitkilerle daha etkili bir şekilde rekabet etmelerine ve özellikle yabancı ot kontrolünde rol oynamalarına olanak tanır. Bu etkileşimler genellikle bitkiler arasında rekabet avantajı sağlamak için evrimsel bir adaptasyon olarak gelişmiştir. Bazı bitki türleri, kök salgıları yoluyla allelopatik bileşikler salgılar. Bu bileşikler, toprakta diğer bitkilerin çimlenmesini ve büyümesini inhibe edebilir. Bitkiler, yapraklarından düşen organik materyaller aracılığıyla allelopatik bileşikleri toprağa salgılayabilir. Bu, bitkilerin altındaki toprakta diğer bitkilerin büyümesini etkileyebilir. Bazı bitki tohumları, çimlenme sırasında allelopatik bileşikler salgılar. Bu, çevredeki diğer bitkilerin tohum çimlenmesini ve büyümesini engelleyebilir. Bitkiler, kökleri aracılığıyla çevrelerine allelopatik bileşikler salgılayabilir veya bu bileşiklere maruz kalabilir. Bu etkileşim, bitkiler arasındaki kök rekabetini etkileyebilir. Allelopati, tarım uygulamalarında ve doğal ekosistemlerde yabancı ot kontrolü, bitki rekabet avantajı elde etme ve bitki topluluklarının dinamiklerini etkileme açısından önemli bir faktördür. Bazı örtücü bitkiler, yabancı otlar da dahil olmak üzere yakındaki bitkilerin çimlenmesini veya büyümesini engelleyen kimyasallar olan allelopatik bileşikleri serbest bırakır. Bu bileşikler doğal herbisit görevi görebilir. Bu bileşiklerde yetiştirilecek örtücü bitki türlerine göre değişmekte olup ve baskılayacağı yabancı otlarda değişebilmektedir. Örneğin çavdar bitkisinin dokusunda fenolik asitler bulunmakta olup bunlar *Chenopodium album* ve *Amaranthus retroflexus* L. yabancı otları için belirli bir düzeye kadar toksik olup bu yabancı otları sırasıyla %20 ve %33 kontrol altına alabilmektedir. Ancak bunların tarla koşulları altındaki etkilerine ilişkin araştırmalar son derece azdır (Otte ve ark., 2020; Reigosa ve ark., 1999).

Örtücü Bitkilerin Işık Kalitesini Düşürmesi: Işık, bitkiler için temel bir enerji kaynağıdır ve fotosentez sürecini başlatarak bitkilerin büyümesini ve gelişmesini sağlar. Işık kalitesi, bitkilerin fotosentezde verimli olup olmadığını ve genel büyüme performansını etkileyen önemli bir faktördür (Shirley, 1929). Örtücü bitkilerin ışık kalitesini düşürme mekanizması, bitki örtüsünün toprak yüzeyini örtmesi ve böylece doğrudan güneş ışığının bitkilerin altındaki alana ulaşmasını sınırlamasıdır. Bu durum, genellikle yoğun bir bitki örtüsü oluşturarak veya bitki yapraklarının toprak yüzeyini kaplayarak gerçekleşir. Örtücü bitkilerin

büyümesiyle birlikte, bitki örtüsü oluşturarak toprak yüzeyine gölgeleme sağlarlar. Yoğun bir bitki örtüsü, altındaki toprak yüzeyine daha az güneş ışığının ulaşmasına neden olmaktadır (Baligar ve ark., 2020). Bu gölgeleme etkisi, özellikle altındaki bitkilerin doğrudan güneş ışığına maruz kalmasını engeller. Bitkiler için temel bir süreç olan fotosentez, güneş ışığından enerji elde etmeyi içerir. Örtücü bitkilerin yarattığı gölge, altındaki bitkilerin fotosentez kapasitesini azaltabilir, çünkü bu bitkilerin ışığa erişimi sınırlanmış olabilir. Işık kalitesinin düşmesi, altındaki bitkilerin büyümesini ve gelişimini etkileyebilir. Bu durum, özellikle düşük ışık koşullarına adapte olmuş bitkiler için daha avantajlı olabilir, ancak bazı bitkilerin normal gelişimini olumsuz yönde etkileyebilir. Örtücü bitkilerin oluşturduğu gölge, yabancı otların çimlenme ve büyüme potansiyelini azaltabilir. Bu şekilde, örtücü bitkiler hem toprak yüzeyini kapatarak hem de gölgeleme etkisiyle yabancı otların rekabet avantajını düşürebilir. Örtücü bitkilerin toprak yüzeyini kapatarak su tutma kapasitesini artırması, toprak yüzeyinden buharlaşmanın azalmasına ve bitkilerin su kaynaklarından daha verimli bir şekilde faydalanmasına katkıda bulunabilir. Bu mekanizma, özellikle tarım uygulamalarında yabancı ot kontrolü ve bitkilerin su kullanım verimliliği açısından önemli bir rol oynayabilir. Ancak, örtücü bitkilerin belirli bitki türleri ve iklim koşulları altında ışık düşüşünün bitki büyümesine olan etkileri dikkate alınmalıdır.

Örtücü Bitkilerin Toprak Sıcaklığını Düşürmesi: Örtücü bitkilerin toprak sıcaklığını düşürmesi, genellikle bitki örtüsünün neden olduğu gölgeleme etkisi ve toprak yüzeyini örtme mekanizmaları aracılığıyla gerçekleşmektedir. Örtücü bitkiler, yoğun bir bitki örtüsü oluşturarak toprak yüzeyine gölgeleme sağlar. Bu, güneş ışığının doğrudan toprak yüzeyine ulaşmasını sınırlar ve toprak sıcaklığının artmasını engeller. Gölgeleme etkisi, özellikle yaz aylarında toprak sıcaklığını düşürmede etkili olabilmektedir (Blanco-Canqui, 2015). Örtücü bitkilerin büyümesi ve gelişmesi, toprak yüzeyini kapatarak doğrudan güneş ışığına maruz kalan alanı azaltır. Bu, toprak yüzeyindeki ısının atmosfere kaybını azaltır ve toprak sıcaklığını kontrol altında tutar. Örtücü bitkiler, topraktaki su tutma kapasitesini artırabilir. Daha fazla suyun toprakta kalması, suyun ısıyı emmesine ve daha yavaş bir şekilde kaybolmasına neden olur. Bu, toprak sıcaklığının daha istikrarlı kalmasına yardımcı olur. Örtücü bitkiler, rüzgarın toprak yüzeyinde erozyona neden olmasını engeller. Toprak erozyonu, toprak yüzeyinden ısı kaybına neden olabilir. Örtücü bitkilerin bu erozyonu azaltması, toprak sıcaklığını koruma açısından olumlu bir etki yapar. Bu mekanizmalar, örtücü bitkilerin toprak sıcaklığını düşürme özelliklerini göstermektedir. Özellikle sıcak iklimlerde, bu özellikler, bitkilerin kök sistemlerini ve toprak ekosistemini koruma, su tutma kapasitesini artırma ve bitki gelişimini destekleme açısından önemli avantajlar sağlayabilir. Çavdar bitkisinin örtücü bitki olarak kullanıldığı bir çalışmada örtücü bitki materyallerinin toprak sıcaklığının çıplak toprağa göre ciddi oranda düşürdüğü bildirilmektedir (Teasdale ve Mohler (1993)

SONUÇ

Sonuç olarak, geleneksel tarım yöntemlerinin yabancı ot kontrolünde kullanılan kimyasal herbisitlere dayalı olması, çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri beraberinde getirmiştir. Bu nedenle, sürdürülebilir tarım uygulamaları arayışında örtücü bitkiler önemli bir çözüm olarak ortaya çıkmaktadır. Örtücü bitkiler, yabancı ot kontrolünde bütünsel bir yaklaşım sunarak, toprak sağlığını iyileştirme, erozyonu azaltma, su muhafazasını artırma ve kimyasal herbisit kullanımını minimize etme gibi bir dizi avantaj sağlamaktadır. Bu alternatif yöntem, örtücü bitkilerin çeşitli mekanizmalar aracılığıyla yabancı otları kontrol etmesine dayanmaktadır. Doğrudan rekabet, ışık, besin maddeleri ve su için rekabet gibi faktörler örtücü bitkilerin etkili bir şekilde yabancı otları bastırmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca, allelopati, ışık kalitesini düşürme ve toprak sıcaklığını azaltma gibi dolaylı mekanizmalar da örtücü bitkilerin yabancı ot kontrolündeki rolünü güçlendirmektedir. Bu bağlamda, tarımın sürdürülebilirliği için örtücü bitkilerin kullanımı, hem çevresel hem de ekonomik açıdan önemli bir adım olarak değerlendirilmelidir. Ancak, her bir örtücü bitki türünün yetiştirilme şartları, avantajları ve dezavantajları dikkate alınarak, bölgesel ve iklimsel özelliklere uygun olarak seçilmelidir. Bu çalışma, tarım pratiğinde kimyasal kullanımını azaltmak ve ekolojik dengenin korunmasına katkıda bulunmak isteyen çiftçilere, araştırmacılara ve politika yapıcılara rehberlik edebilecek bir temel sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- Abdalla, M., Hastings, A., Cheng, K., Yue, Q., Chadwick, D., Espenberg, M., ... & Smith, P. (2019). A critical review of the impacts of cover crops on nitrogen leaching, net greenhouse gas balance and crop productivity. *Global change biology*, 25(8), 2530-2543.
- Adetunji, A. T., Ncube, B., Mulidzi, R., Lewu, F. B. (2020). Management impact and benefit of cover crops on soil quality: A review. *Soil and Tillage Research*, 204, 104717.
- Baligar, V. C., Elson, M. K., He, Z., Li, Y., Paiva, A. D. Q., Almeida, A. A. F., & Ahnert, D. (2020). Light intensity effects on the growth, physiological and nutritional parameters of tropical perennial legume cover crops. *Agronomy*, 10(10), 1515.
- Banerjee, S., Mitra, M., Roy, P., Nandi, S., & Roy, S. (2023). Multiple Adaptation Strategies of Plants to Mitigate the Phytotoxic Effects of Diverse Pesticides and Herbicides. In *Emerging Contaminants and Plants: Interactions, Adaptations and Remediation Technologies* (pp. 309-331). Cham: Springer International Publishing.
- Basche, A. D., Kaspar, T. C., Archontoulis, S. V., Jaynes, D. B., Sauer, T. J., Parkin, T. B., & Miguez, F. E. (2016). Soil water improvements with the long-term use of a winter rye cover crop. *Agricultural Water Management*, 172, 40-50.
- Blanco-Canqui, H., Shaver, T. M., Lindquist, J. L., Shapiro, C. A., Elmore, R. W., Francis, C. A., & Hergert, G. W. (2015). Cover crops and ecosystem services: Insights from studies in temperate soils. *Agronomy journal*, 107(6), 2449-2474.
- Boyd, N., & Van Acker, R. (2004). Seed germination of common weed species as affected by oxygen concentration, light, and osmotic potential. *Weed Science*, 52(4), 589-596.
- Callaway, R. M., & Walker, L. R. (1997). Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. *Ecology*, 78(7), 1958-1965.
- Camargo Silva, G., & Bagavathiannan, M. (2023). Mechanisms of weed suppression by cereal rye cover crop: A review. *Agronomy Journal*, 115(4), 1571-1585.
- Camargo Silva, G., & Bagavathiannan, M. (2023). Mechanisms of weed suppression by cereal rye cover crop: A review. *Agronomy Journal*, 115(4), 1571-1585.

- Coombs, C., Lauzon, J. D., Deen, B., & Van Eerd, L. L. (2017). Legume cover crop management on nitrogen dynamics and yield in grain corn systems. *Field crops research*, 201, 75-85.
- Ebelhar, S. A., Frye, W. W., & Blevins, R. L. (1984). Nitrogen from legume cover crops for no-tillage corn 1. *Agronomy journal*, 76(1), 51-55.
- Fernando, M., & Shrestha, A. (2023). The Potential of Cover Crops for Weed Management: A Sole Tool or Component of an Integrated Weed Management System?. *Plants*, 12(4), 752.
- Fisk, J. W., Hesterman, O. B., Shrestha, A., Kells, J. J., Harwood, R. R., Squire, J. M., & Sheaffer, C. C. (2001). Weed suppression by annual legume cover crops in no-tillage corn. *Agronomy journal*, 93(2), 319-325.
- Haramoto, E. R. (2019). Species, seeding rate, and planting method influence cover crop services prior to soybean. *Agronomy Journal*, 111(3), 1068-1078.
- Haramoto, E. R., & Gallandt, E. R. (2004). Brassica cover cropping for weed management: A review. *Renewable agriculture and food systems*, 19(4), 187-198.
- Heap, I. (2024) The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. <https://www.weedscience.org/Home.aspx> (Erişim: 25 şubat 2024)
- Hu, Q., Jiang, T., Thomas, B. W., Chen, J., Xie, J., Hu, Y., ... & Shi, X. (2023). Legume cover crops enhance soil organic carbon via microbial necromass in orchard alleyways. *Soil and Tillage Research*, 234, 105858.
- Hurt, W., & Taylorson, R. B. (1986). Chemical manipulation of weed emergence. *Weed Research*, 26(4), 259-268.
- Jha, P., Norsworthy, J. K., Riley, M. B., & Bridges, W. (2010). Annual changes in temperature and light requirements for germination of Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) seeds retrieved from soil. *Weed Science*, 58(4), 426-432.
- Liu, Y., Pan, X., & Li, J. (2015). A 1961–2010 record of fertilizer use, pesticide application and cereal yields: a review. *Agronomy for sustainable development*, 35, 83-93.
- Menalled, U. D., Pethybridge, S. J., Pelzer, C. J., Smith, R. G., DiTommaso, A., & Ryan, M. R. (2021). High seeding rates and low soil nitrogen environments optimize weed suppression and profitability in organic no-till planted soybean. *Frontiers in Agronomy*, 3, 678567.
- Mirsky, S. B., Ryan, M. R., Teasdale, J. R., Curran, W. S., Reberg-Horton, C. S., Spargo, J. T., ... & Moyer, J. W. (2013). Overcoming weed management challenges in cover crop–based organic rotational no-till soybean production in the eastern United States. *Weed Technology*, 27(1), 193-203.
- Norsworthy, J. K., McClelland, M., Griffith, G., Bangarwa, S. K., & Still, J. (2011). Evaluation of cereal and Brassicaceae cover crops in conservation-tillage, enhanced, glyphosate-resistant cotton. *Weed Technology*, 25(1), 6-13.
- Otte, B. A., Rice, C. P., Davis, B. W., Schomberg, H. H., Mirsky, S. B., & Tully, K. L. (2020). Phenolic acids released to soil during cereal rye cover crop decomposition. *Chemoecology*, 30, 25-34.
- Rebong, D., Inoa, S. H., Moore, V. M., Reberg-Horton, S. C., Mirsky, S., Murphy, J. P., & Leon, R. G. (2023). Breeding allelopathy in cereal rye for weed suppression. *Weed Science*, 1-11.
- Reigosa, M. J., Souto, X. C., & Gonz'lez, L. (1999). Effect of phenolic compounds on the germination of six weeds species. *Plant Growth Regulation*, 28, 83-88.
- Rice, E. L. (2012). Allelopathy.
- Rickson, R. J. (2014). Can control of soil erosion mitigate water pollution by sediments?. *Science of the Total Environment*, 468, 1187-1197.
- Rizvi, S. J. (Ed.). (2012). *Allelopathy: basic and applied aspects*. Springer Science & Business Media.

- Rouge, A., Adeux, G., Busset, H., Hugard, R., Martin, J., Matejcek, A., ... & Cordeau, S. (2023). Carry-over effects of cover crops on weeds and crop productivity in no-till systems. *Field Crops Research*, 295, 108899.
- Ryan, M. R., Curran, W. S., Grantham, A. M., Hunsberger, L. K., Mirsky, S. B., Mortensen, D. A., ... & Wilson, D. O. (2011). Effects of seeding rate and poultry litter on weed suppression from a rolled cereal rye cover crop. *Weed Science*, 59(3), 438-444.
- Sherman, A. D., Haramoto, E. R., & Green, J. D. (2020). Integrating fall and spring herbicides with a cereal rye cover crop for horseweed (*Conyza canadensis*) management prior to soybean. *Weed technology*, 34(1), 64-72.
- Shirley, H. L. (1929). The influence of light intensity and light quality upon the growth of plants. *American Journal of Botany*, 354-390.
- Sievers, T., & Cook, R. L. (2018). Aboveground and root decomposition of cereal rye and hairy vetch cover crops. *Soil Science Society of America Journal*, 82(1), 147-155.
- Slatyer, R. O. (1960). Absorption of water by plants. *The Botanical Review*, 26, 331-392.
- Snapp, S. S., Swinton, S. M., Labarta, R., Mutch, D., Black, J. R., Leep, R., ... & O'neil, K. (2005). Evaluating cover crops for benefits, costs and performance within cropping system niches. *Agronomy journal*, 97(1), 322-332.
- Sweeney, A. E., Renner, K. A., Laboski, C., & Davis, A. (2008). Effect of fertilizer nitrogen on weed emergence and growth. *Weed Science*, 56(5), 714-721.
- Teasdale, J. R., & Mohler, C. L. (1993). Light transmittance, soil temperature, and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. *Agronomy Journal*, 85(3), 673-680.
- Teasdale, J. R., & Mohler, C. L. (2000). The quantitative relationship between weed emergence and the physical properties of mulches. *Weed Science*, 48(3), 385-392.
- Wayman, S., Cogger, C., Benedict, C., Collins, D., Burke, I., & Bary, A. (2015). Cover crop effects on light, nitrogen, and weeds in organic reduced tillage. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 39(6), 647-665.
- Weisberger, D. A., Bastos, L. M., Sykes, V. R., & Basinger, N. T. (2023). Do cover crops suppress weeds in the US Southeast? A meta-analysis. *Weed Science*, 1-11.
- Wells, M. S., Reberg-Horton, S. C., & Mirsky, S. B. (2014). Cultural strategies for managing weeds and soil moisture in cover crop based no-till soybean production. *Weed Science*, 62(3), 501-511.
- Willemsen, R. W. (1975). Effect of stratification temperature and germination temperature on germination and the induction of secondary dormancy in common ragweed seeds. *American Journal of Botany*, 62(1), 1-5.
- Williams, A., Scott Wells, M., Dickey, D. A., Hu, S., Maul, J., Raskin, D. T., Chris Reberg-Horton, S., & Mirsky, S. B. (2018). Establishing the relationship of soil nitrogen immobilization to cereal rye residues in a mulched system. *Plant and Soil*, 426(1-2), 95-107.
- Wulanningtyas, H. S., Gong, Y., Li, P., Sakagami, N., Nishiwaki, J., & Komatsuzaki, M. (2021). A cover crop and no-tillage system for enhancing soil health by increasing soil organic matter in soybean cultivation. *Soil and Tillage Research*, 205, 104749.
- Yamashita, O. M., Guimarães, S. C., & Cavenaghi, A. L. (2011). Germination of *Conyza canadensis* and *Conyza bonariensis* seeds as a function of light quality. *Planta Daninha*, 29, 737-743.
- Zelitch, I. (Ed.). (2012). *Photosynthesis, photorespiration, and plant productivity*. Elsevier.

DOMATES GELİRİNİ ETKİLEYEN FÖKTÖRLERİN VERİ MADENCİLİĞİ İLE ANALİZİ: İĞDIR İLİ ÖRNEĞİ

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING TOMATO INCOME USING DATA MINING: THE EXAMPLE OF İĞDIR PROVINCE

Prof. Dr. Köksal KARADAŞ
İğdir Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

Doç. Dr. Emine AŞKAN
İğdir Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

Fatih GÜLER
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Rektörlüğü

ÖZET

Dünyada en fazla alanda yetiştirilen sebzelerden biri olan domates insan sağlığına olan faydası, besin değeri bakımından önemi, üreticilere istihdam ve ihracatla ülke ekonomisine katkı sağlaması gibi faydaları ile oldukça önemli bir sebzedir. Domates üretiminin ve gelirinin artırılması için birim alandan fazla ürün elde edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı veri madenciliği yöntemini kullanarak domates gelirini etkileyen faktörleri belirlemek ve bu faktörlerin domates gelirini artıracak şekilde kullanım miktarlarını tespit etmektir. Çalışmada kullanılan veriler ‘‘Basit Tesadüfi Örneklem Yöntemi’’ ile İğdir ilinde domates üreten 105 üreticiden yüz yüze yapılan anketlerden elde edilmiştir. Oluşturulan modelde dekardan elde edilen gelir bağımlı değişken, sulama sayısı, kimyasal gübre, çiftlik gübresi ve ilaç miktarı, işletmecinin eğitim düzeyi ve yaşı, toprak tahlili ve fide sayısı bağımsız değişkenler olarak tanımlanmıştır. Oluşturulan model veri madenciliği Karar Ağacı Yöntemi ile analiz edilmiştir. CRT algoritmasına ait Karar Ağacı diyagramına göre sulama ve fide sayısı, kimyasal gübre miktarı, işletmecinin yaşı ve eğitim düzeyi domates gelirini önemli derecede etkileyen bağımsız değişkenler olarak belirlenmiştir. Domates gelirini artırabilmek için dekara 1378’den fazla fide dikilmeli ve 69 kg’dan fazla kimyasal gübre verilmeli, 8 defadan fazla sulama yapılmalıdır. Ayrıca diğer çiftçilerin yetiştirme teknikleri konusunda eğitilmiş ve tecrübeli üreticilerden bilgi almaları gerekmektedir. Çalışma sonucunda veri madenciliği karar ağacı yönteminin bitkisel üretimde gelir artırma araştırmalarında kullanılabileceği belirlenmiştir. Bölgede domates üretim girdilerinin en uygun miktarlarının kullanılmadığı ve bu kapsamda üreticilerin yetiştirme tekniklerine dikkat etmeleri gerektiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Veri Madenciliği; Domates; Gelir; İğdir

ABSTRACT

Tomato, one of the vegetables grown in the most areas in the world, is a very important vegetable with its benefits to human health, its importance in terms of nutritional value, employment for producers and contribution to the country's economy through exports. In order to increase tomato production and income, it is necessary to obtain more products per unit area.

The aim of this study is to determine the factors affecting tomato income by using the data mining method and to determine the usage amounts of these factors to increase tomato income.

The data used in the study was obtained from face-to-face surveys from 105 tomato producers in Iğdır province with the "Simple Random Sampling Method". In the created model, income obtained per decare is defined as the dependent variable, number of irrigation, amount of chemical fertilizer, farm manure and pesticide, education level and age of the operator, soil analysis and number of seedlings are defined as independent variables. The created model was analyzed with the data mining Decision Tree method. According to the Decision Tree diagram of the CRT algorithm, irrigation and number of seedlings, amount of chemical fertilizer, age and education level of the farmer were determined as independent variables that significantly affect tomato income. In order to increase tomato income, more than 1378 seedlings should be planted per decare, more than 69 kg of chemical fertilizer should be applied, and irrigation should be done more than 8 times. In addition, other farmers need to get information about growing techniques from trained and experienced producers. As a result of the study, it was determined that the data mining decision tree method can be used in research on increasing income in crop production. It has been determined that the most appropriate amounts of tomato production inputs are not used in the region and in this context, producers should pay attention to growing techniques.

Keywords: Data Mining; Tomato, Income, Iğdır

GİRİŞ

Dünyada yetiştirilen sebzelerden en çok ekim alanına sahip olan domates bitkisi birçok açıdan öneme sahiptir. İnsanların besin ihtiyacını karşılaması bakımından önemli bir ürün olarak değerlendirilen domatesin içeriğinde bulunan vitamin ve minerallerin sağlık açısından birçok hastalığa faydalı olduğu; bazı kronik ve kardiyovasküler hastalıklar ile kanser ve karaciğer tedavisine iyi geldiği bilinmektedir (Tapiero ve ark., 2004; Muratore ve ark., 2008; Bhowmik ve ark., 2012; Shashikalabai ve ark., 2016; Navarro-González ve ark., 2018; Tanambell ve ark., 2020). İnsan sağlığına faydalarının yanı sıra çeşitli mineraller ve vitaminler içeren domates potasyum, β -karoten, polifenol, fitosterol gibi metabolit kaynağı olarak ta bilinmektedirler (Gutierrez, 2018; Fiza ve ark., 2020). Domates taze, kurutulmuş, ketçap, meyve suyu, salça, sos vb. farklı şekillerde tüketilebilmektedir (Keskin ve Gül, 2004; Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2014; Karadaş ve Güler, 2021). Domates üreten ülkeler ihracat yaparak ülke ekonomisine katkı ve üreticilere istihdam olanağı da sağlamaktadırlar. 2022 yılı FAO verilerine göre dünyada 186107972 ton domates 4917735 ha alanda üretilmiş ve 3784 kg/da verim alınmıştır (FAO, 2022). Aynı yıl Türkiye’de 13000000 ton domates 158719 ha alanda üretilmiş ve 8190 kg/da verim elde edilmiştir (TÜİK, 2022a). Dünya ortalama domates veriminin iki katından daha fazla verime sahip olan Türkiye, Dünya domates üretiminde üçüncü sırada yer alırken (%6.98) ilk iki sırayı Çin (%36.72) ve Hindistan (%11.12) almaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Domates Üretiminde Önde Gelen Ülkeler (2022)

Sıralama	Ülkeler	Üretim Miktarı (ton)
1	Çin	68341800
2	Hindistan	20694000
3	Türkiye	13000000
4	ABD	10199753
5	Mısır	6275444
6	İtalya	6136380
7	Meksika	4207889
8	Brezilya	3809986
9	Nijerya	3684566
10	İspanya	3651940

Kaynak: FAO, 2022

Domates verim düzeyleri değerlendirildiğinde dünyada verim bakımından ilk sırada 46688 kg/da ile Belçika yer alırken İsveç (43225 kg/da) ve Hollanda (42308 kg/da) ikinci ve üçüncü sırada bulunmaktadırlar. Türkiye ise 8110 kg/da domates verimi ile dünya sıralamasında yirmi dokuzuncu sırada yer almaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Domates Veriminde Önde Gelen Ülkeler (2022)

Sıralama	Ülkeler	Verim (kg/da)
1	Belçika	46688
2	İsveç	43225
3	Hollanda	42308
4	Danimarka	37967
5	Finlandiya	37856
6	ABD	37449
7	İrlanda	36900
8	İzlanda	36525
9	Norveç	35689
29	Türkiye	8110

Kaynak: FAO, 2022

Tablo 3. Domates Üretiminde Önde Gelen İller (2022)

Sıralama	İller	Üretim Miktarı (ton)
1	Antalya	2542322
2	Mersin	854465
3	Muğla	552505
4	Çanakkale	377460
5	Burdur	248151
6	Bitlis	213361
7	Tokat	196030
8	Bursa	165567
9	Şanlıurfa	140241
34	İğdır	35217

Kaynak: TÜİK, 2022a

Türkiye’de 2022 yılı itibarı ile en fazla domatesin üretildiği il 2542322 ton ile Antalya olup Türkiye domates üretiminin %19.5’ini karşılamaktadır. Domates üretim miktarı bakımından

Antalya'dan sonra sırası ile Mersin (854465 ton) ve Muğla (552505 ton) ikinci ve üçüncü sırada yer almaktadır. Araştırma bölgesi olan Iğdır ise 35217 ton ile Türkiye domates üretiminde otuz dördüncü sırada yer almaktadır.

Türkiye'de 2022 yılı itibarı ile domates verimi bakımından ilk sıralarda gelen iller Antalya (14982 kg/da) ve Afyonkarahisar (14328 kg/da) olup Iğdır ise 3950 kg/da ile Türkiye ortalama domates veriminin (8110 kg/da) oldukça altında verime sahiptir.

Tablo 4. Domates Veriminde Önde Gelen İller (2022)

Sıralama	İller	Verim (kg/da)
1	Antalya	14982
2	Afyonkarahisar	14328
3	Burdur	13436
4	Muğla	12262
5	Mersin	11552
6	Amasya	10338
7	Erzincan	10232
8	Isparta	8261
9	Çanakkale	8051
43	Iğdır	3950

Kaynak: TÜİK, 2022a

Tablo 5. Yıllar İtibarı İle Iğdır'da Domates Üretim Miktarı ve Elde Edilen Gelir

Yıllar	Üretim Miktarı	Ton Fiyatı (\$)	Elde Edilen Gelir (1000 \$)
2013	44672	407	18168
2014	47479	364	17260
2015	46537	311	14458
2016	58763	287	16851
2017	29414	256	7521
2018	24763	269	6666
2019	33732	238	8030
2020	33666	206	6947
2021	30009	229	6865
2022	35217	388	13682
Toplam	384252		116446

Kaynak: TÜİK, 2022b

Iğdır'da 2013-2022 yılları arasında üretilen domates miktarı ve değeri incelendiğinde 2013 yılında üretilen 44672 ton domates 2022 yılına gelindiğinde %21 oranında azalarak 35217 tona gerilemiş olup 2013-2022 yılları arasında Iğdır'da toplam 383252 ton domates üretilmiştir. Aynı yıllar arasında üretilen domatesin değeri 18168 bin \$'dan 13682 bin \$'a gerilemiş ve toplamda son 10 yılda 116446 bin \$ değerinde domates üretilmiştir.

Bu çalışmanın amacı Iğdır ilinde domates üreten işletmelerin domatesten elde ettikleri geliri artırma noktasında daha fazla üretim yapmalarını ve daha fazla gelir elde etmelerini araştırmak ve bu kapsamda domates gelirini etkileyen faktörleri belirleyerek daha fazla domates geliri elde edecek şekilde girdi miktarlarını tespit etmektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın ana materyalini 2016 yılında Iğdır’da domates üreten 105 işletmeci ile yüz yüze yapılan anketlerden elde edilen veriler oluştururken, konu ile ilgili yerli ve yabancı bilimsel çalışmalardan da faydalanılmıştır. Anket sayısının belirlenmesinde aşağıda verilen “Basit Tesadüfi Örneklem Yöntemi” kullanılmış olup bölge üreticilerinin domates ekim alanları Iğdır İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Çiftçi Kayıt Sisteminden temin edilmiştir (Yamane, 2010).

$$n = \frac{NS^2}{(N-1)D^2 + S^2} \quad n = \frac{465 \times 5.76^2}{(465-1)(0.87/1.6446)^2 + 5.76^2} = 94.78$$

Örnek büyüklüğü %90 güven düzeyi ve ortalamadan %10 sapmayla 95 adet hesaplanmış olup eksik ve hatalı anket ihtimaline karşı %10 artırılarak anket sayısı 105’e çıkarılmıştır.

Tablo. 6. Örneklem parametreleri

n	Populasyonu temsil edecek işletme sayısını,
N	Populasyondaki toplam işletme sayısını (465),
S ²	Populasyonun varyansını (33.17),
D	Düzeltilme faktörünü ifade etmektedir.

Düzeltilme faktörü $D=(E/t)^2$ formülünden elde edilmiş olup araştırmada t katsayısı %90 güven sınırları için 1.6445 olarak alınmıştır. E ise hata terimi olup (0.87), ilgili büyüklük grubu ortalamasının %10’udur.

Tablo. 7. İlçelere göre anket sayıları

İlçe	İşletme sayısı	Örnek sayısı	%
Merkez	239	55	52.4
Karakoyunlu	217	50	47.6
Toplam	456	105	100



Şekil 1. Iğdır İl Haritası

Iğdır ili Türkiye’nin doğu sınırında 39° 38' - 44° 03' kuzey enlemleri ve 44° 49' - 45° 31' doğu boylamları arasında yer almakta ve doğusunda Nahçıvan ve İran Kuzeydoğusunda ise Ermenistan ile sınırı bulunmaktadır (Özger ve Karadaş, 2022).

Domates gelirinin hesaplanmasında 2013-2022 yılları arasında domates fiyatları ve dolar kurları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 8. Yıllara göre domates fiyatları ve dolar kuru

Yıllar	Domates Fiyatı (TL)	\$ Kuru
2013	0.77	1.901
2014	0.80	2.188
2015	0.85	2.720
2016	0.87	3.018
2017	0.93	3.643
2018	1.30	4.815
2019	1.35	5.670
2020	1.46	7.080
2021	2.03	8.890
2022	6.44	16.57

Kaynak: TÜİK, 2022b; TCMB, 2023

CART Regresyon Karar Ağacı Analizi Modeli için aşağıdaki değişkenler tanımlanmıştır.

Modelde yer alan bağımlı değişken (Y)

Y = Domates Geliri (\$)

Bağımsız değişkenler;

X₁ = Sulama Sayısı

X₂ = Kimyasal Gübre Miktarı (kg)

X₃ = İlaç Miktarı (ml)

X₄ = İşletmecinin Eğitim Düzeyi (1= Okuryazar değil, 2= Okuryazar 3=İlkokul, 4=Ortaokul, 5=Lise, 6=Ön lisans 7=Lisans)

X₅ = Toprak Tahlili (1=Evet, 2=Hayır)

X₆ = Ekim Bölgesi (1=Merkez, 2=Karakoyunlu)

X₇ = İşletmecinin Yaşı

X₈ = Fide Sayısı (Adet)

X₉ = Çiftlik Gübresi Miktarı (kg) olarak tanımlanmaktadır.

Regresyon karar ağacı algoritmasında, verilerden tümevarım yolu ile ağaç şeklinde örnek veri kümesini küçük birimlere ayırıp basit adımlarla büyük sayıları daha küçük gruplar halinde oluşturan bir yapıdır. Alt grup verileri arasında daha fazla benzerlik için bölme işleminin başarılı olması gerekmektedir (Sun and Hui, 2008; Albayrak ve Yılmaz, 2009). Herhangi bir ön şarta gereklilik duymadan çok sayıda ve karmaşık bilgilerin çözümü için karar ağaçları kolaylıkla uygulanabilir (Türe ve ark., 2008). Tahmin etme sınıflandırma kullanılan veri madenciliği tekniklerinden olan karar ağacı her bir dalı birer girdi alan ve iç düğümlerden meydana gelen yönlü bir ağaçtır. Ağaç dalları test düğümler (her bir çıktının diğer düğümlerce girdi olarak kullanıldığı düğüm) ve yaprak düğümler (her bir çıktının diğer düğümlerce girdi olarak kullanılmadığı düğüm) şeklinde isimlendirilir (Onan, 2014). Ağaçta bulunan iç düğümler iki yada daha fazla dala ayrılır (Maimon ve Rokache, 2010). Dallar test sonuçlarını ve yapraklar ise düğüm sınıf etiketini gösterir. Bu sayede modelin daha kolay anlaşılması sağlanır ve parametrik olmamasından dolayı uygun bir altyapı ile bilgi keşfi yapılabilir ve ayrıca diğer yöntemlere göre daha hızlı oluşturulabilir (Gehrke, 2003). Numerik veya kategorik veriler karar ağaçlarında kolayca sınıflandırılabilmesine karşın öznitelik sayının artmasına olanak sağlamaması, bazı sonuçların değişken olması, verilerdeki küçük değişikliklere hassas olması ve veri setlerinin numerik olması durumunda karmaşık yapıda ağaç oluşturabilmesi gibi durumlar olumsuz yönleridir (Zhao ve Zhang, 2008). Karar ağaçları sınıflandırmada ve tahmin etmede kullanılırken, eğitim verileri ağaç modelini oluşturduktan sonra test verileri uygun sınıma ölçütleri vasıtası ile değerlendirilerek ilgili model gelecekteki değerleri tahmin etmede kullanılır (Birant, 2011).

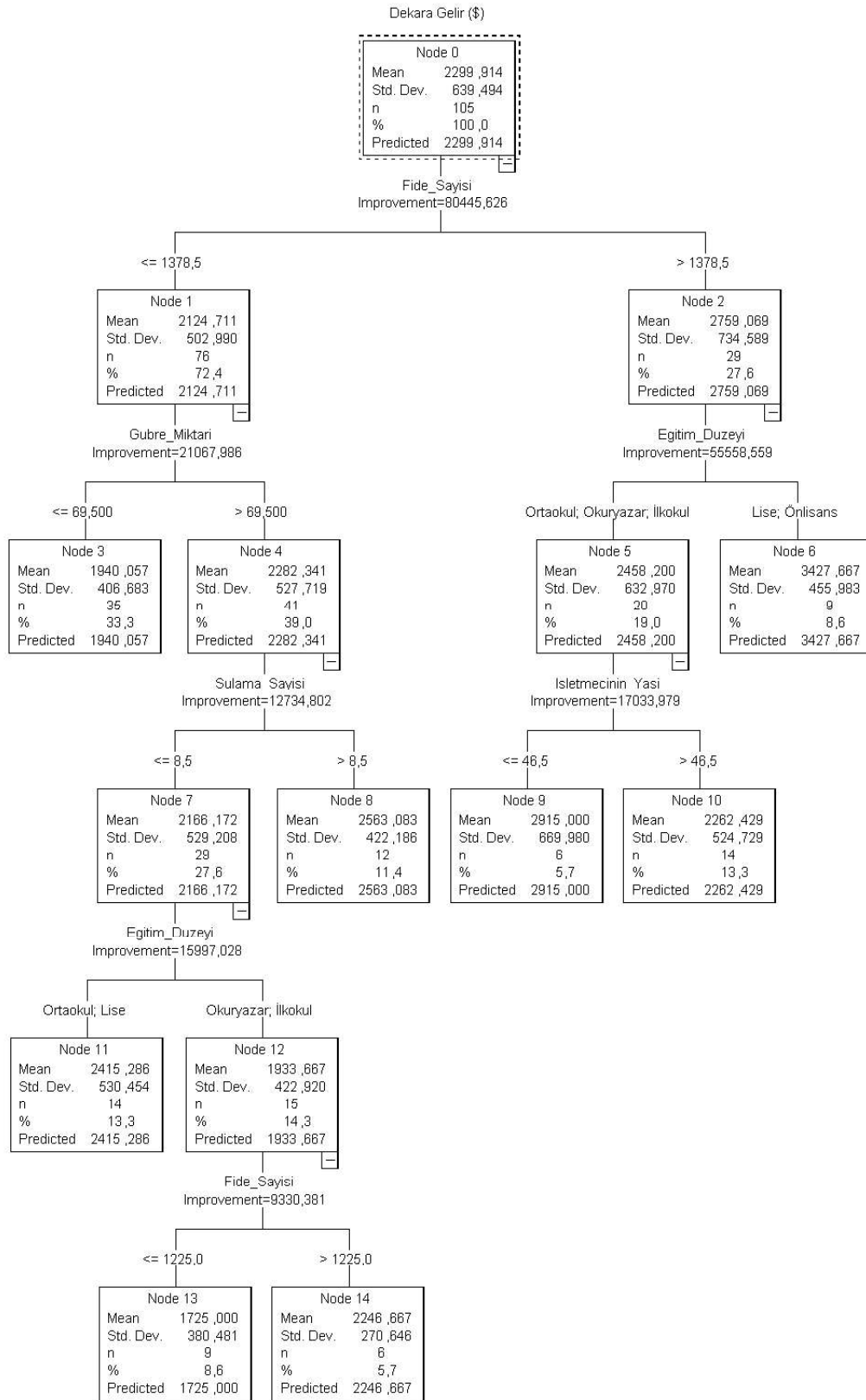
BULGULAR ve TARTIŞMA

Regresyon Karar Ağacı analizinde CRT (Classification and Regression Tree)

Karar ağacı diyagramının R^2 değeri: $1 - (\text{Risk Estimated} / S^2y) = 64280 / 408953 = 0.157$

$R^2 = 1 - 0.157 = 0.843$ değeri ile diyagramın %84 açıklayıcı olduğunu göstermektedir.

CRT algoritmasına ait regresyon karar ağacı diyagramı Şekil 2’de verilmiştir. Regresyon karar ağacı diyagramını incelendiğinde, 105 işletmeye ait dekara domates geliri ve standart sapması 2299.914 ± 639.494 \$ olarak ana dal üzerinde belirlenmiştir. Başlangıç dalı olan (ana dal) fide sayısı değişkenini iki dala bölerek en önemli faktör olduğu görülmektedir. 1. alt dalda domates gelinde etkili olan fide sayısı 1378.5 veya az fide sayısına sahip işletmelerin sayısı 76 ve tüm işletmelerin %72.40’ını oluşturmakta olup bu sayıda fide dikilen işletmelerin dekara domates geliri 2124.711 ± 502.990 \$’dır. Domates gelirini önemli derece etkileyen 2. alt dalda 1378.5’ten daha fazla fide sayısı diken işletmeler 29 adet olup toplam işletmelerin %27.6’sını oluşturmaktadır. Bu işletmeler ortalama 2759.069 ± 734.589 \$ gelir elde etmektedirler. Domates gelirini etkileyen ikinci değişken 3. ve 4. alt dallara ayrılan kimyasal gübre miktarıdır. 3. alt dalda işletmelerin %33.3’ünü oluşturan 45 işletme bulunmakta olup dekara 69.5 kg ve daha az kimyasal gübre uygulamış ve 1940.057 ± 406.683 \$/da gelir elde etmişlerdir. 4. alt dalda 69.5 kg/da gübre uygulamış ve $2282.341 \pm 527,719$ \$/da gelir etmiş olup bu işletmelerin sayısı 41 adet olarak belirlenmiştir. Domates gelirini etkileyen 3. değişken işletmecinin eğitim düzeyi olup 2. alt dalın 5. ve 6. alt dallara ayrılması ile görülmektedir. 5. alt dalda okuryazar, ilkökul ve ortaokul düzeyinde eğitime sahip işletmeciler 20 adet olup tüm işletmecilerin %19’unu oluşturmakta ve dekardan ortalama 2458.200 ± 632.90 \$ gelir elde etmektedirler. 6. alt dalda ise tüm işletmecilerin %8.6’sını oluşturan 9 adet işletmeci lise ve ön lisans düzeyi eğitime sahip olup ortalama 3427.667 ± 455.983 \$/da gelir elde etmektedirler. 3. ve 6. alt dallar terminal node olup diğer alt dallara ayrılmamaktadırlar. 4. alt dal domates gelirini etkileyen 4. değişken olan sulama sayısı 7. ve 8. alt dallara ayrılmaktadır. 7. alt dalda 8.5 defa ve daha az sulama yapan işletmeler 2166.172 ± 529.208 \$/da gelir elde etmektedirler ve sayıları 29 adettir. 8. alt dalda ise 8,5 ten fazla sayıda sulama yapan işletmeler dekara 2563.083 ± 422.186 \$ domates geliri elde etmektedirler. Domates gelirini önemli derecede etkileyen değişkenlerden 5. si işletmecinin yaşı olup 9. ve 10. Alt dallara ayrılmaktadır. 9. alt dalda 46.6 ve daha küçük yaştaki işletmeciler 6 adet olup dekara 2915.000 ± 669.980 \$ domates geliri elde ederken 10. alt dalda 14 adet işletmeci 2262.429 ± 524.729 \$ gelir elde etmektedirler. 7. alt dal yeniden işletmecinin eğitim düzeyi değişkeni ile 11. ve 12. alt dallara ayrılmış olup 11. alt dalda ortaokul ve lise eğitimine sahip işletmeciler 2415.286 ± 530.454 \$/da domates geliri elde ederken 12. alt dalda okuryazar ve ilkökul düzeyinde eğitimli işletmeciler 1993.667 ± 422.920 \$/da domates geliri elde etmektedirler. 12. alt dal ise fide sayısına göre 13. ve 14. alt dallara ayrılmışlardır. 13 alt dalda dekara 1225 ve daha az sayıda fide diken 9 işletme 1725.000 ± 380.481 \$/da ve 14. alt dalda yer alan 6 işletme 2246.667 ± 270.646 \$/da domates geliri elde etmektedirler. 8. 9. 10. ve 11. alt dallar terminal node olup diğer alt dallara ayrılmamaktadırlar.



Şekil. 2. Domates geliri CRT algoritmasına ait karar ağacı diyagramı

Veri madenciliği ve Regresyon karar ağacı analizi ile ilgili farklı alanlarda yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Yılmaz (2017) hayvancılıkta kullanılan farklı veri madenciliği algoritmalarını karşılaştırmış, Aksu ve Doğan (2019) veri madenciliğinde kullanılan karar ağaçlarının karşılaştırmışlar ve karar ağaçlarının benzer ve farklı yönlerini oraya koymuşlar, İrmak ve Ercan (2019) karar ağaçları kullanarak Türkiye hane halkı zeytinyağı tüketimi görünümünü belirlemişler, Tuminçin ve ark. (2019) veri madenciliğinde karar ağacı algoritmasını incelemişler, Kadirhanoğulları ve ark. (2021) Karar ağacı algoritmaları ile organik ürün tüketici tercihlerini belirlemişler, Kılıç ve Turhan (2022) organik gıda tüketim davranışlarına etki eden faktörlerin CHAID algoritması ile incelemişler, Özer ve ark. (2022) veri madenciliği ile akıllı tarımda veri analizi ile ürün tahmini yapmışlar, karar ağaçları ile ilgili bu benzeri birçok çalışma yapılmasına karşın bitkisel üretimde kârlılık ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sonunda veri madenciliği ve regresyon karar ağacı analizinin diğer alanlarda olduğu gibi bitkisel üretimde gelir ve kârlılık çalışmalarında kullanılabilmesi ortaya konulmuştur. Domates üretiminde en uygun girdi miktarının kullanılmaması ürün gelirini düşürmekte, tarım üreticisinin kazancının azalmasına sebep olmaktadır. Diğer taraftan üretimin yetiştirme tekniklerine uygun yapılması ürün gelirini artırmaktadır. Çalışmada Iğdır'da domates üreten işletmecilerin gelirlerini artırabilmeleri için yetiştirme teknikleri ile ilgili bazı noktalara dikkat etmeleri gerektiği ortaya çıkmıştır. Üreticilerin domates gelirlerini artırabilmeleri için öncelikle dekara 1378 adetten daha fazla domates fidesi dikmeleri gerekmektedir. Daha sonra dekara 69.5 kg'dan daha fazla kimyasal gübre uygulamaları domates gelirini artıracaktır. Eğitim düzeyinin artması ile kârlılık arttığından üreticilere domates üretimi ve yetiştirme teknikleri konusunda eğitimler verilmesi önerilebilir. Sulama sayısı domates gelirini etkileyen diğer önemli değişken olduğundan ve daha fazla gelire sahip işletmeler 8 den fazla sulama yaptıklarından gerekirse demonstrasyon çalışmaları ile üreticilerin dekara 8 defadan fazla sulama yapmaları sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Aksu, G. & Doğan, N. (2019). Comparison of Decision Trees Used in Data Mining. Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi, 9(4), 1183-1208.
- Albayrak, A.S. & Yılmaz, Ş.K. (2009). Veri Madenciliği: Karar Ağacı Algoritmaları ve İMKB Verileri Üzerine Bir Uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14(1), 31-52.
- Birant, D. (2011). Comparison of Decision Tree Algorithms for Predicting Potential Air Pollutant Emissions with Data Mining Models. Journal of Environmental Informatics, 17(1), 46-53.
- Bhowmik, D., Sampath Kumar K.P., Paswan, S. & Srivastava, S. (2012). Tomato-A Natural Medicine and Its Health Benefits. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 1 (1), 33-43.
- FAO, 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> 04.01.2024.
- Fiza, S., İmran, S. & Tanweer, A. (2020). Thermal Processing and Lycopene Content of Tomatoes- A Public Health Perspective. Nurture, 14(1), 12-18.

- Gehrke, J., 2003. Decision Trees. The Handbook of Data Mining. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, London, 149-175, 2003.
- Gutierrez, E. E.V. (2018). An Overview of Recent Studies of Tomato (*Solanum lycopersicum* spp) from a Social, Biochemical and Genetic Perspective on Quality Parameters. Swedish University of Agricultural Sciences. Alnarp-Sweden. 8 pp.
- Irmak, S. & Ercan, U. (2017). Karar Ağaçları Kullanılarak Türkiye Hanehalkı Zeytinyağı Tüketimi Görünümünün Belirlenmesi. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, Cilt 13, Sayı 3.
- Kadirhanoğulları, İ.H., Karadaş, K., Özger, Ö. & Konu Kadirhanoğulları, M. (2021). Karar Ağacı Algoritmaları ile Organik Ürün Tüketici Tercihlerinin Belirlenmesi: Iğdır İli Örneği. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi. 31(1), 188-196.
- Karadaş, K. & Güler, F. (2021). Domates Üreten İşletmelerin Sosyo-Ekonomik Özellikleri: Iğdır İli Örneği. Atatürk Üniv. J. of Agricultural Faculty, 52 (1), 27-35.
- Keskin, G. & Gül, U. (2004). Domates. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü T.E.A.E-Bakış, Sayı:5, Nüsha:13, Ankara.
- Kılıç, T.M. & Turhan, Ş. (2022). Organik Gıda Tüketim Davranışlarına Etki Eden Faktörlerin CHAID Algoritması ile incelenmesi. Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi, 27, 26-35
- Maimon, O. & Rokache, L. (2010). Classification Trees. Data Mining and Knowledge Discovery Handbook. Springer, New York, A.B.D., 149-175.
- Muratore, G., Rizzo, V., Licciardello, F. & Maccarone, E. (2008). Partial dehydration of cherry tomato at different temperature and nutritional quality of the products. Sezione Tecnologie Agroalimentari, Dipartimento di Ortifloro-Arbicoltura eTecnologie Agroalimentari (DOFATA), University of Catania, Via S. Sofia, 98-95,123 Catania, Italy. Food Chemistry,111, 887-891.
- Navarro-González, I., García-Alonso, J. & Periago, M.J. (2018). Bioactive Compounds of Tomato: Cancer Chemo Preventive Effects and Influence on the transcriptome in Hepatocytes. Journal of Functional Foods, 42, 271-280.
- Onan, A. (2014). Şirket İflaslarının Tahmin Edilmesinde Karar Ağacı Algoritmalarının Karşılaştırmalı Başarım Analizi. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 8(1), 9-19.
- Özer, B., Kuş, S. & Yıldız, O. (2022). Veri Madenciliği Yöntemleri İle Tarımsal Veri Analizi: Bir Akıllı Tarım Sistemi Önerisi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 10(4), 1417 – 1429.
- Özger, Ö. & Karadaş, K. (2022). Determination of Buffalo Milk Production Cost: The Case of Iğdır Province. J. Anim. Prod, 63(2), 91-96.
- Shashikalabai, D., Kumar, K.A., Mavarkar, N.S., Basavarajnak, T. & Pradeep, S. (2016). Tomato-Processing and Consumption: Emerging Health Benefits. International Journal of Tropical Agriculture. 34(3), 639-643.
- Sönmez, K., & Ellialtıoğlu, Ş.Ş. (2014). Domates, karotenoidler ve bunları etkileyen faktörler üzerine bir inceleme. Derim, 31 (2):107-130.
- Sun, J. & Hui, L.I. (2008). Data Mining Method for Listed Companies, Financial Distress Prediction. Knowledge-Based Systems, 21, No. 1.
- Tanambell, H., Bishop, K.S. & Quek, SY. (2020). Tangerie tomatoes: origin, biochemistry, potential health benefits and future prospects. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 1-12.
- <https://www.tandfonline.com/doi/epub/10.1080/10408398.2020.1775172?needAccess=true>
- Tapiero, H., Townsend, D.M. & Tew, K.D. (2004). The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. Biomedicine and Pharmacotherapy, 58, 100-110.
- TCMB, (2023). Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Döviz Kurları. https://www.tcmb.gov.tr/kurlar/kurlar_tr.html 11.02.2024
- TÜİK, (2022a). Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri.

<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> 04.01.2023

TÜİK (2022b). Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Ürün Fiyatları ve Üretim Değeri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Urun-Fiyatlari-ve-Uretim-Degeri-2021-45506> 04.06.2023

Tuminçin, F., AYTEKİN, A. & AYAZ, A. (2019). Veri Madenciliğinde Karar Ağacı Algoritması. SADAB 5th International Social Research and Behavioral Sciences Symposium October 11-12, 2019 / Tbilisi, Georgia. s, 350-356.

Türe, M., Tokatlı, F. & Kurt, İ. (2008). Using Kaplan Meier Analysis Together With Decision Tree Methods (C&RT, CHAID, QUEST, C4.5 and ID3) In Determining Recurrence-Free Survival of Breast Cancer Patients. Expert Systems With Applications, Article in Press, 2008

Yamane, T. (2010). Temel Örnekleme Yöntemleri. Gazi Üniv. Fen-Edebiyat Fak. İstatistik Bölümü Literatür Yayınları, No.53, 116 s. İstanbul.

Yılmaz, M. (2017). Hayvancılıkta Kullanılan Farklı Veri Madenciliği Algoritmalarının Karşılaştırılması. Iğdır Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi Zootekni Anabilim Dalı. Iğdır. s.40.

Zhao, Y. & Zhang, Y. (2008). Comparison of Decision Tree Methods for Finding Active Objects. Advances in Space Research, 41(12), 1955-1959.

**ELEKTROEĞİRME YÖNTEMİNİN BİYOAKTİF FİLM ÜRETİMİNDE
KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI**

**INVESTIGATION OF THE USE OF ELECTROSPINNING TECHNIQUE TO
PRODUCE BIOACTIVE FILM**

Işıl KAAN

Akdeniz University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Antalya,
Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-5761-8679>

Firuze ERGİN ZEREN

Akdeniz University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Antalya,
Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9751-1020>

Ahmet KÜÇÜKÇETİN

Akdeniz University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Antalya,
Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0132-1581>

ABSTRACT

Electrospinning is a technique used to produce micrometer and nanometer scale fibers from natural and synthetic polymers. The electrospinning technique is conducted in a high-voltage electric field at room temperature with atmospheric conditions to obtain a fiber with higher surface-to-volume ratio, tunable porosity, and the easily processable structure than traditional fibers. Fibers produced by electrospinning are preferred as films for food packaging due to their different functional properties. Bioactive films are created by integrating bioactive compounds such as polyphenols, vitamins, minerals, omega-3 fatty acids, antioxidants, antimicrobial substances, bioactive proteins or peptides, and probiotics with nanofibers using the electrospinning technique. Bioactive films are used to improve the quality and safety of foods, prevent oxidation, control microbial growth, extend shelf life, improve sensory properties, increase nutritional value, and develop various sensors. In this study, it is aimed to give information about the use of electrospinning technique to produce bioactive films.

Bioactive films are produced by electrospinning technique using various essential oils (cinnamon, mint, thyme, clove, and lavender), plant proteins (zein, soy, gluten, pea) and animal proteins (casein, gelatin, keratin, chitosan, egg white) have antibacterial, antifungal and antioxidant properties were determined. To preserve the viability of probiotics such as *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus paracasei* in production of film, parameters of the electrospinning technique have been optimized. The calorimetric films containing natural colorants (curcumin, quercetin, phycocyanin) can be obtained by electrospinning technique and these films can be used as active and smart food packaging materials as pH sensors.

Natural polymers have good biocompatibility and biodegradability but poor spinnability. Synthetic polymers such as polyvinyl alcohol and polyethylene oxide are generally preferred in order to produce high quality films by electrospinning technique. New strategies need to be developed to produce high-quality bioactive films using natural polymers. In addition, more research is needed on the effectiveness of bioactive films produced by electrospinning method on the shelf life of foods.

Keywords: Electrospinning, bioactive film, nanofibres.

ÖZET

Elektroçirime, doğal ve sentetik polimerler kullanılarak mikrometre ve nanometre ölçeğinde liflerin üretmek için kullanılan bir yöntemdir. Elektroçirime yöntemiyle, geleneksel liflere göre daha yüksek yüzey-hacim oranına, gözenekliliğe ve kolay işlenebilen yapıya sahip lifler atmosferik koşullar altında oda sıcaklığında ve yüksek voltajlı bir elektrik alanda elde edilebilmektedir. Elektroçirime ile üretilen lifler farklı işlevsel özellikleri nedeniyle film olarak gıda ambalajı olarak tercih edilebilmektedir. Elektroçirime yöntemiyle polifenoller, vitaminler, mineraller, omega-3-yağ asitleri, antioksidanlar, antimikrobiyal maddeler, biyoaktif proteinler veya peptitler, probiyotikler vb. gibi biyoaktif bileşiklerin nanoliflerle entegre edilmesiyle biyoaktif filmler oluşturulmaktadır. Biyoaktif filmler gıdaların kalitesini ve güvenliğini arttırmak, oksidasyonu önlemek, mikrobiyal gelişmeyi kontrol etmek, raf ömrünü uzatmak, duyuşal özellikleri iyileştirmek, besin değerini arttırmak ve çeşitli sensörleri geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu çalışmada biyoaktif film üretmek için elektroçirime yönteminin kullanması ile ilgili bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Elektroçirime yöntemi ile çeşitli esansiyel yağlar (tarçın, nane, kekik, karanfil ve lavanta), bitkisel (zein, soya, gluten, bezelye) ve hayvansal (kazein, jelatin, keratin, kitosan, yumurta akı) proteinler kullanılarak üretilen biyoaktif filmlerin antibakteriyel, antifungal ve antioksidan özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus paracasei* gibi probiyotiklerin canlılığını korumak için film üretiminde elektroçirime yönteminin değişkenleri optimize edilmiştir. Elektroçirime yöntemiyle doğal renk maddelerini (kurkimin, kuersetin, fikosiyanin) içeren kalorimetrik filmlerin elde edilebildiği ve bu filmlerin pH sensörü olarak aktif ve akıllı gıda ambalaj malzemesi olarak kullanıldığı saptanmıştır.

Doğal polimerler biyoyumluluk ve biyolojik olarak bozunabilirlik açısından iyi olsa da eğrilme kabiliyetleri zayıftır. Elektroçirime yöntemiyle yüksek kaliteli film üretebilmek için genellikle polivinil alkol, polietilen oksit gibi sentetik polimerler tercih edilmektedir. Elektroçirime yöntemiyle doğal polimerlerin kullanılarak kaliteli biyoaktif filmlerin üretilebilmesi için yeni stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca elektroçirime yöntemiyle üretilen biyoaktif filmlerin gıdaların raf ömürleri üzerindeki etkinlikleri konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Elektroçirime, biyoaktif film, nanolif

GİRİŞ

Günümüzde dünya nüfusunun ve buna bağlı olarak uluslararası ticaret hacminin artmasıyla birlikte gıdaların taze, sağlıklı ve bulaş olmaksızın güvenli şekilde tüketiciye ulaşması büyük önem kazanmıştır. Birçok gıda taşınmaları sırasında mikrobiyolojik ve fiziksel olarak zarar görmektedir. Söz konusu durumu en aza indirerek, gıdaların kalitelerinde azalma olmaksızın raf ömürlerinin uzatılmasında ambalajlama önemli rol oynamaktadır. Gıdaların besin değerlerinin korunması, mikrobiyal bulaşın engellenerek gıda kaybının en aza indirilmesi doğru ambalaj materyalinin kullanımı ile ilişkilendirilmektedir (Sameen vd. 2022). Ambalaj materyalinin yanı sıra ambalaj içindeki atmosferin düzenlenmesi, gıdadaki mikrobiyolojik gelişmenin biyoaktif bileşenlerin kullanımıyla engellenmesi ve istenmeyen bileşiklerin tutulması gibi stratejilerde gıdanın raf ömrünü uzatabilmektedir. Ambalaj materyali olarak kullanılan polimerler ile biyoaktif bileşenlerin bir araya getirilmesiyle aktif ambalaj materyalleri elde edilmektedir. Film yapısında aktif ambalaj materyali üretiminde kullanılan geleneksel yöntemler (derin daldırma, püskürtme, ekstrüzyon gibi) biyoaktif bileşenlerde bozulmaya neden olabilecek yüksek sıcaklık değerlerine ihtiyaç duymakta ve karmaşık hazırlama işlemlerini içermektedir (Zhang vd. 2023). Elektroeğirme, yüksek voltaj elektrostatik alan altında oda sıcaklığında uygulanabilen, biyoaktif bileşenlerin özelliklerinin korunarak biyoaktif film üretiminde kullanılan bir yöntemdir.

Elektroeğirme Yöntemi

Elektroeğirme yönteminin 1900 yılında John F Cooley tarafından elektrik alan içerisinde sıvıların dağıtılabilmesi amacıyla dört farklı tip dolaylı olarak şarj edilmiş başlık (geleneksel, koaksiyel, hava destekli ve dönen dağıtıcı) için patent almasıyla sanayileşmeye başladığı düşünülmektedir. Elektroeğirme yöntemi ile ilk nanolif üretimi selüloz asetat, dikloroetan ve etanol çözeltisi kullanılarak 1936 yılında Charles L. Norton tarafından gerçekleştirilmiştir. Geoffrey Ingram Taylor 1964 ve 1966 yılları arasında elektrik alan içinde su damlalarının hareketini inceleyerek elektroeğirme yöntemi için ‘Taylor konisi’nin temelini oluşturan zayıf dielektrik modelini oluşturmuştur. Elmarco firması dünyada ilk kez elektroeğirme cihazını (Nanospider) endüstriyel nanolif üretimi için kullanmıştır. Sonraki yıllarda başta biyomedikal olmak üzere birçok alanda elektroeğirme yöntemi yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Guo vd. 2022).

Elektroeğirme düzeneği temel olarak yüksek voltaj sağlayıcısı, püskürtücü iğne ve toplayıcıdan oluşmaktadır. Kapiler püskürtücüye yüksek voltaj uygulandığında iğne ucundaki polimer çözelti damlası elektrostatik kuvvet ile yüklenmektedir. Elektrostatik kuvvet çözeltinin yüzey gerilimine eşit olduğunda damlacık yarım küre şeklinden Taylor konisi adı verilen koni şekline dönüşmektedir. Elektrostatik kuvvet yüzey geriliminden büyük olduğunda çözelti yüzey gerilimini yenmekte ve jetler halinde atış gerçekleşmektedir. İşlem sonucunda elde edilen lifler toplayıcıdan alınmaktadır (Cleeton vd. 2019).

Günümüze kadar elektroeğirme yöntemiyle birçok inorganik (silikon, metal oksitler, karbon nanotüpler, grafen oksitler) ve organik (sentetik polimerlerden polilaktik asit, poliviilalkol, polietilenterefitalat; doğal polimerlerden selüloz ve türevleri, kitosan, jelatin, nişasta, kolojen, pululan) materyaller ve karışımları nanometreden mikrometreye kadar değişen boyutlarda nanolif üretiminde kullanılmıştır (Guo vd. 2022). Elektroeğirme ile üretilen lifler farklı işlevsel özellikleri nedeniyle film olarak gıda ambalajı olarak tercih edilebilmektedir.

Biyoaktif film üretimi

Elektroegirme yöntemiyle polifenoller, vitaminler, mineraller, omega-3-yağ asitleri, antioksidanlar, antimikrobiyal maddeler, biyoaktif proteinler veya peptitler, probiyotikler vb. gibi biyoaktif bileşikler içeren biyoaktif filmler elde edilebilmektedir. Elektroegirme yöntemiyle elde edilen filmler biyoaktif bileşenlerin ışık, oksijen ve su gibi olumsuz çevresel faktörlerden korunmasını, kontrollü salınımlarını, kötü tat ve kokularının baskılanmasını, denatürasyon ve bozunmalarının engellenmesini sağlamaktadır (Coelho vd. 2021). Biyoaktif filmler gıdaların kalitesini ve güvenliğini arttırmak, oksidasyonu önlemek, mikrobiyal gelişmeyi kontrol etmek, raf ömrünü uzatmak, duyuşal özellikleri iyileştirmek, besin değerini arttırmak ve çeşitli sensörleri geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır (Zhang vd. 2020).

Elektroegirme ile film üretiminde esansiyel yağlar biyoaktif bileşik olarak kullanılabilir. Tablo 1 incelendiğinde nane yağı, papatya yağı, kekik yağı, okaliptüs yağı, arbutin ve tarçın yağları ile farklı polimerler kullanılarak üretilen filmlerin *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis* ve *Escherichia coli* gibi bakterilere karşı antibakteriyel etki gösterebildiği ortaya konulmuştur.

Tablo 1. Biyoaktif bileşik olarak esansiyel yağların kullanılmasıyla üretilen biyoaktif filmler

Polimer Matris	Biyoaktif bileşik	Elektroegirme Parametreleri	Ana bulgular	Kaynak
Jelatin	Nane ve papatya yağı	Akış hızı: 0,3 mL/saat Voltaj: 15 kV Toplayıcı mesafesi: 10 cm	Nane yağı içeren filmlerin <i>Escherichia coli</i> ve <i>Staphylococcus aureus</i> 'a karşı sırasıyla 2.0 ve 3.0 log azalma gösterdiği belirlenmiştir. Papatya yağı içeren filmlerin ise söz konusu bakterilere karşı sırasıyla 2.0 ve 1.5 log birimlik azalma gösterdiği saptanmıştır.	Tang vd. 2019
Kitosan/ Polikaprolakton	Kekik yağı	Akış hızı: 0,1 mL/saat Voltaj: 18 kV Toplayıcı mesafesi: 15 cm	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Salmonella enteritidis</i> ve <i>Escherichia coli</i> bakterilerinin canlılığında %40-53 oranında azalma olduğu ve 96 saat sonunda kekik yağının %45 oranında salındığı tespit edilmiştir.	Ardekani ve Hosseini 2019
β -siklodekstrin/ Zein	Okaliptüs yağı	Akış hızı: 1 mL/saat Voltaj: 10 kV Toplayıcı mesafesi: 15 cm	<i>Listeria monocytogenes</i> ve <i>Staphylococcus aureus</i> 'un canlılığını sırasıyla %28.5 - %24.3 oranında azalttığı saptanmıştır.	Antunes vd. 2017

PVA/ β -siklodekstrin	Arbutin yağı	Akış hızı: 0,5 mL/saat Voltaj: 20 kV Toplayıcı mesafesi: 12 cm	Aspergillus flavus ve Penicillium'a karşı %90 oranında antifungal etki sağladığı belirlenmiştir.	Zhang vd. 2022
β -siklodekstrin/ PVA	Tarçın yağı	Akış hızı: 0,2-0,6 mL/saat Voltaj: 13-17 kV Toplayıcı mesafesi: 12-16 cm	Tarçın yağının Staphylococcus aureus ve Escherichia coli'ye karşı antimikrobiyel etkisi için minimum inhibisyon konsantrasyonu ve minimum bakterisidal konsantrasyonunun sırasıyla 0.9-1 mg/mL ve 7-8 mg/mL olduğu belirlenmiştir	Wen vd. 2016

PVA: Polivinil alkol

Elektroçirme yöntemiyle farklı polimerler kullanılarak üretilen filmlerle protein ve enzimlerin kontrollü salınımları gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca enzimlerin filmler içerisine immobilizasyonlarının sağlanmasıyla aktivitelerini koruyabildikleri bildirilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Biyoaktif bileşik olarak protein ve enzimlerin kullanılmasıyla üretilen biyoaktif filmler

Polimer matris	Protein/Enzim	Elektroçirme Parametreleri	Ana bulgular	Kaynak
Kitosan/Aljinat/ POE*	İnek serum albümin	Akış hızı: 0.28-0.25 mL/saat Voltaj: 17 kV Toplayıcı mesafesi: 14 cm	İnek serum albümininin 16 saat sonunda %75 oranında salındığı saptanmıştır.	Wen vd. 2019
Kitosan/ Polivinil alkol	Balıktan saflaştırılmış antioksidan peptit	Akış hızı: 0.2 mL/saat Voltaj: 15 kV Toplayıcı mesafesi: 15 cm	Balıktan saflaştırılmış antioksidan peptitin 10. saat sonunda %31 oranında salınım gösterdiği ve elde edilen filmlerin antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir.	Hosseinin vd. 2019
Selüloz triasetat/ Selüloz asetat	Bromelain	Akış hızı: 4 mL/saat Voltaj: 25 kV Toplayıcı mesafesi:10	Bromelainin film üzerine başarılı bir şekilde immobilizasyonu sağlanmış ve 3 gün	de Melo Brites vd. 2020

		cm	içerisinde tam salınım gösterdiği saptanmıştır.	
PVA*	Fisin	Akış hızı: 0.5 mL/saat Voltaj: 20 kV Toplayıcı mesafesi:10 cm	İmmobilize fisinin aktivitesini %92 oranında koruduğu belirlenmiştir.	Mercado vd. 2018
PVA	Papain	Akış hızı: 0.6 mL/saat Voltaj: 20 kV Toplayıcı mesafesi:15 cm	İmmobilize papain %88 oranında aktivite sağlamış ve 14 günlük depolama süresince aktivitesinin %40'ını koruduğu tespit edilmiştir.	Moreno-Cortez vd. 2015
PVA/Kitosan/Çay özü	Glikoz oksidaz	Akış hızı: 0.1-0.3 mL/saat Voltaj: 15-18 kV Toplayıcı mesafesi:12 cm	İmmobilize glikoz oksidaz %68 oranında aktivite gösterdiği ve Staphylococcus aureus'un 40 dakika içerisinde inhibisyonunun sağlandığı saptanmıştır.	Ge vd. 2012
PVA/Kitosan	Lipaz	Akış hızı: 1 mL/saat Voltaj: 20 kV Toplayıcı mesafesi: 10 cm	İmmobilize lipazın %49.8 oranında aktivitesini koruduğu belirlenmiştir.	Huang vd. 2007

*POE: Polioksietilen, PVA: Polivinil alkol

Probiyotikler, vücuda yeterli miktarda alındığı zaman konakçıda ishal ve kabızlık gibi bağırsak sorunlarını azaltma, patojen inhibisyonunu sağlama, kolesterolü düşürme, bağışıklık sistemini düzenleme, laktoz intoleransı ve alerjik belirtileri azaltma gibi sağlığa yararlı etkiler sağlayan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır (Çanga ve Dudak 2021). Probiyotik mikroorganizmaların sağlıkla ilgili faydalarını gösterebilmeleri için kullanıldıkları ürünlerde raf ömrü sonuna kadar canlılıklarını sürdürmeleri gerekmektedir. Ekstrüzyon, emülsiyon ve püskürterek kurutma yöntemlerle probiyotik mikroorganizmaların kapsülasyonu gerçekleştirilebilmekte ve böylelikle canlılıkları korunabilmektedir (Feng vd. 2018). Yapılan çalışmalar elektroğirme yönteminin de probiyotik mikroorganizmaların film içine hapsedilmesiyle canlılıklarının korunduğunu ortaya koymaktadır (Tablo 3).

Tablo 3. Biyoaktif bileşik olarak probiyotik mikroorganizmaların kullanılmasıyla üretilen biyoaktif filmler

Polimer Matris	Biyoaktif bileşik	Elektroçizme Parametreleri	Ana bulgular	Kaynak
*PVA/Pektin	Lactobacillus rhamnosus	Akış hızı: 0.3 mL/saat Voltaj: 17 kV Toplayıcı mesafesi: 17 cm	Lactobacillus rhamnosus'un 21 günlük depolama sonucu canlılığını %84.63 oranında koruduğu belirlenmiştir.	Xu vd. 2022
PVA/Kitosan	Bifidobacterium animalis BB-12	Akış hızı: 0.1 mL/saat Voltaj: 18 kV Toplayıcı mesafesi: 15 cm	Üretilen filmlerin Escherichia coli ve Staphylococcus aureus'a karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği saptanmıştır.	Mojaveri vd. 2020
*PEO	Lactobacillus plantarum	Akış hızı: 0.4 mL/saat Voltaj: 15 kV Toplayıcı mesafesi:15 cm	Lactobacillus plantarum'un 30 dakika sonunda %99'unun salındığı tespit edilmiştir.	Şkrlec vd. 2019
PVA/selüloz asetat	Eshcherichia coli Nissle 1917	Akış hızı: 1.0/0.4 mL/saat Voltaj: 25 kV Toplayıcı mesafesi:8 cm	Eshcherichia coli Nissle'nin biyoaktif film içerisinde canlılığının koruduğu saptanmıştır.	Çanga ve Budak 2021

*PVA: Polivinil alkol, POE: Polioksietilen

SONUÇ ve TARTIŞMA

Yapılan araştırmalar sonucu biyoaktif filmlerin elektroçizme yöntemiyle üretilbileceği gösterilmiştir. Doğal polimerler biyoyumurluluk ve biyolojik olarak bozunabilirlik açısından iyi olsa da eğilme kabiliyetleri zayıftır. Elektroçizme yöntemiyle yüksek kaliteli film üretebilmek için genellikle polivinil alkol, polietilen oksit gibi sentetik polimerler tercih edilmektedir. Elektroçizme yöntemiyle doğal polimerlerin kullanılarak kaliteli biyoaktif filmlerin üretilmesi için yeni stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca elektroçizme yöntemiyle üretilen biyoaktif filmlerin gıdaların raf ömürleri üzerindeki etkinlikleri konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

Ardekani-Zadeh, A.H., & Hosseini, S.F. (2019). Electrospun essential oil-doped chitosan/poly (ϵ -caprolactone) hybrid nanofibrous mats for antimicrobial food biopackaging exploits. Carbohydrate Polymers, 223, 115108.

- Cleeton, C., Keirouz, A., Chen, X., & Radacsi, N. (2019). Electrospun nanofibers for drug delivery and biosensing. *ACS Biomaterials Science & Engineering*, 5(9), 4183-4205. <https://doi.org/10.1021/acsbomaterials.9b00853>
- Coelho, S.C., Estevinho, B.N., & Rocha, F. (2021). Encapsulation in food industry with emerging electrohydrodynamic techniques: Electrospinning and electrospraying—A review. *Food Chemistry*, 339, 127850.
- Cui, H., Bai, M., Li, C., Liu, R., & Lin, L. (2018). Fabrication of chitosan nanofibers containing tea tree oil liposomes against *Salmonella* spp. in chicken. *LWT*, 96, 671-678.
- Çanga, E.M., & Dudak, F.C. (2021). Improved digestive stability of probiotics encapsulated within poly (vinyl alcohol)/cellulose acetate hybrid fibers. *Carbohydrate polymers*, 264, 117990.
- de Melo Brites, M., Cerón, A. A., Costa, S. M., Oliveira, R. C., Ferraz, H. G., Catalani, L. H., & Costa, S. A. (2020). Bromelain immobilization in cellulose triacetate nanofiber membranes from sugarcane bagasse by electrospinning technique. *Enzyme and Microbial Technology*, 132, 109384.
- Antunes, M.D., da Silva Dannenberg, G., Fiorentini, Â. M., Pinto, V. Z., Lim, L. T., da Rosa Zavareze, E., & Dias, A. R. G. (2017). Antimicrobial electrospun ultrafine fibers from zein containing eucalyptus essential oil/cyclodextrin inclusion complex. *International Journal of Biological Macromolecules*, 104, 874-882.
- Ge vd. 2012/ Ge, L., Zhao, Y. S., Mo, T., Li, J. R., & Li, P. (2012). Immobilization of glucose oxidase in electrospun nanofibrous membranes for food preservation. *Food Control*, 26(1), 188-193.
- Göksen vd. 2020/ Göksen, G., Fabra, M.J., Ekiz, H.I., & López-Rubio, A. (2020). Phytochemical-loaded electrospun nanofibers as novel active edible films: Characterization and antibacterial efficiency in cheese slices. *Food Control*, 112, 107133.
- Guo, Y., Wang, X., Shen, Y., Dong, K., Shen, L., & Alzabal, A.A.A. (2022). Research progress, models and simulation of electrospinning technology: A review. *Journal of Materials Science*, 1-47. <https://doi.org/10.1007/s10853-021-06575-w>
- Feng, K., Zhai, M. Y., Zhang, Y., Linhardt, R. J., Zong, M. H., Li, L., & Wu, H. (2018). Improved viability and thermal stability of the probiotics encapsulated in a novel electrospun fiber mat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(41), 10890-10897.
- Hosseini, S.F., Nahvi, Z., & Zandi, M. (2019). Antioxidant peptide-loaded electrospun chitosan/poly (vinyl alcohol) nanofibrous mat intended for food biopackaging purposes. *Food Hydrocolloids*, 89, 637-648.
- Huang, X.J., Ge, D., & Xu, Z.K. (2007). Preparation and characterization of stable chitosan nanofibrous membrane for lipase immobilization. *European Polymer Journal*, 43(9), 3710-3718.
- Rojas-Mercado, A.S., Moreno-Cortez, I.E., Lucio-Porto, R., & Pavón, L.L. (2018). Encapsulation and immobilization of ficin extract in electrospun polymeric nanofibers. *International Journal of Biological Macromolecules*, 118, 2287-2295.
- Mojaveri vd. 2020/ Mojaveri, S.J., Hosseini, S.F., & Gharsallaoui, A. (2020). Viability improvement of *Bifidobacterium animalis* Bb12 by encapsulation in chitosan/poly (vinyl alcohol) hybrid electrospun fiber mats. *Carbohydrate Polymers*, 241, 116278.
- Moreno-Cortez, I.E., Romero-García, J., González-González, V., García-Gutierrez, D.I., Garza-Navarro, M.A., & Cruz-Silva, R. (2015). Encapsulation and immobilization of papain in electrospun nanofibrous membranes of PVA cross-linked with glutaraldehyde vapor. *Materials Science and Engineering: C*, 52, 306-314.
- Najafi, Z., Cetinkaya, T., Bildik, F., Altay, F., & Yeşilçubuk, N.Ş. (2022). Nanoencapsulation of saffron (*Crocus sativus* L.) extract in zein nanofibers and their application for the preservation of sea bass fillets. *LWT*, 163, 113588.

- Sameen, D.E., Ahmed, S., Lu, R., Li, R., Dai, J., Qin, W., & Liu, Y. (2022). Electrospun nanofibers food packaging: Trends and applications in food systems. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(22), 6238-6251. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1899128>
- Škrlec, K., Zupančič, Š., Mihevc, S. P., Kocbek, P., Kristl, J., & Berlec, A. (2019). Development of electrospun nanofibers that enable high loading and long-term viability of probiotics. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 136, 108-119.
- Soto, K.M., Hernández-Iturriaga, M., Loarca-Piña, G., Luna-Bárceñas, G., & Mendoza, S. (2019). Antimicrobial effect of nisin electrospun amaranth: Pullulan nanofibers in apple juice and fresh cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 295, 25-32.
- Tang, Y., Zhou, Y., Lan, X., Huang, D., Luo, T., Ji, J., & Wang, W. (2019). Electrospun gelatin nanofibers encapsulated with peppermint and chamomile essential oils as potential edible packaging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(8), 2227-2234.
- Wen, P., Zhu, D.H., Wu, H., Zong, M.H., Jing, Y.R., & Han, S.Y. (2016). Encapsulation of cinnamon essential oil in electrospun nanofibrous film for active food packaging. *Food Control*, 59, 366-376.
- Wen, P., Feng, K., Yang, H., Huang, X., Zong, M. H., Lou, W.Y., & Wu, H. (2017). Electrospun core-shell structured nanofilm as a novel colon-specific delivery system for protein. *Carbohydrate polymers*, 169, 157-166.
- Xu, C., Ma, J., Wang, W., Liu, Z., Gu, L., Qian, S., & Jiang, Z. (2022). Preparation of pectin-based nanofibers encapsulating *Lactobacillus rhamnosus* 1.0320 by electrospinning. *Food Hydrocolloids*, 124, 107216.
- Yilmaz, A., Bozkurt, F., Cicek, P. K., Dertli, E., Durak, M. Z., & Yilmaz, M. T. (2016). A novel antifungal surface-coating application to limit postharvest decay on coated apples: Molecular, thermal and morphological properties of electrospun zein-nanofiber mats loaded with curcumin. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 37, 74-83.
- Zhang, H., Zhang, C., Wang, X., Huang, Y., Xiao, M., Hu, Y., & Zhang, J. (2022). Antifungal electrospinning nanofiber film incorporated with *Zanthoxylum bungeanum* essential oil for strawberry and sweet cherry preservation. *LWT*, 169, 113992.
- Zhang, C., Li, Y., Wang, P., & Zhang, H. (2020). Electrospinning of nanofibers: Potentials and perspectives for active food packaging. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(2), 479-502.
- Zhang, Y., Min, T., Zhao, Y., Cheng, C., Yin, H., & Yue, J. (2024). The developments and trends of electrospinning active food packaging: A review and bibliometrics analysis. *Food Control*, 110291. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110291>

NON-MEAT INGREDIENTS IN RESTRUCTURED MEAT PRODUCTS: SUSTAINABLE ALTERNATIVES AND INNOVATIVE APPROACHES

Fatmanur TURGUT

Ege University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Izmir, Turkey

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4334-0358>

Prof. Dr. Fatma Meltem SERDAROĞLU

Ege University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Izmir, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1589-971X>

ABSTRACT

Meat products that are ready to eat or cook are gaining popularity among consumers, according to the present trends in meat consumption. The meat industry is attempting to develop novel product formulations that differ from its standard offerings to reduce energy, simplify preparation, extend shelf life, enhance flavor, and offer consumers more affordable options. Restructuring technology can meet the growing need for this convenience while also improving the texture, fat content, binding strength, and form of products. Restructuring is the process of utilizing natural proteins to bind or keep small pieces of meat together to produce a meat product that resembles roast and steak. During the process for small/trimmed meat products of low economic value, binders such as microbial transglutaminase, alginate, salt, or phosphate, are utilized to ensure adhesion. The flavor, color, and other functional properties of the meat product can be enhanced by adding non-meat ingredients to formulations such as dietary fiber, plant-derived antioxidants, non-meat proteins, or lipids, etc. Non-meat ingredients in the product formulations not only provide binding effects, but can also reduce formulation costs, bind excess water in the structure, and offer consumers a way to incorporate beneficial compounds into their regular diet. Walnuts as antioxidants, inulin as dietary fiber, olive oil as fat, and proteins like soy and sodium caseinate are examples of non-meat ingredients used in restructured meat products. Considering environmental, economic, and social factors, this approach provides an optimistic outlook for the widespread acceptance of these products in the future.

Keywords: Restructured Meat; Functional Foods; Non-Meat Ingredients

INTRODUCTION

Meat is a natural food source that is high in nutrients and energy that people use to meet their needs. It also provides high-value proteins, omega-3 fatty acids, various fats, minerals, and vitamins to a diet, making it a healthy and balanced meal (Arshad, 2018). However, consuming excessive amounts of meat and meat products is typically linked to high energy and fat intake, raising the risk of obesity and chronic illnesses like type 2 diabetes and cardiovascular disease (Kopčėková et al., 2020).

Meat products go through numerous processing procedures, the majority of which are industrial or household, and this can cause oxidation of proteins and lipids. According to recent reports, there is a possibility that the existence of reactions in meat systems could impact not only the technological or sensory qualities of meat but also the public's health and safety when consuming it (Estévez, 2011).

People are likely to continue to favor animal products since they account for over 60% of total lipids, 70% of saturated fats, and 100% of total dietary cholesterol in the industrialized world. Therefore, it is essential from a strategic standpoint that animal products be created or altered to lower dietary risks and give consumers the chance to include useful components in their daily meals (Kumar et al., 2013).

People tend to prefer foods that are perceived as less processed or more natural in accordance with current trends. This inclination is supported by the increasing consumer awareness regarding synthetic content and the desire for components obtained more naturally from sustainable sources (Inguglia et al., 2023).

For any food to be called "functional," it must meet three fundamental requirements: It is effective in controlling the daily diet, especially in lowering the risk of disease in humans, since it is 1) generated from naturally existing components, 2) it can be ingested as part of the diet, and 3) it contributes to specific physiological processes (Zhang et al., 2010; Mireles-Arriaga et al., 2017). Meat products can contribute to excellent matrices for functional foods as they are highly nutritious by nature, appeal to a variety of consumer types, and can be made into anything from trimmed items to minimally processed products (Grasso et al., 2014).

There are several advantages to adding non-meat ingredients to meat products. These components enhance the product's flavor, color, and other functional and textural qualities. They include dietary fibers, proteins from diverse sources, different kinds of lipids, and antioxidants. Non-meat proteins (of plant, animal, or microbiological origin) are used as an alternative to meat proteins for a number of reasons, including composition, affordability, sustainability, and benefits. Moreover, using non-meat ingredients may reduce costs without affecting the quality of meat products (Owusu-Ansah et al., 2022; Rocchetti et al., 2023).

Functional components that boost a product's customer acceptability should be a part of healthier food. Development of affordable and useful meat products is therefore necessary. Innovative restructuring technology is one such strategy that offers the benefits of ease of preparation and economic production (Sharma et al., 2014). These products are produced at a low cost in the meat industry and at the same time, they have become economically preferable as well as satisfying consumer demands for healthier alternatives. Their advantages include being simple to prepare, being produced using a variety of production methods, having sensory properties like increased tenderness, juiciness, and flavor, low fat content, and being formulated with functional ingredients (Serdaroğlu and Kerimoğlu, 2023).

The term "restructuring" describes a set of techniques used to disassemble meat either completely or partially and then reassemble the parts into a cohesive mass that resembles a whole muscle (Pearson and Gillet, 1996; Farouk., 2010). In order to produce restructured products, myofibrillar proteins are extracted by mixing, tumbling, or massaging that bind meat pieces together (adhesion). The meat finally takes on a form that allows it to be sliced into small fragments or flakes as the parts bond together to form a cohesive structure (Serdaroğlu and Kerimoğlu, 2023).

In structuring procedures, two distinct, conventional technologies are utilized: hot-set binding systems (salt/phosphate technology) and cold-set binding systems (chemical binding). The process of making restructured meat products without using heat is known as cold-set binding system. It eliminates the requirement for phosphate and salt by using binding agents such as fibrinogen, transglutaminase, and alginate (Gadekar et al., 2015; Ramírez et al., 2011; Serdaroğlu and Öztürk, 2017; Santhi et al., 2017; Saengsuk et al., 2021; Patel et al., 2023).

Restructured meat products have many benefits for both consumers and the meat industry, but they also have drawbacks such as poor binding, inability to hold onto water in the meat structure, lower consumer acceptance due to high levels of saturated fat, and accelerated oxidation of proteins and lipids during storage that affect texture and color (Mireles-Arriaga et al., 2017; Gupta and Sharma, 2023). Product formulations that use non-meat proteins to increase binding strength, improve the fat profile by substituting healthy fats, add dietary fiber to retain water in the structure, and supplement with antioxidants to extend shelf life can all be used to formulate restructured meat products that fit into the functional product class and effectively address current issues.

In the light of these information's, the aim of this review is to provide a comprehensive understanding of the integration of non-meat ingredients into the restructured meat products and their processing methods; not only to be in line with consumer preferences but also to guide the development of the technological characteristics of the restructured meat products.

USE OF NON-MEAT INGREDIENTS IN RESTRUCTURED MEATS

In the design of restructured meat-based functional food products;

- Modern production processes seek to increase product variety,
- Optimize formulations,
- Improve sensory and technological properties,
- Increase storage time by extending shelf life,
- Ensure cost-effectiveness and preserve the essential raw material components (Barsolyuk and Verbytskyi, 2023).

All of these variables must be carefully considered while developing restructured meat products. Specifically, when using ingredients such as salt and synthetic antioxidants, it is necessary to evaluate the possible negative consequences of these synthetic components. In this context, to meet consumer desires and develop health-focused products, emphasis is placed on the use of natural and healthy alternatives that can mitigate these negative effects, such as dietary fibers, antioxidants, and non-meat proteins. This strategic approach is critical for improving the techno-functional qualities of restructured meat products and meeting the needs of health-conscious consumers.

DIETARY FIBER

Dietary fiber is utilized in the preparation of meat products due to its ability to retain water, reduce cooking loss, and provide a neutral flavor. Dietary fibers isolated from various plants exhibit a variety of functional properties, including solubility, viscosity, gel-forming ability, water binding capacity, fat adsorption capacity, and mineral and organic molecule binding capacity, all of which play an important role in determining the overall quality and characteristics of meat products (Tunland and Meyer, 2002; Biswas et al., 2011).

Dietary fiber can bind water by a variety of processes, including polar and hydrophobic interactions, hydrogen bonding, and enclosure. These interactions can cause substantial changes in the surrounding water, changing its structure and solvation properties (Chaplin,

2003). In addition, the fiber serves as an extender, binder, and fat substitute in the production of different meat products, which lowers the cost of the formulation (Mehta et al., 2015). The incorporation of new substances capable of causing chemical or structural changes, such as carbohydrates, can have an even greater impact on the stability of quality parameters (Cifuentes-Galindres et al., 2024).

Table 1 lists restructured meats that have been enhanced with dietary fiber and prepared for various uses. The incorporation of different sources of dietary fiber into restructured meat products has shown variable outcomes in relation to multiple aspects like water activity, shear strength, oxidation levels, water retention capacity, and shelf life. These potential benefits could enhance the physicochemical and sensory characteristics of the products while also enhancing their nutritional value (Table 1).

Table 1. Recent studies on restructured meat products using dietary fiber.

Product	Fiber	Impact	References
Restructured goat meat	Chitosan and inulin	<ul style="list-style-type: none"> The addition of dietary fibers had no effect on water activity. Chitosan and inulin-containing samples showed significantly lower shear force values. Inulin and chitosan did not significantly impact the sensory qualities. 	(Gadekar et al., 2017)
Restructured ham-like	Chia seed	<ul style="list-style-type: none"> Decrease in lipid and protein oxidation. Enhances not only physicochemical and sensory characteristics but also adds nutritional value to restructured ham-like products. 	(Ding et al., 2018)
Restructured buffalo meat	Barley and maize pea hull powder and wheat bran	<ul style="list-style-type: none"> Improved water-holding capacity in functional product. Can be safely stored in the refrigerator for at least 21 days in aerobic conditions. 	(Ahmad et al., 2021)
Restructured meat loaf	Apple, pea, and oat fiber and inulin	<ul style="list-style-type: none"> All dietary fibers reduced cooking loss and increased the retention of water capacity in meat loaves throughout their shelf life. The malonaldehyde contents for all treatments were low, and it's possible that this prevented rancid perception even if the TBARS 	(Ribeiro et al., 2023)

values for the apple fiber and pea fiber treatments increased.

<p>Restructured beef steaks</p>	<p>Digestion-resistant maltodextrin</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Decreasing lipid oxidation as the content of fiber increases. • In line with the rise in dietary fiber, contributing to daily reference values. 	<p>(Cifuentes-Galindres et al., 2024)</p>
--	---	--	---

NON-MEAT PROTEINS

Many researchers have been involved in the development and utilization of restructured meat products, and they typically note that binding is a major concern (Sharma et al., 2014). Proteins obtained from diverse plant and animal sources possess potential value as binders in meat products that have undergone restructuring (Hong et al., 2006). Non-meat proteins can be incorporated into restructured meat products by combining plant or animal-based components with certain properties such as gelling ability and water retention. This results in products with better texture and nutritional value.

Non-meat proteins bind and hold water molecules, particularly since they are hydrophilic (water-soluble), increasing the products' water-holding capacity and improving texture (Day et al., 2022). Plant proteins are extensively used in a variety of foods, mostly due to their nutritional value and their ability to function both physiologically and technologically. Various protein sources such as those from peas, rice, lentils, and pumpkin seeds, among others are becoming more and more popular. They are generally free of allergens and genetic alteration, are considered to be more environmentally friendly than soy, and can be processed to have a clean label, plant proteins—such as those from peas, rice, lentils, and pumpkin seeds, among others—are becoming more and more popular (Baugreet et al., 2018b; Patel et al., 2023).

Improved fat binding, textural qualities, and stability (reduced processing shrinkage and cooking losses) of cooked meats are achieved with the inclusion of milk protein components, particularly whey protein. Utilizing these exogenous proteins in restructured products can increase yield while enhancing binding strength, firmness, and sliceability (Dutra et al., 2012).

Table 2 shows that various protein sources can significantly improve the stability, nutritional value, and quality of meat products that have been restructured. Numerous benefits have been identified by studies looking at how various protein sources affect restructured meat products. Sources of protein include texturized soy protein, rice protein, lentil flour, pea protein isolate, and whey protein concentrate. Stronger bonds can form, product yields can increase, and sensory qualities can be enhanced by increasing the amount of commercial binders (transglutaminase, fibrinogen etc.) and protein content, according to these studies.

Table 2. Recent studies on restructured meat products using non-meat proteins.

Product	Protein	Impact	References
Restructured beef steaks	Pea protein isolate, rice protein and lentil flour	<ul style="list-style-type: none">• The commercial binder produced a better bind in combination with protein ingredients.• Addition of rice protein and pea protein isolate enhanced protein content.	(Baugreet et al., 2018b)
Restructured meat slices from spent hen	Texturized soy protein	<ul style="list-style-type: none">• High product yields.• Increased protein content.• Higher binding ability.	(Gupta and Sharma, 2023)
Restructured buffalo meat	Whey protein concentrates	<ul style="list-style-type: none">• Improved the textural characteristics, instrumental color, and sensory scores.• Enhanced the meat protein–milk protein gel network.	(Bhaskar Reddy et al., 2023)

ANTIOXIDANT

Lipid oxidation and color instability are major problems with restructured meat products that are the main obstacle to consumer acceptability (Sun, 2009). Restructuring has the potential to seriously disrupt the structure of cellular disruption, which makes it easier for prooxidants and unsaturated fatty acids to come into contact, producing free radicals and accelerating the oxidative reaction (Kerry et al., 2002).

Lipid and protein oxidation is the main reason of deterioration in restructured meat products. It is caused by compositional changes brought about by the presence of air, salts, and non-meat ingredients. Antioxidants and oxygen access restrictions are the most widely used methods of preventing lipid oxidation (Serdaroğlu and Kerimoğlu, 2023). When added to food, antioxidants aid to prevent or delay lipid oxidation, which reduces rancidity, delays the production of toxic oxidation products, preserves nutritional value, and extends the shelf life of food products (Haskar Reddy et al., 2015).

The substantial phenolic content in novel antioxidants—especially those sourced from natural sources of plant origin—makes them an excellent substitute for synthetic antioxidants, which is why restructured products favor them and maintain the clean label concept. The use of natural antioxidants in restructured meat products provides valuable information on the potential to enhance shelf life without increasing undesirable oxidative changes. The results in the table indicate that adding natural antioxidants to restructured meats could be a promising method (Table 3).

Table 3. Recent studies on restructured meat products using antioxidants.

Product	Antioxidant	Impact	References
Restructured beef steak	Walnuts	<ul style="list-style-type: none">Walnuts added to the restructured product's level of α-tocopherol, γ-tocopherol, and δ-tocopherol, which boosted its antioxidant effect.	(Serrano et al., 2006)
Restructured buffalo meat steaks	Mousambi peel powder and amla powder	<ul style="list-style-type: none">As storage times prolonged TBARS values increased, but at the end of storage, they stayed below the threshold of 1 mg malonaldehyde/kg.	(Kandeepan et al., 2015).
Restructured tilapia products	Achachairu fruit	<ul style="list-style-type: none">Inhibiting lipid oxidation during storage was more successful when applied at 4%.	(Tomè et al., 2021)
Restructured spent hen meat nuggets	Chia mucilage-based edible film	<ul style="list-style-type: none">Mucilage-based edible film did not prevent or delay the oxidation of nuggets but at the end of storage, they stayed below the threshold of 1 mg malonaldehyde/kg.	(Çelik and Sarıçoban, 2023)

CONCLUSIONS

Studies emphasize the need of strategically using plant and animal-derived ingredients, as well as including antioxidants, dietary fiber, and non-meat proteins into the manufacture of functional meat products. This technique has the potential to increase the techno-functional features of functional meat products while also providing health-conscious consumers with antioxidant-supplemented options that are high in dietary fiber and non-meat protein. While non-meat ingredients are frequently discarded as food waste after processing, they are increasingly helping to promote sustainability when included into functional meat products. It can also give consumers with superior cost-effective meat product alternatives by supplying a broader spectrum of nutrients than conventional meat products. Future research should investigate the use of the previously mentioned non-meat ingredients in various meat products, particularly beef, pork, chicken, and fish, to determine the appropriate formulation for improving their technological and sensory properties, as well as increasing their digestibility and nutritional value.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors are thankful to Ege University Scientific Research Projects Coordination under project number 29559 for their financial support.

REFERENCES

- Ahmad, S. R., Sharma, B. D., Irshad, A., Kumar, R. R., Malav, O. P., & Talukder, S. (2021). Effect of aerobic storage conditions on the quality of functional restructured buffalo meat fillets enriched with natural sources of dietary fibers and antioxidant components. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1), e15072.
- Arshad, M. S. (Ed.). (2018). *Meat science and nutrition*, BoD–Books on Demand.
- Baugreet, S., Kerry, J. P., Allen, P., Gallagher, E., & Hamill, R. M. (2018b). Physicochemical characteristics of protein-enriched restructured beef steaks with phosphates, transglutaminase, and elasticised package forming. *Journal of Food Quality*, 2018.
- Baugreet, S., Kerry, J. P., Brodkorb, A., Gomez, C., Auty, M., Allen, P., & Hamill, R. M. (2018a). Optimisation of plant protein and transglutaminase content in novel beef restructured steaks for older adults by central composite design. *Meat science*, 142, 65-77.
- Bhaskar Reddy, G. R. V., Surasani, V. K. R., Amaravathi, P., Mandal, P. K., Desai, A. S., & Sen, A. R. (2023). Influence of whey protein concentrates as a novel binder on physiochemical, textural and ultrastructural properties of restructured buffalo meat slices. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(12), 6362-6371.
- Biswas, A. K., Kumar, V., Bhosle, S., Sahoo, J., & Chatli, M. K. (2011). Dietary fibers as functional ingredients in meat products and their role in human health. *International Journal of Livestock Production*, 2(4), 45-54.
- Borsolyuk, L., & Verbytskyi, S. (2023). The role of plant components in imparting functional properties to restructured meat products. *Food resources*, 11(20), 7–17.
- Çelik, İ., & Sariçoban, C. (2023). The interaction of chia mucilage-based edible film and transglutaminase enzyme on spent hen meat nuggets. *British Poultry Science*, 64(6), 710-717.
- Chaplin, M. F. (2003). Fibre and water binding. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62(1), 223-227.
- Cifuentes-Galindres, D. F., Fuenmayor, C. A., & López-Vargas, J. H. (2024). Restructured beef steaks with inclusion of digestion-resistant maltodextrin: Techno-functional characteristics, nutritional value, sensory quality, and storage stability. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 31, 100391.
- Day, L., Cakebread, J. A., & Loveday, S. M. (2022). Food proteins from animals and plants: Differences in the nutritional and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 119, 428-442.
- Ding, Y., Lin, H. W., Lin, Y. L., Yang, D. J., Yu, Y. S., Chen, J. W., ... & Chen, Y. C. (2018). Nutritional composition in the chia seed and its processing properties on restructured ham-like products. *Journal of food and drug analysis*, 26(1), 124-134.
- Estévez, M. (2011). Protein carbonyls in meat systems: A review. *Meat science*, 89(3), 259-279.
- Farouk, M. M. (2010). Restructured whole-tissue meats. *Handbook of meat processing*, 399-421.
- Gadekar, Y. P., Sharma, B. D., Shinde, A. K., & Mendiratta, S. K. (2015). Restructured meat products-production, processing and marketing: a review. *Indian Journal of Small Ruminants (The)*, 21(1), 1-12.
- Gadekar, Y. P., Sharma, B. D., Shinde, A. K., Das, A. K., & Mendiratta, S. K. (2017). Effect of incorporation of functional ingredients on quality of low fat restructured goat meat product. *Nutrition & Food Science*, 47(5), 731-740.
- Grasso, S., Brunton, N. P., Lyng, J. G., Lalor, F., & Monahan, F. J. (2014). Healthy processed meat products—Regulatory, reformulation and consumer challenges. *Trends in food science & technology*, 39(1), 4-17.

- Gupta, S., & Sharma, B. D. (2023). Effect of Texturized Soy Protein on Quality of Restructured Meat Slices from Spent Hen. *Agricultural Research*, 1-6.
- Haskar Reddy, G. V., Mandal, P. K., Sen, A. R., & Reddy, K. S. (2015). Developments in science, technology, quality and constraints of restructured meat products—a review. *International Journal of Meat Science*, 5(1), 14.
- Hong, G. P., Park, S. H., Kim, J. Y., & Min, S. G. (2006). The effects of high pressure and various binders on the physico-chemical properties of restructured pork meat. *Asian-australasian journal of animal sciences*, 19(10), 1484-1489.
- Inguglia, E. S., Song, Z., Kerry, J. P., O’Sullivan, M. G., & Hamill, R. M. (2023). Addressing Clean Label Trends in Commercial Meat Processing: Strategies, Challenges and Insights from Consumer Perspectives. *Foods*, 12(10), 2062.
- Kandeepan, G., Sharma, B. D., Mishra, B. P., Yasothai, R., & Giriprasad, R. (2015). Shelf life evaluation of functional restructured buffalo meat steaks fortified with Mousambi peel powder and Amla powder at refrigerated storage (4±1°C). *International Food Research Journal (Malaysia)*.
- Kerry, J. P., Kerry, J. F., and Ledward, D. (2002). *Meat Processing, Improvent Quality*, 1st Edn. Cambridge: Woodhead Publishing, 480.
- Kopčėková, J., Mrázová, J., Gažarová, M., & Habánová, M. (2020). Effects of meat and processed meat consumption on the lipid profile in the population with cardiovascular diseases. *Slovak Journal of Food Sciences*, 14.
- Kumar, S. U. N. I. L., Bhat, Z. F., Kumar, P. A. V. A. N., & Mandal, P. K. (2013). Functional meat and meat products. *Animal products technology*, 404-455.
- Mehta, N., Ahlawat, S. S., Sharma, D. P., & Dabur, R. S. (2015). Novel trends in development of dietary fiber rich meat products—a critical review. *Journal of food science and technology*, 52, 633-647.
- Míreles-Arriaga, A. I., Ruiz-Nieto, J. E., Juárez-Abraham, M. R., Mendoza-Carrillo, M., & Martínez-Loperena, R. (2017). Functional restructured meat: Applications of ingredients derived from plants. *Vitae*, 24(3), 196-204.
- Owusu-Ansah, P., Besiwah, E. K., Bonah, E., & Amagloh, F. K. (2022). Non-meat ingredients in meat products: A scoping review. *Applied Food Research*, 2(1), 100044.
- Patel, D., Nayak, N. K., & Chauhan, P. (2023). Recent developments in restructured meat products.
- Pearson, A. M., & Gillett, T. A. (1996). *Processed meats*. Springer Science & Business Media.
- Ramírez, J. A., Uresti, R. M., Velazquez, G., & Vázquez, M. (2011). Food hydrocolloids as additives to improve the mechanical and functional properties of fish products: A review. *Food Hydrocolloids*, 25(8), 1842-1852.
- Ribeiro, W. O., Ozaki, M. M., Dos Santos, M., Rodríguez, A. P., de Castro, R. J. S., Sato, H. H., ... & Pollonio, M. A. R. (2023). Improving the textural and nutritional properties in restructured meat loaf by adding fibers and papain designed for elderly. *Food Research International*, 165, 112539.
- Rocchetti, G., Ferronato, G., Sarv, V., Kerner, K., Venskutonis, P. R., & Lucini, L. (2023). Meat extenders from different sources as protein-rich alternatives to improve the technological properties and functional quality of meat products. *Current Opinion in Food Science*, 49, 100967.
- Saengsuk, N., Laohakunjit, N., Sanporkha, P., Kaisangsri, N., Selamassakul, O., Ratanakhanokchai, K., & Uthairatanakij, A. (2021). Physicochemical characteristics and textural parameters of restructured pork steaks hydrolysed with bromelain. *Food Chemistry*, 361, 130079.

- Santhi, D., Kalaikannan, A., Malairaj, P., & Arun Prabhu, S. (2017). Application of microbial transglutaminase in meat foods: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57(10), 2071-2076.
- Serdaroğlu, M. ve Kerimoğlu, B. (2023). Et Ürünleri Üretiminde Temel Teknolojiler ve Ürün Kalitesi, Sidas Yayınevi, İzmir, 302s.
- Serrano, A., Cofrades, S., & Jiménez-Colmenero, F. (2006). Characteristics of restructured beef steak with different proportions of walnut during frozen storage. *Meat science*, 72(1), 108-115.
- Sharma, H., Sharma, B. D., Mendiratta, S. K., Talukder, S., & Ramasamy, G. (2014). Efficacy of flaxseed flour as bind enhancing agent on the quality of extended restructured mutton chops. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 27(2), 247.
- Sun, X. D. (2009). Utilization of restructuring technology in the production of meat products: a review. *CyTA—Journal of Food*, 7(2), 153-162.
- Tomé, A. C., Alves da Silva, F., Monteiro, M. L., & Mársico, E. T. (2021). Effect of achachairu skin on the oxidative stability of mechanically separated tilapia meat and a sensory evaluation of its use in a restructured product. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 30(1), 2-15.
- Tunland, B. C., & Meyer, D. (2002). Nondigestible oligo-and polysaccharides (Dietary Fiber): their physiology and role in human health and food. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 1(3), 90-109.
- Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E. J., & Ahn, D. U. (2010). Improving functional value of meat products. *Meat science*, 86(1), 15-31.

THE EFFECT OF SOME SOIL-BORNE BENEFICIAL MICROORGANISMS ON THE DEVELOPMENT AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF *Myzus persicae* (HEMIPTERA: APHIDIDAE) MEDIATED BY PEPPER PLANT

Assist. Prof. Dr. Hilmi KARA

Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Van, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0580-0464>

Prof. Dr. Mehmet Salih ÖZGÖKÇE

Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Van, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6777-9149>

ABSTRACT

It has been determined by various studies that soil-borne beneficial microorganisms that promote plant growth increase plant productivity, protect the plant against pathogenic organisms and provide direct or plant-mediated defenses against herbivorous. In this study, it was aimed to determine the effect of some beneficial fungal agents on the table parameters of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) mediated by pepper plant. In the experiments carried out under laboratory conditions (25 ± 1 °C, $60 \pm 5\%$ RH and 16:8 hours light: dark), the roots of pepper seedlings were treated with a mixture of *Trichoderma harzianum* and various mycorrhizal agents, while in the control group, seedlings treated with pure water were left to develop in pots. After the plants developed for 4-6 weeks, the growth, reproduction and viability rate of *M. persicae* in leaf cage cells were determined on these plants. According to these data, age and period-specific life history parameters of the pest were calculated. According to the results of the analysis, the intrinsic rate of increase (r) (0.3291 and 0.3135 day⁻¹) and the finite rate of increase (λ) (1.3898 and 1.3686 day⁻¹) were statistically higher and the development time (6.47 and 7.00 days) was shorter, while the mean generation time (T) (12.86 and 13.42 days), net reproductive rate (R_0) (68.98 and 67.10 female/females/day) and adult life time (40.00 and 41.80 days) were found to be insignificant. According to the results of this study, it was determined that the mixture of beneficial *T. harzianum* and various mycorrhizal agents promoted the population dynamics of *M. persicae* compared to the control group. In the control studies to be carried out for this pest, the positive effects of using these beneficial microorganisms together in terms of plant health and their negative effects due to their pest population increasing effects should be taken into consideration. Additional studies should be carried out to further investigate the effects of the use of these microorganisms individually on plant health and the pest.

Keywords: Age and stage-specific life table, mix of Mycorrhiza+*Trichoderma harzianum*, *Myzus persicae*, pepper plant

INTRODUCTION

The green peach aphid, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) is a pest that feeds on different parts of plants by sucking plant tissue and causing significant crop loss. It also causes secondary damage by causing fumagin and acting as a vector for viruses. *Myzus persicae* is a phytophagous pest that can feed on more than 400 host plants in more than 40 families. This pest, which is distributed in different parts of the world, has been reported to cause serious losses by feeding on many plants in Türkiye (Özgökçe et al., 2018). It is possible to see the damage of this phytophagous pest in pepper production areas. Pepper is a plant of the *Capsicum* genus that can be consumed in many different ways in human nutrition, has high nutritional properties and therefore has commercial importance. While pepper production in the world exceeds 36 million tons (FAO, 2024), more than 3 million tons of production was achieved in Türkiye in 2022 (TUIK, 2024).

Resistance development problems are encountered due to the excessive and irregular use of chemical control, which is one of the first methods used in the control against *M. persicae* (Ali ve ark., 2023). In order to re-establish the disturbed natural balance, importance should be given to the use of sustainable control strategies such as integrated pest management. One of these strategies is to induce the resistance mechanisms in plants by making them healthier and stronger. They are Arbuscular Mycorrhizal Fungi and *Trichoderma* spp., which make significant contributions to plant development by colonization on the roots of plants and establishing symbiotic relationships with them. It has been determined that these fungi colonization on the roots of plants in the rhizosphere layer and improve the morphological and physiological characteristics of plants by helping plants to properly uptake macro and micro nutrients (Van Loon, 2007; Bhantana et al., 2021).

After Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) and *Trichoderma* spp. colonization in the plant roots, hormonal changes occur within the plant (Jafarbeigi et al., 2020). After these changes, the defense system in the plant's own memory is induced and becomes ready for the attack of pathogens and herbivores (Van Wees et al., 2008; El-Maraghy et al., 2021; Van Dijk, 2021). When the plant is attacked by herbivores, it goes into a state called priming (Pineda et al., 2010). Priming in plants is the rapid formation of a defensive response in the plant against external attacks (Aranega-Bou et al., 2014). It has been demonstrated in various studies that insects with biting-chewing mouthparts are negatively affected by the priming situation in the plant (Roger et al., 2013). The situation may sometimes differ in aphids with stinging-sucking mouthparts that feed on plant phloem. It has been reported that the number of aphids feeding on plants with beneficial microorganisms settled in their roots increased compared to the control plant (Eichholtzer et al., 2021; Ueda et al., 2013). In a different study, it was stated that AMF applied to plants for two different aphid populations had positive results in one of the populations and negative results in the other (Dabré et al., 2021), while another study reported that the developmental and reproductive performances of aphids fed on AMF-applied plants decreased (Tomczak and Müller, 2017).

In this study, the reproductive and growth performances of some plant growth-promoting microorganisms [*Trichoderma harzianum* and Mycorrhizal mixture (*Glomus* spp.)] against pepper plant-mediated *M. persicae* were investigated. The age-stage specific two-sex life table program was utilized to calculate raw data concerning to insect populations in the preparation of life tables.

MATERIALS AND METHODS

Pepper plant and aphid culture

The pepper plant used in the experiment is the commercially important Cömert F1 (Yüksel Tohum, Antalya) green pepper variety. Pepper plants obtained as seedlings were planted in approximately 4 liter pots in a peat: perlite mixture (2:1). Approximately 7-8 weeks were waited for the plants to reach a size where the experiment could be started. *Myzus persicae* was obtained from Van Yüzüncü Yıl University, Department of Plant Protection, Entomology laboratories. In order to break the varietal effect of aphids taken from the stock culture, they were allowed to feed on new plants for 3-4 generations. The experiments were carried out in a controlled manner under 25 ± 1 °C, $60\pm 5\%$ RH and 16:8 hours light: dark conditions.

Microorganism

20 ml solutions were prepared from *Trichoderma harzianum* (1×10^8 spores/ml) obtained from Van Yüzüncü Yıl University, Department of Plant Protection, Mycology laboratory and Mycorrhiza (*Glomus* spp.) (1×10^5 propagules/50 g) prepared by Shubhodaya (India) company. After the roots of the seedlings were immersed in these prepared solutions and the microorganisms were allowed to penetrate the roots, the seedling planting was completed. Care was taken to wait at least 4-6 weeks for the microorganisms to settle in the roots.

Life table study

The experiment was initiated by transferring newly hatched nymphs onto plants that had reached sufficient size (10-12 leaves). The transferred nymphs were placed inside leaf chambers providing a controlled environment, with dimensions of 2 cm in diameter and 2 cm in height. These chambers were constructed with one end covered with mesh and the other end in contact with the leaf, sealed with a bottom lid, thereby allowing for the feeding of aphid within. In the experiment, which was set up with 40 repetitions for control and microorganism application, the development and survival data of each individual were checked and recorded daily.

Life table analysis

Life table data were calculated according to the age-stage, two-sex life table theory (Chi and Liu, 1985; Chi, 1988) using the TWSEX-MSChart computer program (Chi, 2024). Age-stage specific survival rate (s_{xj} ; where x = age and j = stage) the age-specific survival rate (l_x), and the age-specific fecundity (m_x), as well as the population parameters (the intrinsic rate of increase (r), finite rate of increase (λ), net reproductive rate (R_0), and mean generation time (T) were estimated accordingly. All these calculations were made according to the equations given in Table 1.

Population projection

Kontrol bitkilerine kıyasla mikroorganizma uygulaması yapılan bitkilerde ortaya çıkan popülasyon büyümesinin projeksiyonu Chi (1990) tarafından geliştirilen modele göre TIMING-MSChart bilgisayar programı kullanılarak hesaplanmıştır (Chi, 2023). Bu hesaplama 10 adet yeni doğmuş nimf ile başlatılan başlangıç popülasyonunun 60 gün sonra ulaşabileceği popülasyon yapısını simule etmektedir.

The projection of population growth in plants treated with microorganisms compared to control plants was calculated using the TIMING-MSChart computer program according to the model developed by Chi (1990) (Chi, 2023). This calculation simulates the population structure that the initial population, started with 10 newborn nymphs, can reach after 60 days.

RESULTS

Development duration, survival, longevity, and fecundity of *Myzus persicae*

Development, reproduction and survival rate of *M. persicae* individuals fed on pepper plants with and without microorganism application to their roots are given in Table 2. It was determined that the development period of *M. persicae* individuals fed on plants treated with beneficial microorganisms was shorter than that of control plants ($P < 0.05$). While there was no difference in the survival time of adult individuals, the total pre-reproductive period was calculated to be shorter in microorganism application ($P < 0.05$). When the reproductive values were examined, it was found that there was no difference in the productivity value, but in terms of the number of productivity days, the number of days in which individuals fed on plants treated with microorganisms gave birth to live individuals was found to be longer compared to the control ($P < 0.05$). It was observed that all individuals in both groups completed the development period and entered the adult stage (Table 2).

The age-stage-specific survival rate (s_{xj}) is presented in Fig. 1. Due to the variable rate of development that occurs between individuals, a significant overlap in s_{xj} curves can be observed. Our results showed that aphids can survive for a long time (≈ 32 days). Oviposition of the *Myzus persicae* started at age 12 day; however, the age-specific fecundity (m_x) and net maternity ($l_x m_x$) reached the maximum level at age 19 day and decreased after age 25 day

Reproductive activity of *Myzus persicae* started on the 5th and 6th days in the control and microorganism groups, respectively. Then, age-specific reproductive ability (m_x) and net reproductive ability ($l_x m_x$) reached the highest level on the 8th day (control) and 12th day (microorganism) and then started to decrease gradually and reproductive ability ended on the 49th day in both groups (Fig. 2).

Life table parameters of *Myzus persicae*

Intrinsic rate of increase (r), finite rate of increase (λ), the net reproductive rate (R_0), and mean generation time (T) are listed in Table 2. The intrinsic rate of increase (r) (0.3291 and 0.3135 day^{-1}) and the finite rate of increase (λ) (1.3898 and 1.3686 day^{-1}) were statistically higher, while the mean generation time (T) (12.86 and 13.42 days), net reproductive rate (R_0) (68.98 and 67.10 female/females/day) were found to be insignificant.

Life expectancy and reproductive value

The age-stage-specific life expectancy (e_{xj}) (Fig. 3) showed that the shortest life expectancy of a newborn was observed in the microorganism treatment ($e_{01} = 46.48$ d), whereas the longest e_{01} was observed in the control (48.80 d). The highest value of v_{xj} in the microorganism treatment and control was observed at age 7 and 8 days, respectively (Fig. 4).

Population projection of *Myzus persicae*

The dynamics of the projected population and stage structure of *M. persicae* under microorganisms and control treatments is shown in Fig. 5. The population structure that the population, initially started with 10 I. nymph instars, can reach after 45 days is simulated. Accordingly, the population size reached by the aphids feeding on the plants where microorganism application was made (total of all periods) was determined as 9895276, while the population size reached by the control group was determined as 4646236.

DISCUSSION and CONCLUSION

At the end of the study, the microorganism complex, consisting of a mixture of *Trichoderma harzianum* and *Mikoriza*, was found to be effective in increasing the population parameters of *Myzus persicae* mediated by pepper plant.

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) play a crucial role in plant biology by forming symbiotic relationships with over 80% of terrestrial plant species (Devi et al., 2021). These fungi have been shown to have various effects on plants, including improving mineral and nutrient absorption, enhancing plant tolerance to adverse conditions, and influencing soil structure (Pratama et al., 2021). The presence of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) can lead to systemic effects in plants, even though the fungi are restricted to the roots, and can also impact primary metabolites in plant exudates, affecting interactions with other organisms like aphids (Stallmann & Schweiger, 2021). In the context of *Myzus persicae*, research has indicated that AMF can have both direct and indirect effects on aphids. For instance, interactions between AMF and foliar-feeding insects in *Plantago lanceolata* have shown that mycorrhizal plants exhibited changes in carbon/nutrient balance, leading to increased levels of carbon-based feeding deterrents. Interestingly, the response of *Myzus persicae* to mycorrhizal plants differed from that of other insects, with the aphid's performance being greater on mycorrhizal plants (Gange & West, 1994). Furthermore, positive effects of AMF on aphid growth have been observed under certain phosphorus levels, suggesting a nuanced relationship between AMF and aphids influenced by nutrient availability (Gange et al., 1999).

Trichoderma harzianum, a well-known biocontrol agent, directly interacts with plant roots, enhancing growth, disease resistance, and stress tolerance through physiological and defense modifications, potentially impacting interactions with other organisms like aphids (Hermosa et al., 2012). Studies have indicated that *T. harzianum* can have antagonistic effects on various plant pathogens, which may indirectly impact the biology of aphids like *M. persicae* (Hasan et al., 2012). Furthermore, the use of *T. harzianum* has been associated with positive effects on plant growth and defense responses, which could potentially influence the biology of aphids (Pereira et al., 2014).

Several studies show that the combination of Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and *T. harzianum* has positive effects on plant growth and pest populations. For example, Poveda et al. (2019) demonstrated that *T. harzianum* can promote growth and development in Brassicaceae plants and stimulate systemic defenses, indicating that the application of *T. harzianum* in combination with AMF could potentially enhance plant growth and defense mechanisms, indirectly impacting pest populations. Nzanza et al. (2012) found that the inoculation of tomato plants with *T. harzianum* and AMF improved plant growth and development, likely due to the production of stimulatory compounds and enhanced mineral nutrient availability.

However, in this study, it was found that the mixture of AMF and *T. harzianum* positively affected the population parameters of *M. persicae*. Studies have shown that *T. harzianum* and AMF can individually promote plant growth and development (Shoresh & Harman, 2008; Poveda et al., 2019). The combined application of these beneficial microbes may lead to synergistic effects on plant growth, resulting in healthier and more robust plants. This enhanced plant vigor could indirectly influence pest populations by creating a less favorable environment for pests. *Trichoderma harzianum* is known for its ability to stimulate systemic plant defenses (Poveda et al., 2019). By enhancing the plant's defense responses, including the production of defense-related compounds, the combination of *Trichoderma* and AMF may confer increased resistance to pests like *Myzus persicae*. Changes in the microbial community

structure may indirectly affect pest populations by altering the availability of resources or creating conditions less conducive to pest proliferation. These and other possible reasons may have caused the microorganism complex used in this study to increase the population dynamics of *M. persicae*. Of course, it is not realistic to conclude from the results of this study that the microorganism complex increased the pest population. More extensive research should be done on the reasons for this situation.

REFERENCES

- Ali, J., Bayram, A., Mukarram, M., Zhou, F., Karim, M. F., Hafez, M. M. A. & Shamsi, I. H. (2023). Peach–Potato Aphid *Myzus persicae*: Current Management Strategies, Challenges, and Proposed Solutions. *Sustainability*, 15(14), 11150.
- Aranega-Bou, P., de la O Leyva, M., Finiti, I., García-Agustín, P. ve González-Bosch, C. (2014). Priming of plant resistance by natural compounds. Hexanoic acid as a model. *Frontiers in plant science*, 5, 488.
- Bhantana, P., Rana, M. S., Sun, X. C., Moussa, M. G., Saleem, M. H., Syaifudin, M., ... & Hu, C. X. (2021). Arbuscular mycorrhizal fungi and its major role in plant growth, zinc nutrition, phosphorous regulation and phytoremediation. *Symbiosis*, 84, 19-37.
- Chi H, (2024). TWSEX-MSChart: A Computer Program for the Age-Stage, Two-Sex Life Table Analysis. National Chung Hsing University, Tai-chung, Taiwan Available: <http://140.120.197.173/Ecology/prod02.htm>
- Chi, H. (1988). Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environmental Entomology*, 17(1), 26-34.
- Chi, H. S. I. N., & Liu, H. (1985). Two new methods for the study of insect population ecology. *Bull. Inst. Zool. Acad. Sin*, 24(2), 225-240.
- Dabré, É. E., Lee, S. J., Hijri, M., & Favret, C. (2021). The effects of mycorrhizal colonization on phytophagous insects and their natural enemies in soybean fields. *Plos one*, 16(9), e0257712.
- Eichholtzer, J., Ballina-Gómez, H. S., Gómez-Tec, K., & Medina-Dzul, K. (2021). Arbuscular mycorrhizal fungi influence whitefly abundance by modifying habanero pepper tolerance to herbivory. *Arthropod-Plant Interactions*, 15(6), 861-874.
- El-Maraghy, S., Tohamy, A. ve Hussein, K. (2021). Plant protection properties of the Plant Growth-Promoting Fungi (PGPF): Mechanisms and potentiality. *Current Research in Environmental & Applied Mycology (Journal of Fungal Biology)*, 11(1), 391-415.
- FAO, 2023. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü. Dünya Biber Üretim İstatistikleri. Erişim tarihi: 27.03.2024. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>.
- Gange, A. C., Bower, E., & Brown, V. K. (1999). Positive effects of an arbuscular mycorrhizal fungus on aphid life history traits. *Oecologia*, 120(1), 123-131. <https://doi.org/10.1007/s004420050840>
- Hasan, M., Rahman, S. M. E., Kim, G., Elgorban, A. M., & Oh, D. H. (2012). Antagonistic potentiality of *Trichoderma harzianum* towards seed-borne fungal pathogens of winter wheat cv. protiva in vitro and in vivo. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22(5), 585-591. <https://doi.org/10.4014/jmb.1107.07063>
- Helena Devi, S., Bhupenchandra, I., Sinyorita, S., Chongtham, S. K., & Lamalakshmi Devi, E. (2021). Mycorrhizal Fungi and Sustainable Agriculture. *IntechOpen*. doi: 10.5772/intechopen.99262
- Hermosa, R., Viterbo, A., Chet, I., & Monte, E. (2012). Plant-beneficial effects of trichoderma and of its genes. *Microbiology*, 158(1), 17-25. <https://doi.org/10.1099/mic.0.052274-0>

- Jafarbeigi, F., Samih, M., Alaei, H. ve Shirani, H. (2020). Induced tomato resistance against *Bemisia tabaci* triggered by salicylic acid, β -Aminobutyric Acid, and *Trichoderma*. *Neotropical Entomology*, 49(3), 456-467.
- Nzanza, B., Marais, D., & Soundy, P. (2012). Response of tomato (*Solanum lycopersicum*) to nursery inoculation with *Trichoderma harzianum* and arbuscular mycorrhizal fungi under field conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 62(3), 209-215. <https://doi.org/10.1080/09064710.2011.598544>
- Özgökçe, M. S., Chi, H., Atlıhan, R., & Kara, H. (2018). Demography and population projection of *Myzus persicae* (Sulz.)(Hemiptera: Aphididae) on five pepper (*Capsicum annum* L.) cultivars. *Phytoparasitica*, 46, 153-167.
- Pereira, J. L., Queiroz, R. M. L., Charneau, S., Félix, C. R., Ricart, C. A. O., Silva, F. L. d., ... & Noronha, E. F. (2014). Analysis of *Phaseolus vulgaris* response to its association with *Trichoderma harzianum* (all-42) in the presence or absence of the phytopathogenic fungi *Rhizoctonia solani* and *Fusarium solani*. *PLoS ONE*, 9(5), e98234. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098234>
- Pineda, A., Zheng, S.-J., Van Loon, J. J., Pieterse, C. M. ve Dicke, M. (2010). Helping plants to deal with insects: the role of beneficial soil-borne microbes. *Trends in Plant Science*, 15(9), 507-514.
- Poveda, J., Hermosa, R., Monte, E., & Nicolás, C. (2019). *Trichoderma harzianum* favours the access of arbuscular mycorrhizal fungi to non-host brassicaceae roots and increases plant productivity. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48269-z>
- Pratama, A. B., Mangunwardoyo, W., Chandra, N. D., Napitupulu, T. P., Idris, I., Kanti, A., ... & Guswenrivo, I. (2021). Influence of am fungi inoculation on capsicum annum l. plant grown in microwave-sterilized media. *E3S Web of Conferences*, 306, 01057. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130601057>
- Roger, A., Getaz, M., Rasmann, S., & Sanders, I. R. (2013). Identity and combinations of arbuscular mycorrhizal fungal isolates influence plant resistance and insect preference. *Ecological Entomology*, 38(4), 330-338.
- Shoresh, M. and Harman, G. E. (2008). The molecular basis of shoot responses of maize seedlings to *Trichoderma harzianum* t22 inoculation of the root: a proteomic approach. *Plant Physiology*, 147(4), 2147-2163. <https://doi.org/10.1104/pp.108.123810>
- Stallmann, J. and Schweiger, R. (2021). Effects of arbuscular mycorrhiza on primary metabolites in phloem exudates of *Plantago major* and *Poa annua* and on a generalist aphid. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(23), 13086. <https://doi.org/10.3390/ijms222313086>
- Tomczak, V. V., & Müller, C. (2017). Influence of arbuscular mycorrhizal stage and plant age on the performance of a generalist aphid. *Journal of Insect Physiology*, 98, 258-266.
- TÜİK, 2024. Türkiye İstatistik Kurumu. Türkiye Biber Üretim Miktarı. Erişim tarihi: 27.03.2024. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>.
- Ueda, K., Tawaraya, K., Murayama, H., Sato, S., Nishizawa, T., Toyomasu, T. & Yasuda, H. (2013). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the abundance of foliar-feeding insects and their natural enemy. *Applied Entomology and Zoology*, 48, 79-85.
- Van Dijk, L. J. (2021). Interactions between plants, microbes and insects. Department of Ecology, Environment and Plant Sciences, Stockholm University.
- Van Loon, L.C., 2007. Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria. *Euro. J. Plant Pathol.* 119, 243–254. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6776-1_2.
- Van Wees, S. C., Van der Ent, S. ve Pieterse, C. M. (2008). Plant immune responses triggered by beneficial microbes. *Current Opinion in Plant Biology*, 11(4), 443-448.

Table 1. Population parameters, their definitions, and equations used in their calculations

Parameter	Definition and equations
s_{xj}	The probability that a newly hatched larvae will survive to age x and stage j (Chi & Liu, 1985). It can be calculated as $s_{xj} = \frac{n_{xj}}{n_{01}}$ where n_{xj} is the number of individuals survive to age x and stage j , n_{01} is the number of newly hatched larvae used at the beginning of life table study (Chang et al., 2016).
m_x	The mean number of eggs produced by individuals at age x . It is calculated as $m_x = \left(\sum_{j=1}^m s_{xj} f_{xj} \right) / \left(\sum_{j=1}^m s_{xj} \right)$, where m is the number of stages (Chi & Liu, 1985).
r	The population growth rate as time approaches infinity and the population reaches the stable age-stage distribution (SASD). The population size will increase at the rate of e^r per time unit. It is calculated by using the Euler-Lotka equation with age indexed from 0 (Chi & Liu, 1985; Goodman, 1982): $\sum_{x=0}^{\infty} \left(e^{-r(x+1)} \sum_{j=1}^m s_{xj} f_{xj} \right) = \sum_{x=0}^{\infty} e^{-r(x+1)} l_x m_x = 1$
λ	Finite rate of increase (λ): The population growth rate as time approaches infinity and the population reaches the stable age-stage distribution. The population size will increase at the rate of λ per time unit: $\lambda = e^r$
R_0	The total number of offspring that an average individual (including females, males, and those died in immature stage) can produce during its lifetime (Chi & Liu, 1985). It is calculated as $R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} \sum_{j=1}^m s_{xj} f_{xj} = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x$
T	It is the period that a population requires to increase to R_0 -fold of its size as time approaches infinity and the population settles down to a stable age-stage distribution. $T = \frac{\ln R_0}{r} = \frac{\ln R_0}{\ln \lambda}$

Table 2. Developmental times, longevity, reproductive period and fecundity of *M. persicae* on pepper plant with control and microorganism treatments.

	Control		Microorganisms	
	n	Mean±SE	n	Mean±SE
Nymph 1	40	1.65±0.092b	40	2.15±0.08a
Nymph 2	40	1.68±0.075a	40	1.55±0.08a
Nymph 3	40	1.90±0.09a	40	1.32±0.08b
Nymph 4	40	1.77±0.07a	40	1.45±0.08b
Preadult duration (d)	40	7.00±0.14a	40	6.47±0.10b
Adult longevity (d)	40	41.80±1.11a	40	40.00±1.14a
Total Pre-ovision Period (d)	40	7.03±0.14a	40	6.47±0.10b
Fecundity (F) (nymph/female)	40	67.10±2.35a	40	68.97±2.39a
Reproductive-days (d)	40	23.00±0.62b	40	25.55±0.8a
Survival rate	40	%100	40	%100

Table 3. Population parameters of *M. persicae* on pepper plant with control and microorganism treatments.

	Control		Microorganisms	
	n	Mean±SE	n	Mean±SE
Intrinsic rate of increase (r) (day^{-1})	40	0.3135±0.006b	40	0.3291±0.006a
Finite rate of increase (λ) (day^{-1})	40	1.3682±0.008b	40	1.3898±0.008a
Net reproductive rate (R_0) (offspring/individual)	40	67.1±2.32a	40	68.98±2.35a
The mean generation time (T) (d)	40	13.42±0.22a	40	12.86±0.21a

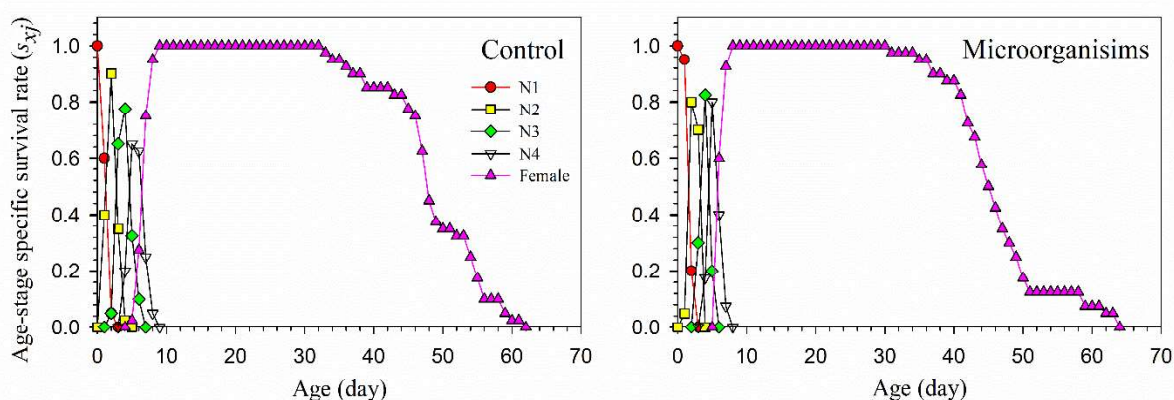


Figure 1. The age-stage specific survival rate (s_{xj}) of *M. persicae* on pepper plant with control and microorganisms treatments.

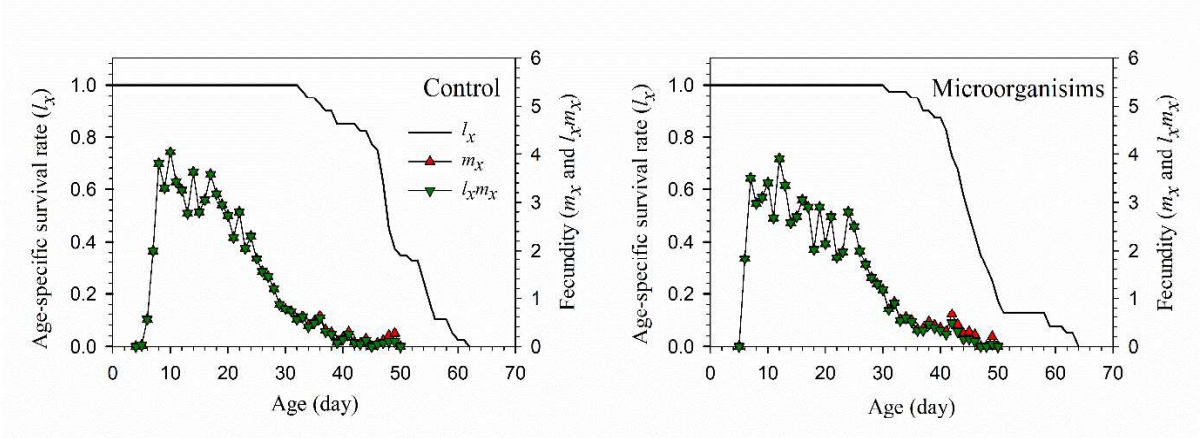


Figure 2. The age-specific survival rate (l_x), the age-specific fecundity (m_x), and the age-specific maternity ($l_x m_x$) of *M. persicae* on pepper plant with control and microorganisms treatments.

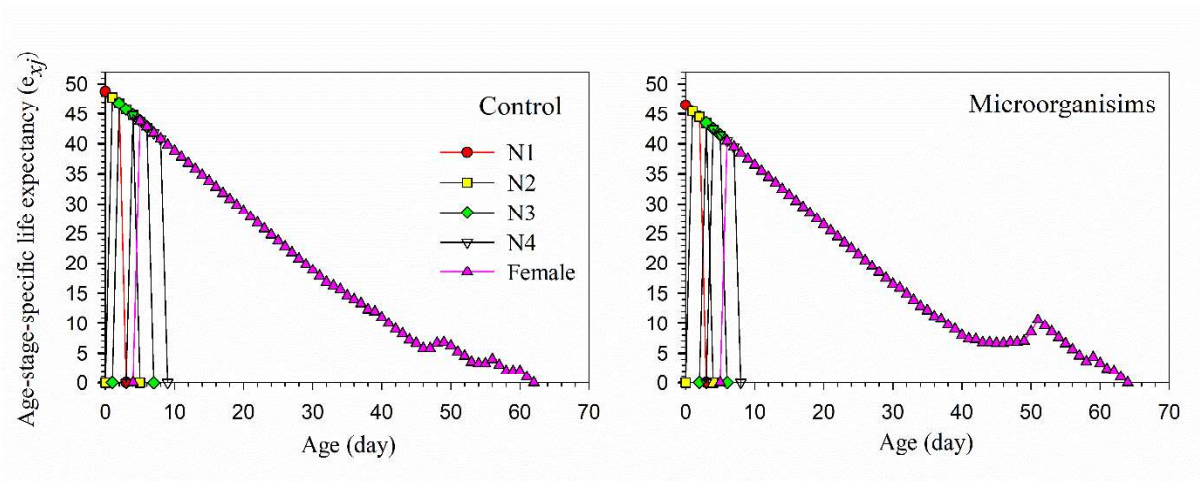


Figure 3. Age-stage specific life expectancy (e_{xj}) of *M. persicae* on pepper plant with control and microorganisms treatments.

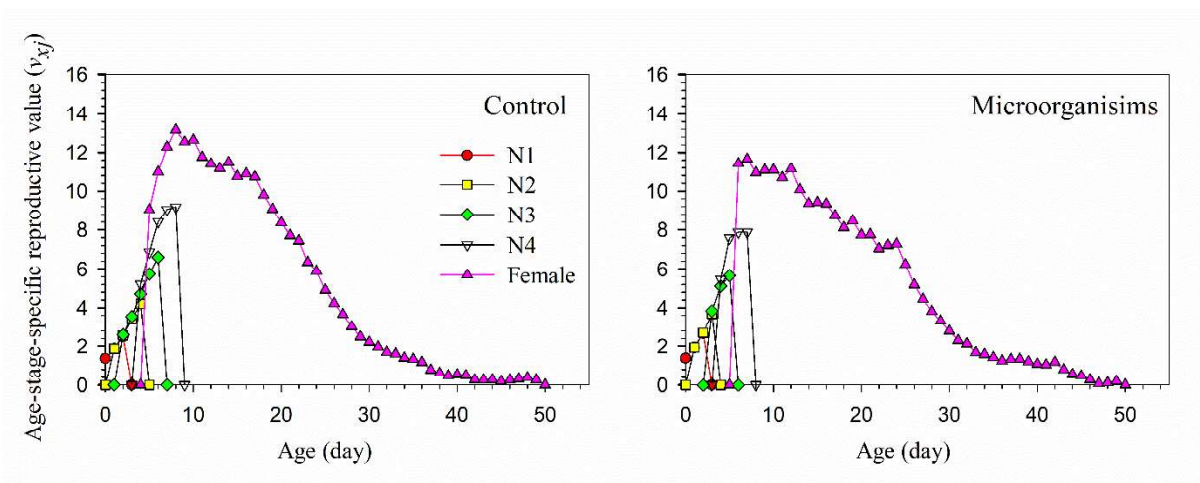


Figure 4. Age-stage specific reproductive value (v_{xj}) of *M. persicae* on pepper plant with control and microorganisms treatments.

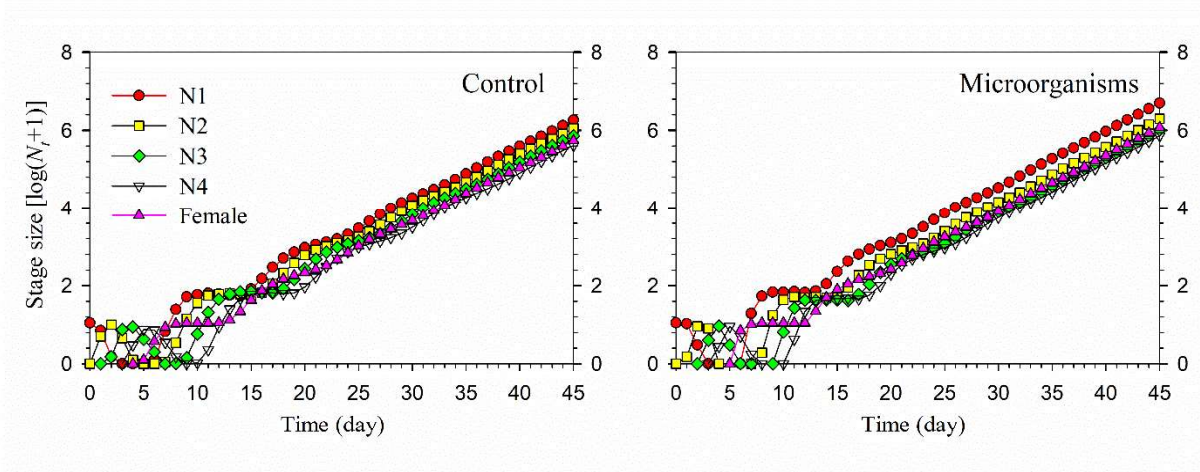


Figure 5. Population projection of *M. persicae* on pepper plant with control and microorganisms treatments.

EFFECT OF BIOCHAR TREATMENT ON TOTAL POLYPHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF ARUGULA (ERUCA VESICARIA) UNDER DEFICIT IRRIGATION WATER CONDITIONS

Assist. Prof. Dr. Özlem ÇAKMAKCI

Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, Dep. of Horticulture, Van, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6145-4442>

Assoc. Prof. Dr. Talip ÇAKMAKCI

Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering,
Van, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5815-1256>

Prof. Dr. Suat ŞENSOY

Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, Dep. of Horticulture, Van, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7129-6185>

ABSTRACT

This study aimed to determine the total polyphenol content and antioxidant capacity of arugula [via Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP), 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH radical point) and Folin-Ciocalteu Reagent (FCR) for total polyphenols] under deficit irrigation conditions. The experiment was conducted with three irrigation levels (I0; control, full irrigation-100%, I1; 75%, 25% deficit irrigation, I2; 50%, 50% deficit irrigation) and four biochars doses (B0; control no biochars-0%, B1; 1% biochars, B2; 2% biochars and B4: 4%, w/w biochars) in 36 pots with three replications according to randomized plot experimental design. At the end of the study, it was determined that the decrease in the applied irrigation water negatively affected the total antioxidant content and phenol capacity of arugula leaf extracts. Similarly, total antioxidant capacity and polyphenol content decreased with increasing biochar dosage. Total polyphenol content ranged between 15.25-46.54 mg GAE/g, total antioxidant capacity by FRAP ranged between 25.14-64.81 μ mol Trolox/g, and DPPH scavenging activity ranged between 71.68-80.53%. Under deficit irrigation water conditions, the total polyphenol content and antioxidant activity of the plant showed positive results in B1 and B2 applications of biochar. It is recommended to use soil conditioners such as biochar to reduce the water stress on the plant.

Keywords: Total polyphenol content, Soil regulator, Irrigation.

INTRODUCTION

Drought, one of the major environmental problems faced by the world, is one of the leading stress factors affecting plant growth and development (Soni et al., 2017). Especially arid and semi-arid areas are more exposed to drought due to lack of moisture and high variability in precipitation. Freshwater resources, 70% of which are currently used in agriculture, are projected to decrease significantly due to population growth and global warming (Phasinam et al., 2022). It has been reported that by 2050, global water demand will increase by 55%

(Smedley, 2017). This situation is increasing concerns about drought. Our country, located in a semi-arid climate zone, is also affected by drought caused by insufficient and irregular rainfall and rising air temperatures. Considering the available water resources and population growth rate, it is noted that Turkey will be among the water-poor countries in the 2050s and many regions will experience moderate to high levels of water shortage (Cakmakci et al., 2016; DSI, 2024).

Many factors such as increasing world population and food demand, decreasing water resources, soil erosion, low fertility, soil pollution, and salinity cause agricultural lands to become inefficient and gradually decrease. Existing problems are increasing due to global warming. Therefore, there is a need for alternative innovative agricultural practices to mitigate the effects of climate change and conserve existing water and soil resources.

In recent years, especially in countries with high agricultural potential, agricultural systems based on environmental health have come to the agenda and biochar has come to the forefront as one of these applications. The characteristics that make biochar an alternative option for improving and enhancing soil functions include high soil cation exchange capacity, adsorption capacity, organic carbon content, water retention, and nutrient retention capacity. Therefore, it is an important soil conditioner (Cakmakci et al., 2021; Yerli et al., 2022).

Plants react to abiotic stress conditions such as drought, salinity, and excessive rainfall with changes in their structure, and their growth and development are minimized (Kalefetoğlu and Ekmekçi, 2005; Cakmakci et al., 2017). The changes occurring under these abiotic stress conditions have been studied for many years. However, the desired results have not been obtained completely. New studies to understand the response of plants to drought stress and to increase stress tolerance continue to increase (Örs and Ekinci 2015).

Phenolic substances are secondary metabolites found in the structures of plants and help protect the plant by being produced in case of any external stress. These phenolic compounds found in plants are divided into two groups phenolic acids and flavonoids. Phenolic substances are also substances that are effective in the formation of the special taste and odor of fruits or vegetables. Some of the groups contained in flavonoids are responsible for the unique colors of fruits. All phenolics are also antioxidant substances (Zor, 2007; Nizamlioğlu and Nas, 2010; Cakmakci et al., 2022).

Antioxidant enzymes can be activated due to the increase in the appearance of ROS in plant cells due to adverse environmental factors and this helps the plant to adapt to changing environmental conditions (Guzel et al., 2018). Therefore, the increase in antioxidant enzyme activities of anise against drought and salinity may be an important indicator of tolerance to toxicity. Although ROS are formed in cells as a result of normal metabolism, their production and accumulation increase when the plant is exposed to stress. To control the amount of ROS under both normal and stress conditions and to protect cells from the negative effects of ROS, plants have an antioxidant defense system consisting of both enzymatic and non-enzymatic components. The synthesis and accumulation of polyphenols in plants is a response to abiotic stress conditions (Büyük et al., 2012).

In this study, it was aimed to explain plant stress mechanisms in terms of total phenol and antioxidant content by helping plant growth and development by providing high surface area biochar material to retain water under restricted irrigation conditions.

MATERIAL and METHOD

Experimental area and climate

The study was conducted in October-December 2023 in the controlled plant growth room of the Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Van Yüzüncü Yıl University. Illumination was provided during the experiment as dark/day hours (14/10). Average daily temperature and relative humidity measured inside the plant growth chamber (recorded hourly with an automatic weather station (HOBO, Campbell Scientific INC., USA) (Figure 1).

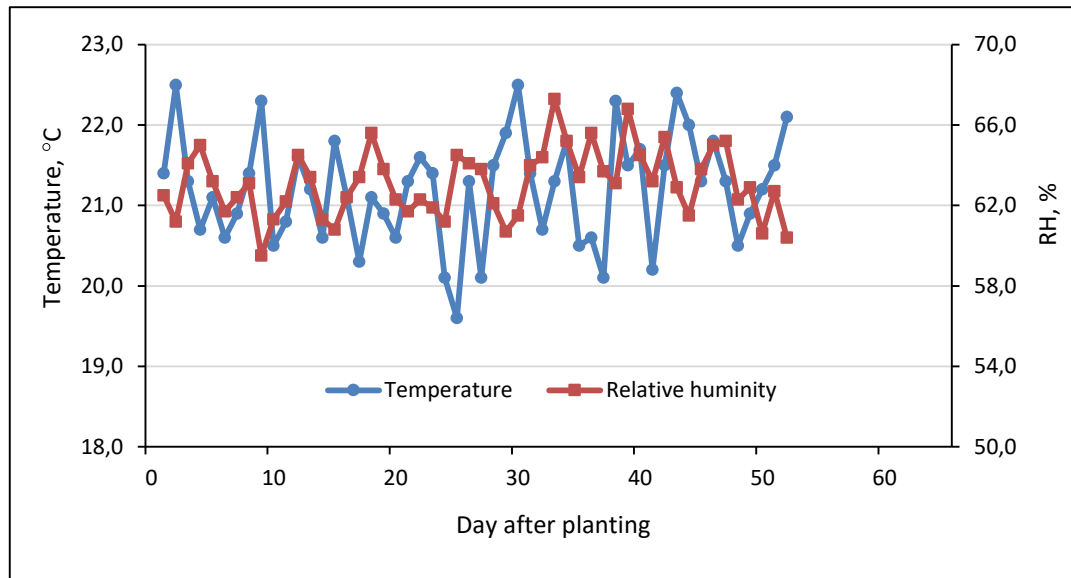


Figure 1. Temperature and humidity content of the plant growth cabinet

Plant, soil, and biochar material

In this study, the standard arugula (*Eruca vesicaria* spp.) variety was used as plant material. Arugula is a cool climate vegetable and shows optimum growth at temperatures between 15-25 °C. Arugula is a very sensitive vegetable to environmental conditions. Biochar material was obtained from a commercial company. Biochar is produced from willow tree residues. Biochar pH, total N, soil organic carbon, and cation exchange capacity values were determined as 7.95, 1.35%, 87.6 and 27.93 cmol kg⁻¹, respectively. The texture of the test soil is in the clay loam class, characterized by 40.7% sand, 33.2% clay, and 26.1% silt, and the bulk density of the soil is 1.32 g cm⁻³.

Experimental design and applications

This study was carried out by applying three irrigation levels (I0: 100% full irrigation, I1: 25% deficit irrigation, I2: 50% deficit irrigation) and four biochar amendment (B0; control no biochar-0%, B1; 1% biochar, B2; 2% biochar and B4: 4%, w/w biochar) with three replicates in total of 36 pots as randomized plot design.

Experiment setup

The soil material used in the experiment was first kept until it became air dry. The soil was cleaned from foreign materials and clods were broken up. After obtaining a homogeneous structure, the soil was sieved through a 4 mm sieve. The sieved soils were weighed into 4-liter

pots depending on the biochar treatments (Figure 2), mixed homogeneously, filled and made ready for seed sowing. Firstly, 20-25 seeds were planted in each pot, and then thinning was carried out to leave 15 plants. When the plant has 4-5 true leaves, deficit irrigation applications are beginning. Before the planned irrigations, water was applied to all pots up to the field capacity (pot capacity). The amount of irrigation water to be applied to each pot was calculated based on the volume of moisture content in the pots using a portable moisture meter (HD2 Moisture Meter, WET Sensor, Delta-T Devices, Cambridge, UK) (Figure 3). The moisture content of the pots was checked every day and irrigation was carried out when it was determined that the available moisture levels decreased by 40%.



Figure 2. Soil and biochar weighing



Figure 3. Use of HD2 in irrigation water application

Extract preparation

Three grams of fresh plant leaves were homogenized in 50 ml tubes with 10 ml of methanol. The tubes were kept in dark conditions at 4° C for 12-15 hours, then centrifuged at 7000 rpm for 20 min. The supernatants were filtered via 0.45 µm nylon syringe filters and stored at -20 °C until analysis (Figure 4).

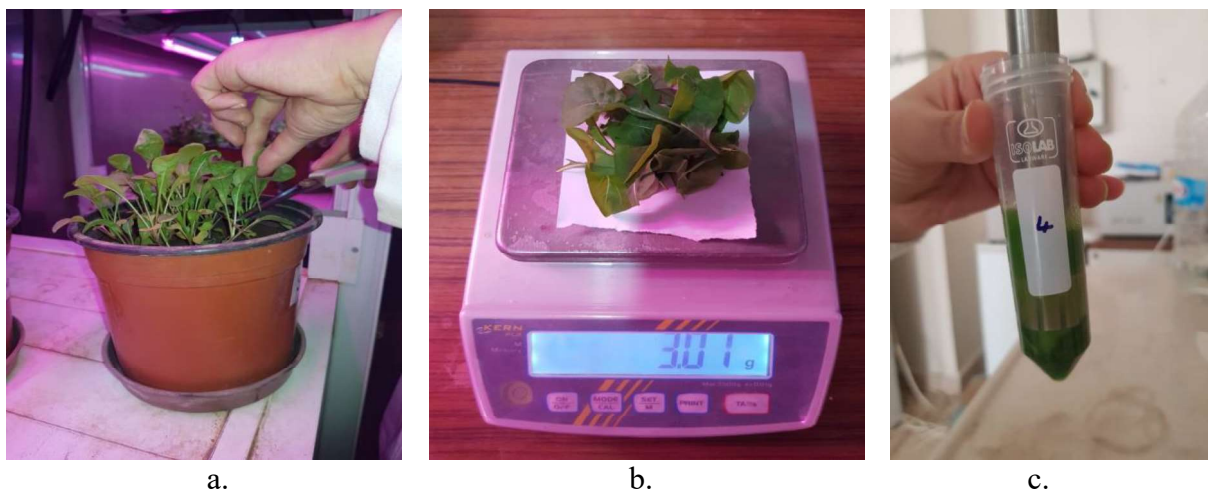


Figure 4. Plant harvesting (a), weighing of samples (b), homogenization (c)

Determination of total polyphenolic content

The Folin-Ciocalteu method (Swain and Hillis, 1959) was used to determine the total phenolic compounds of the arugula samples. For analysis, 150 μl of sample extract and 150 μl of Folin-Ciocalteu reagent were added to 15 ml tubes containing 2400 μl of distilled water. Samples were vortexed for 30-40 seconds and 300 μl of 20% Na_2CO_3 was added to the mixture. After incubating the samples at room temperature for 30 minutes, the absorbance value was measured in the dark on a spectrophotometer (Genesys™ 10S UV-Vis, Thermo Scientific, USA) at a wavelength of 725 nm. The standard curve was constructed using gallic acid standard solution (5-200 mg L^{-1} , $R^2 = 0.9985$) following the above procedure. Results were expressed as g GAE (gallic acid equivalent) kg^{-1} (Pirbalouti et al., 2015).

Determination of Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP)

FRAP analysis was performed according to the procedure of Benzie and Strain (1996). For analysis, FRAP reagent solution (TPTZ (tripirydyltriazine) and FeCl_3 (Ferric chloride) and acetate buffer) was prepared. For analysis, 2850 μl of this FRAP solution was pipetted into 10 ml tubes containing 150 μl sample extract and vortexed for 30-40 seconds. Samples were incubated in the dark and at room conditions for 30 minutes. The absorbance value was measured with a spectrophotometer at a wavelength of 593 nm. The standard curve was constructed using Trolox (25-350 μmol , $R^2 = 0.997$) standard solution following the above procedure. Results were expressed as mmol TR (Trolox) kg^{-1} according to TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity).

1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) Assay

For Radical scavenging activity in plant extracts, 0.01mM DPPH solution was prepared with methanol. Leaf extracts and DPPH solution (400 μl : 3600 μl) were mixed and incubated at 25 C for 60 minutes. The absorbance value of the sample extract was measured at a wavelength of 517 nm with a spectrophotometer (AE). As control sample (AC), DPPH solution and distilled water were used and absorbance value was measured. Radical scavenging activity was calculated according to the formula given below:

$$\% \text{ Inhibition} = [(AC - AE)/AC] \times 100$$

AC : Absorbance of the control

AE : Absorbance of plant extract

where AC is the control absorbance and AE is the absorbance value of the sample.

Statistical analysis

All data were analyzed with IBM SPSS Statistics version 21.0. One-way analysis of variance (One-way ANOVA) was performed for data comparison, and Duncan multiple comparison test was used to determine the differences between groups (Duncan, 1955).

RESULTS and DISCUSSION

In this study, changes in total polyphenol and antioxidant capacity of arugula plants were investigated by biochar application under limited irrigation conditions. Arugula is widely used in folk remedies and is well-known as a treatment for kidney diseases. It is a horticulture crop that is considered very beneficial for human health thanks to its high content of glycosides, mineral salts, and vitamin C.

The effect of deficit irrigation and biochar applications on total polyphenol content was found to be significant ($p < 0.01$). Considering the means, increasing deficit irrigation stress decreased the total polyphenol content in arugula plants. Total polyphenol content was determined to be highest in the full irrigation (I0) application. When the means of biochar applications are examined, the lowest total polyphenol content was determined in the highest biochar application (B4). However, when the values in the highest deficit irrigation application (I2) were checked, it was seen that all biochar applications were statistically in the same group (Table 1).

Table 1. Effect of deficit irrigation and biochar application to total polyphenol compound.

Treatments	B0	B1	B2	B3	Mean
I0	46.54±3.32 a**	41.85±3.53 ab	40.06±1.85 bc	30.56±6.16 d	39.75 A
I1	35.98±3.04 c	26.36±3.15 d	24.75±4.51 d	15.25±1.90 e	25.59 B
I2	26.79±0.28 d	28.21±1.72 d	28.21±0.38 d	25.56±3.17 d	27.19 B
Mean	36.44 A	32.14 B	31.01 B	23.79 C	
PI	0.000				
PB	0.000				
PI*B	0.001				

I0: 100% full irrigation, I1: 25% deficit irrigation, I2: 50% deficit irrigation, B0; control no biochar-0%,

B1; 1% biochar, B2; 2% biochar and B4: 4%, w/w biochar. **There were significant differences among the different letter(s) at $P < 0.01$ level (according to Duncan's multiple comparison test).

In the study, total polyphenol content was determined in full irrigation water application (I0) and no biochar application (B0). Total polyphenol content decreased with decreasing irrigation water. Similarly, as biochar content increased, polyphenol content decreased under full irrigation conditions. However, in B2 (50%) treatment with water restriction, folin content increased in B1 and B2 treatments compared to the control treatment. It is thought that the

high surface area of the biochar is the reason for the favorable results of biochar application under restricted conditions. With biochar, a little water retention was achieved in the soil and the plant was less exposed to water stress. Birgin (2021) reported that limited applications in tomato plants caused differences in the number of phenolic substances in the plant. In contrast to our study, Toscano et al. (2019) reported that phenolic compounds in broccoli under drought stress were high and the reason for this increase was water stress due to the increase in temperatures due to evaporation and transpiration in the plant. These differences may be due to research in different climatic conditions and plants.

Deficit irrigation practices negatively affected the Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) value. When the means of irrigation applications are examined, it is seen that the I0 application has the highest FRAP value. On the other hand, in biochar means, the highest FRAP values were determined in the control and 1% biochar applications. When the values in the 50% deficit irrigation application (I2) were checked, it was seen that biochar applications had either higher or the same level of FRAP value compared to the B0 application. It was determined that B1 and B2 applications increased the FRAP value by approximately 5% compared to the control group (Table 2).

Table 2. Effect of deficit irrigation and biochar application to Ferric Reducing Antioxidant Power

Treatments	B0	B1	B2	B3	Mean
I0	64.81±7.73 a**	62.29±3.19 ab	64.66±1.05 a	46.49±1.20 c	59.56 A
I1	60.40±4.18 ab	42.18±0.47 cd	37.27±0.96 cd	25.14±1.97 e	41.25 B
I2	39.31±3.61 cd	54.94±0.73 b	39.89±0.85 cd	38.65±0.42 cd	43.20 B
Mean	54.84 A	53.14 A	47.27 B	36.76 C	
PI	0.000				
PB	0.000				
PI*B	0.000				

I0: 100% full irrigation, I1: 25% deficit irrigation, I2: 50% deficit irrigation, B0; control no biochar-0%,

B1; 1% biochar, B2; 2% biochar and B4: 4%, w/w biochar. **There were significant differences among the different letter(s) at $P < 0.01$ level (according to Duncan's multiple comparison test).

Antioxidant content was highest in full irrigation conditions (Table 2). It showed a decrease in curtailment. When Table 2 is examined, the differences in antioxidant content between full irrigation and deficit irrigation treatments were found to be high (in B0 treatment, the difference between I0 and I2). However, with the increase in biochar dose, the differences in antioxidant content decreased in plants under water shortage conditions (B1 treatment, difference between I0 and I2). The difference between I0 and I3 was determined at the lowest level, especially in the B4 treatment, where the highest biochar dose was applied. When the results were compared, it was observed that biochar application decreased the changes in the antioxidant content of the plant. These decreases may be due to the high-water retention capacity of the biochar material.

The effect of deficit irrigation and biochar applications on radical scavenging activity (DPPH) was found to be significant ($p < 0.01$). Control irrigation application has the highest radical

screening activity. Increasing deficit irrigation practices negatively affected DPPH activity. In biochar applications, the lowest DPPH activity was detected in 4% of biochar applications. However, when the values obtained in 50% deficit irrigation applications were examined, it was seen that DPPH activity increased with increasing biochar doses (Table 3).

Table 3. Effect of deficit irrigation and biochar application to Radical scavenging activity

Treatment	B0	B1	B2	B3	Mean
I0	80,53±1,54 a**	76,40±0,51 bc	75,22±0,89 bcd	75,81±1,84 bc	76,99 A
I1	77,58±1,34 b	75,52±1,35 bcd	71,39±1,02 e	66,67±1,34 f	72,79 B
I2	66,08±2,04 f	72,86±2,22 de	74,34±0,89 cd	71,68±1,54 e	71,24 C
Mean	74,73 A	74,93 A	73,65 A	71,39 B	
PI	0.000				
PB	0.000				
PI*B	0.000				

I0: 100% full irrigation, I1: 25% deficit irrigation, I2: 50% deficit irrigation, B0; control no biochar-0%,

B1; 1% biochar, B2; 2% biochar and B4: 4%, w/w biochar. **There were significant differences among the different letter(s) at $P < 0.01$ level (according to Duncan's multiple comparison test).

The results of DPPH free radicals obtained from arugula plants with different water restrictions and biochar applications are shown in Table 3. DDPH free radical values decreased with decreasing irrigation water and increasing biochar dose. However, especially in I2 (50% curtailment irrigation) treatment, about 10% higher DDPH free radical values were obtained in biochar treatments compared to the control treatment. Similar to folin content, DDPH free radical values increased in the biochar treatments (especially B1 and B2) compared to the control. This indicates that biochar is more effective under shortage conditions. Yıldırım (2023) reported that the effect of DPPH differs according to both variety and water content. Karakaş (2016) reported that wheat was affected by water stress in his study on wheat varieties.

CONCLUSION and RECOMMENDATIONS

Under the conditions of a rapidly growing world population and global climate change, increasing food production that is resilient to harsh conditions without converting more land into agricultural land to meet food needs is crucial to sustaining our quality of life.

Plants growing under drought conditions usually produce higher concentrations of active substances that protect themselves against free radicals and reactive oxygen species and prevent damage to the photosynthetic process. In the study, deficit irrigation stress reduced total phenol and antioxidant content. Due to the high surface area of the biochar, the moisture content in the root zone of the plant increased, and therefore, total phenol and antioxidant content were less affected by water stress. Especially biochar dose was found to be more effective in 1% and 2% applications by weight.

In our country where water and fertile soil resources are inadequate, it is necessary to test soil regulators such as biochar that increase water retention in soils since the existing resources should be well protected. Therefore, it is recommended to study different doses of biochar in more plants under different soil and water shortage conditions to use water efficiently and reduce plant stress.

REFERENCES

- Benzie, I.F., & Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Ana. Biochem.* 239(1), 70-76.
- Birgin, Ö. 2021. Sera koşullarında kuraklık stresi altında yetiştirilen domates bitkisinde yapraktan kalsiyum uygulamasının etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Şırnak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şırnak, 87.
- Büyük, İ., Soydam -Aydın, S., & Aras, S. (2012). Bitkilerin Stres Koşullarına Verdiği Moleküler Cevaplar. *Turkish Bulletin of Hygiene and Experimental Biology*, 2:97-110.
- Çakmakci, T., Şahin, Ü., Kuşlu, Y., Kiziloğlu, F. M., Tüfenkçi, Ş., & Okuroğlu, M. (2016). Van ili tarım alanlarında temiz ve atık su kaynaklarının yönetimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(4), 662-667.
- Cakmakci, O., Cakmakci, T., Durak, E. D., Demir, S., Sensoy, S. (2017). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi in melon (*Cucumis melo* L.) seedling under deficit irrigation. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(12), 7513-7520.
- Çakmakci, T., Çakmakci, Ö., Şensoy, S., & Şahin, Ü. (2021). The effect of biochar application on some physical properties of pepper (*Capsicum annum* L.) in deficit irrigation conditions. In *Vth International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress, Proceeding Book* (pp. 38-44).
- Cakmakci, O., Sensoy, S., & Alan, A. R. (2022). Bioactive constituents of *Allium vineale* L. accessions from Eastern Turkey. *Scientia Horticulturae*, 303, 111203.
- DSI, (2024). Toprak ve Su Kaynakları. <https://dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754>
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, 11(1), 1-42.
- Guzel, S., Odun, U.C., Cakmakci, T., Cakmakci, O., & Sahin, U., 2018. The effect of cucumber (*Cucumis sativus*) cultivation in aquaponic and hydroponic systems on plant nutrient elements and antioxidant enzyme activity. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(1): 553-558.
- Kalefetoğlu, T., & Ekmekci, Y. (2005). The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *Gazi University Journal of Science*, 18(4), 723-740.
- Karakaş, F.P. (2016). Kavuzlu siyez (*Triticum Monococcum* ssp. *Monococcum*) ve ekmeklik (*Triticum Aestivum* L.) buğdaylarda kurak ve tuz stresinin erken fide gelişimi ve antioksidan aktivite üzerine etkisi. *Biotech Studies*, 25(1), 107-116.
- Nizamlıoğlu, N.M., & Nas, S. (2010). Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler, yapıları ve önemleri. *Gıda Tekn. Elektronik Dergisi*, 5(1):20-35
- Örs, S., & Ekinci, M. (2015). Kuraklık stresi ve bitki fizyolojisi. *Derim*, 32(2), 237-250.
- Phasinam, K., Kassanuk, T., Shinde, P.P., Thakar, C.M., Sharma, D.K., Mohiddin, M.K., & Rahmani, A.W. (2022). Application of IoT and cloud computing in automation of agriculture irrigation. *Journal of Food Quality*, 8285969.
- Pirbalouti, A.G., Ahmadzadeh, Y., & Malekpoor, F. (2015). Variation in antioxidant, and antibacterial activities and total phenolic content of the bulbs of mooseer (*A. hirtifolium* Boiss.). *Acta Agri. Slo.* 105(1), 15-22.
- Prakash, D., Singh, B.N., & Upadhyay, G. (2007). Antioxidant and free radical scavenging activities of phenols from onion (*Allium cepa*). *Food Chemistry*, 102, 1389–1393.

- Smedley, T. (2017). Dünyada Tatlı Su Kaynakları Tükeniyor Mu? BBC FutureDergisi <https://www.bbc.com/turkce/vert-fut-39646356>
- Soni, A., Kumari, P., Dhakar, S., & Kumaar, N. (2017). Mechanisms and strategies for improving drought tolerance in fruit crops. *Chem Sci Rev Lett*, 6(23), 1537- 1543.
- Swain, T., & Hillis, W.E. (1959). The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I.—The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. of the Sci. of Food and Agri.*, 10(1), 63-68.
- Tegin, I., Yabalak, E., Sadık, B., & Fidan, M. (2019). Evaluation of chemical content and radical scavenging activity of *Allium vineale* l. extract and its elemental analysis. *Rev. Roum. Chim* 64(8), 673-679.
- Toscano, S., Trivellini, A., Cocetta, G., Bulgari, R., Francini, A., Romano, D., & Ferrante, A. (2019). Effect of preharvest abiotic stresses on the accumulation of bioactive compounds in horticultural produce. *Frontiers In Plant Science*, 10, 1212.
- Yerli, C., Cakmakci, T., & Sahin, U. (2022). CO₂ emissions and their changes with H₂O emissions, soil moisture, and temperature during the wetting–drying process of the soil mixed with different biochar materials. *Journal of Water and Climate Change*, 13(12), 4273-4282.
- Yıldırım, Ş. (2023). Maydanoz sebzesinde kuraklıkta değişime uğrayan fizyolojik ve bazı biyokimyasal değişimler. Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans. Siirt.
- Zor, M. (2007). Depolamanın ayva reçelinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile antioksidan aktivitesi üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.

USE OF COTTON SSR MARKERS IN BISULFITE SEQUENCING

PAMUK SSR MARKIRLARININ BİSÜLFİT SEKANSLAMADA KULLANIMI

Assoc. Prof. Dr. Adnan AYDIN

Iğdır University, Iğdır Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology,
Iğdır, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8284-3751>

ABSTRACT

Cotton fiber is an important plant resource for our country and the world as it is the natural raw material for the textile industry. Cotton is a plant species belonging to the Malvaceae family and is reported to have more than 52 species. The genome structure is diploid and tetraploid. Although there are more than 52 species, two tetraploid species are intensively grown for fiber production. These species are *Gossypium hirsutum* and *Gossypium barbadense*. The cotton plant has a narrow genetic structure compared to most cultivated plants. Researchers are carrying out different studies to increase genetic variation. On the other hand, epigenetic differences other than genetic factors can be considered as sources of variation in plants. There are different mechanisms and methods to reveal epigenetic differences. One of these methods is bisulfite sequencing, which is used to reveal DNA cytosine methylation with high resolution. In this study, it was aimed to use SSR markers known as microsatellites in bisulfite sequencing method. Within the scope of the study, 14 EST-SSR primers producing confirmatory amplicons in both *G.hirsutum* and *G.barbadense* species were identified by appropriate PCR profile. After bisulfite reaction of these primers with the genomic DNA of a *G.hirsutum* species, PCR was performed again and primers producing amplicons of the same size were detected by Agarose Gel Electrophoresis method. After the studies, 7 of the 14 EST-SSR primers that produced amplicons in cotton genome were observed and reported to produce amplicons in genomic DNA exposed to bisulfite reaction in the same way. In this study, it was aimed to determine the primers to be used to reveal DNA cytosine methylation from epigenetic approaches to reveal variations in cotton plants with narrow genetic structure. In line with the studies and the data obtained, it was revealed that SSR primers developed in a normal way can be used in the determination of DNA cytosine methylation. In this way, the use of these primers instead of degenerate primers, which are difficult to develop in bisulfite sequencing, provides great convenience for researchers.

Key Words: EST-SSR; Epigenetic; DNA Cytosine Methylation, *Gossypium hirsutum*; *Gossypium barbadense*

ÖZET

Pamuk lifi tekstil sanayisinin doğal hammadesi olmasından dolayı ülkemiz ve dünya için önemli bir bitki kaynağıdır. Pamuk malvacea ailesine ait bir bitki türü olup 52 den fazla türü olduğu rapor edilmektedir. Genom yapısı ise diploid ve tetraploid yapıya sahiptir. 52 den fazla türü olmasına rağmen yoğun olarak iki tane tetraploid türünden lif üretimi için yetiştirilmektedir. Bu türler *Gossypium hirsutum* ve *Gossypium barbadense*'dir. Pamuk bitkisi çoğu kültür bitkisine göre dar bir genetik yapıya sahiptir. Araştırmacılar ise genetik varyasyonun artırılması için farklı çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Buna karşılık ise genetik faktörler dışında epigenetik farklılıklar bitkilerdeki varyasyon kaynakları olarak değerlendirilebilmektedir. Epigenetik farklılıkların ortaya konmasında ise farklı mekanizmalar ve yöntemler mevcuttur. Bu yöntemlerden bir tanesi ise DNA sitozin metilasyonunun yüksek çözünürlükle ortaya konmasında kullanılan bisülfid sekanslama yöntemidir. Bu çalışmada da mikrosatellit olarak bilinen SSR markırlarının bisülfid sekanslama yönteminde kullanılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında hem *G.hirsutum* hem de *G.barbadense* türlerinde 14 tane EST-SSR primeri uygun PZR profile ile tespit edilmiştir. Tespit edilen bu primerler *G.hirsutum* türüne ait bir çeşidin genomik DNA'sı bisülfid reaksiyonu gerçekleştirildikten sonra tekrar PZR işlemleri yapılmış ve aynı boyda amplikon üreten primerler Agaroz Jel Elektroforez yöntemi ile tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonrası pamuk genomunda amplikon üreten 14 EST-SSR primerlerinden 7 tanesi aynı şekilde bisülfid reaksiyonuna maruz bırakılan genomik DNA'da amplikon ürettiği gözlemlenmiş ve rapor altına alınmıştır. Bu çalışmada dar genetik yapıya sahip olan pamuk bitkisinde varyasyonların ortaya çıkarılması için epigenetik yaklaşımlardan DNA sitozin metilasyonunun ortaya koyulmasında kullanılan primerlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışmalar ve elde edilen veriler doğrultusunda normal bir şekilde geliştirilmiş olan SSR primerlerinin DNA sitozin metilasyonunun belirlenmesinde kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Bu şekilde bisülfid sekanslamada geliştirilmesi zor olan dejenerant primer yerine bu primerlerin kullanılması araştırmacılar için büyük kolaylık sağlamaktadır.

Keywords: EST-SSR; Epigenetik; DNA Sitozin Metilasyonu; *Gossypium hirsutum*; *Gossypium barbadense*.

GİRİŞ

Tekstil sektörünün en önemli doğal hammadesi olan pamuk (*Gossypium L.*), ticari olarak üretimi dünyanın sıcak enlemlerindeki alanlarda yoğunlaşmıştır. Pamuk üretimi, Kuzey yarımkürede 45°, Güney yarımkürede ise 32° enlemlerine kadar uzanmaktadır (Mert, 2007). Ülkemizde bu enlem dereceleri arasında olduğundan pamuk üretimi yapan ülkeler arasında önemli bir yeri bulunmaktadır. Pamuk yaygın ve zorunlu kullanım alanıyla insanlık açısından, yarattığı katma değer ve istihdam olanaklarıyla da üretici ülkeler ve üretici aileler açısından büyük ekonomik öneme sahip bir üründür. Pamuk işlenmesi açısından çırçır sanayisinin, lifi ile tekstil sanayisinin, tohumu ile yağ ve yem sanayisinin, linteri (hav) ile de kâğıt sanayisinin hammadesi durumundadır. Dünyadaki nüfus artışı ve yaşam standardının yükselmesiyle pamuk lifine olan ihtiyacı da artırmaktadır (Aydın, 2023). Bundan dolayı dünyada ve ülkemizde pamuk bitkisinin önemini daha da ortaya çıkarmaktadır.

Pamuk bitkisinin Malvaceae ailesine ait yaklaşık 52 türü bulunmakta ve sitogenetik olarak 9 farklı genoma sahiptir (Viot ve Wendel, 2023). 52 tür içinde tetraploid ve diploid genom yapısına sahip türler bulunmaktadır. Dünya genelinde en çok kültürü yapılan pamuk türü de tetraploid kromozom ($n=26$) yapısına sahip olup bunlar yeni dünya pamukları olarak bilinen *Gossypium hirsutum* ve *Gossypium barbadense*'dir (Witt ve ark., 2020). Eski dünya pamukları olaraksa *Gossypium arberoum* ve *Gossypium herbaceum* diploid kromozom ($n=13$) yapısına sahiptirler. Diploid kromozom yapısına sahip eski dünya pamuklarının üretimi çok az düzeydedir. Dünyada ve ülkemizde en çok üretimi yapılan pamuk türü *G. hirsutum* türüne ait pamuk çeşitleridir. Fakat pamuk bitkisi çoğu kültür bitkisine göre dar bir genetik yapıya sahiptir. Her ne kadar araştırmacılar farklı ıslah yöntemleri yapsalarda pamuktaki istenmeyen özellikler ortaya çıkabilmektedir. Dar genetik yapının artırılması için farklı metodlar uygulanmış ama istenen bitki özelliklerine tam anlamıyla ulaşılamamıştır. Bu bağlamda son yıllarda epigenetik kavramı ortaya atılmış ve genetik olarak kontrol edilemeyen özelliklerin varlığı ortaya çıkmıştır (Ono ve Kinoshita, 2021). Epigenetik, DNA baz değişimi olmaksızın gen ifadesi veya fonksiyonlarının değişimidir. Epigenetik mekanizmalar DNA, RNA ve Protein düzeyinde gerçekleşebilmektedir (Ramos-Cruz vd. 2021). DNA düzeyinde genellikle yoğun çalışılan ve ortaya en çok çıkan mekanizmalardan biriside sitozin bazının metillenmesidir. Sitozin bazının metillenmesi bitkilerde beşinci baz olarak da tanımlanmaktadır. DNA sitozin metilasyonunun belirlenmesinde farklı metodlar bulunmakla beraber en çok tercih edilen ve yüksek çözünürlükte metilasyonun belirlenmesinde bisülfid sekanslama daha çok tercih edilmektedir (Morseli vd. 2021; Hannan vd. 2022).

Bisülfid sekanslamada kullanılan primerler özel olarak dizayn edilen gen spesifik dejenerant primerlerdir. Bu primerlerin dizayn edilmesinde genelde 200-400 baz çifti aralığında tutulup daha yüksek baz çifti aralıklarında sorunlar ile karşılaşılabilir (Hannan vd. 2022). Moleküler markır çalışmalarında en çok tercih edilen markır yöntemleri SNP ve SSR markırlarıdır. PZR tabanlı ve ekonomik olan SSR markırları ise araştırmacılar tarafından en çok tercih edilenidir. SSR markırlarının ko-dominant olması, multi allellik olması, polimorfizm oranının yüksek olması, tekrar edilebilir olması, kullanımının kolay olması ve ucuz olması avantajları arasında bulunmaktadır (Mishra vd. 2022). SSR markırları genom üzerinde geliştirilenleri genomik SSR, direk ifade edilen gen bölgelerinden geliştirilenler ise EST-SSR olarak tanımlanmaktadır. EST-SSR markırları ise QTL çalışmalarında kullanılmaktadırlar. SSR markırlarının en büyük dezavantajı geliştirilen tür için genom bilgisine ihtiyaç duymaktadır (Peng ve ark., 2021).

Yapılan çalışmada daha önce başka araştırmacılar tarafından geliştirilmiş olan EST-SSR markırlarının bisülfid sekanslamada kullanılabilirliğini ortaya koyarak epigenetik çalışmalarda kullanılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bitki Materyali ve DNA İzolasyonu

Çalışma kapsamında pamuk bitkisinde genetik standart olarak kullanılan TM-1 (Texas Marker-1) genotipi kullanılmıştır. DNA izolasyonu için üç tane pamuk tohumu ezilerek Aydın vd. (2018) metodu uygulanmıştır.

DNA Kalite ve Miktarının Belirlenmesi

DNA miktar ve kalitesinin tespit edilmesinde Agaroza Jel Elektroforez (AJE) ve spektrofotometrik yaklaşım uygulanmıştır. Spektrofotometre ile ölçümde DNA örnekleri Nano-Drop ile ölçülmüştür.

Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR)

PZR işlemlerinde final hacim 25 µL'ye ayarlanmış ve içerisinde 50 nanogram toplam DNA, 0,5 µM kullanılan primer çifti, 10X buffer, 0,28 mM her bir dNTP, 2,5 mM MgCl₂ ve 1 ünite Taq DNA polimeraz (ThermoFisher) içeren solüsyonda gerçekleştirilmiştir. EST-SSR çalışmaları için Touch-Down PZR metodu uygulanmış ve ilk 10 döngü için her döngüde 0,5 °C sıcaklık düşürülmüştür. Ön denatürasyon için 4 dakika 94 °C, denatürasyon için 94 °C'de 20 saniye, primer bağlanma sıcaklığı 55 °C'de 30 saniye, 72 °C'de 1 dakika ve son olarak 72 °C'de 10 dakika olarak toplamda 40 döngüde gerçekleştirilmiştir.

Primer Çiftleri

PZR çalışmalarında kullanılan primerin sekans ve motif bilgileri Tablo 1'de verilmiştir. Wang vd. (2015) tarafından geliştirilmiş primerler In-silico ortamında geliştirilmiş olup EST-SSR özellikte primerlerdir. Toplamda 14 EST-SSR primeri kullanılmış olup bu primerler Gossypium hirsutum bitkisinin A ve D genomunun farklı kromozomları üzerinde bulunmaktadır.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan EST-SSR primerleri

No	Primer ID	İleri Sekans Dizisi	Geri Sekans Dizisi	Motif	Tm
1	A01-2651	AAATCCTACCTCTCCG GCCA	CCCAGGGCAAACAA TGTCG	(GCCGG C) ₃	60
2	A02-54	AAAGGAGAGAGGGGA GTGCT	TCGCTATAAAACCCAT TTTACCGC	(GCCGG) ₄	60
3	A04-1418	GCAGGCAGAATACAA AAGATCGA	AAGAAAAGGGGGAGG GGAGA	(GCCGG C) ₃	60
4	A07-410	GAAATTACCTTTCCGG CCACC	GACGTCGTTTTGGAGG GCTA	(GCCGG C) ₃	60
5	A08-323	GAACCGACCTAAGGT GACTGT	AGAGAGAAGGGAGGG GGAAG	(CCGGC G) ₃	60
6	D01-295	TTTACCTTTCCGACCA CCGC	GGTGCCTTTTGGTCCC CTAT	(GCCGG C) ₃	60
7	D02-301	AAACCCGTTGTGCAAC CATG	GGATGAGGCTGAGAA GGAGC	(CCGGT G) ₃	60
8	D03_2002	GGCCCGGCCCGAATA TAATA	GACTAGACCTGTCCAT GGGC	(CCGGG C) ₃	60
9	D04-2252	GCCGGGCCTGAGAAA AATTC	AATGCTGCCGGATTGA AGGA	(CCGGG C) ₃	60
10	D05-1201	AGAAAGAGGGAGAGG GAGGG	GCAGATTCAAGCAAG AAAGACCA	(CGCCG G) ₃	60
11	D06-2808	GGCCCGGCCCGAATA TAATAA	CGGCCCGAAATATGG GCTTA	(CCGGG C) ₃	60
12	D08-420	AGAGAAGGGAGGGGG AAAGG	GGGCTCTAACACCAA ATCGGA	(CGCCG G) ₃	60
13	D09-1296	GGCGCACAAAACACC AAGAT	AGGGAGGAAGGAAAG GGGG	(GCCGG C) ₃	60
14	D10-1664	GGGCTCTAACACCAA ATCGGA	AGAGAAGGGAGGGGG AAAGG	(GCCGG C) ₃	60

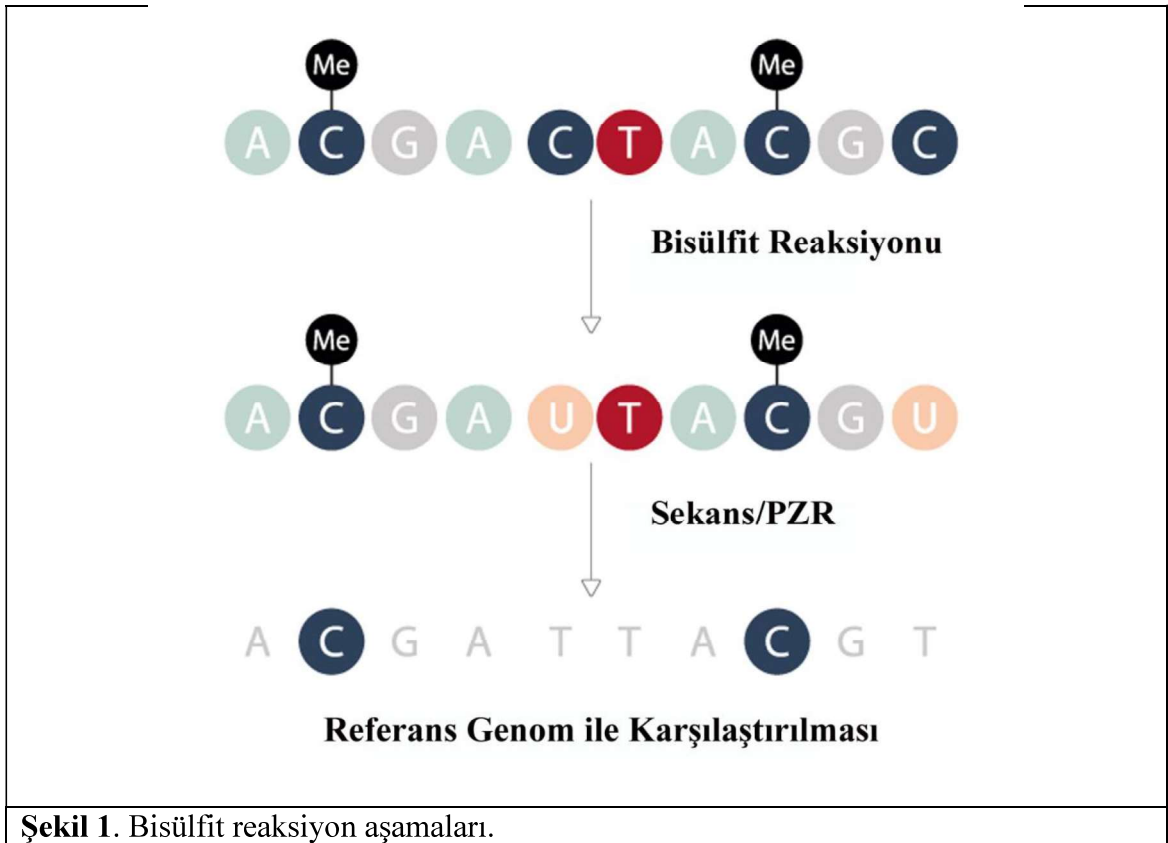
Bisülfite Sekanslama

Çalışmada EpiJET Bisulfite Conversion Kit (Kat. No: K1461) kullanım kılavuzu dikkate alınarak bisülfite reaksiyonu gerçekleştirilmiştir.

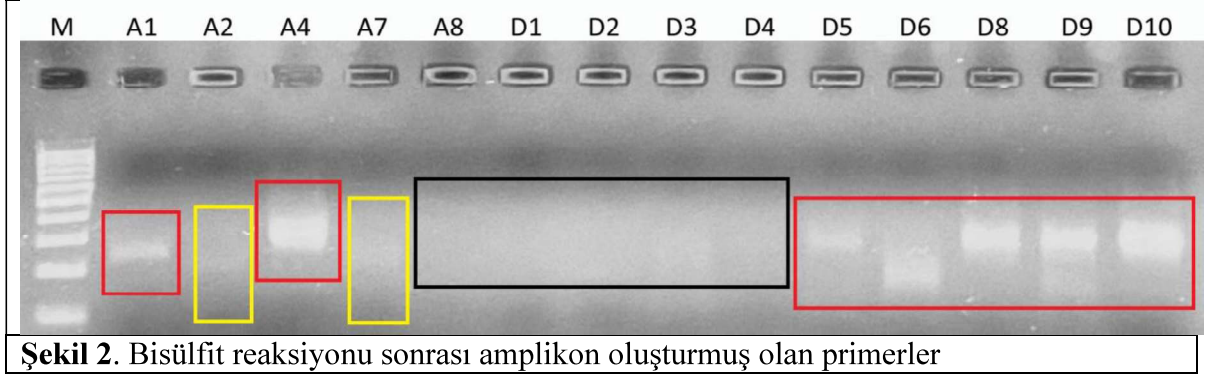
BULGULAR VE TARTIŞMA

Pamuk bitkisi hem lif hem de yağ bitkisi olarak kullanılabilen bir kültür bitkisidir. Fakat bitkinin diğer kültür bitkilerine oranla dar bir genetik yapıya sahip olması bu bitki için yoğun ıslah ve moleküler çalışmalarına yöneltmiştir. Yapılan çalışmalarla istenen bitki özelliklerine tam anlamıyla ulaşılamamıştır. Son yıllarda epigenetik kavramının ortaya çıkması araştırmacıları bu alana yöneltmiştir (Miryeganeh ve Saze, 2020). Epigenetik mekanizmalardan

biriside DNA'da bulunan bazlardan sitozin bazına bağlanan metil grubu ile sitozin metilasyonunun ortaya çıkması ve buna bağlı olarak gen ifadesi veya fonksiyonlarının değişmesidir (Mattei vd. 2022). DNA sitozin metilasyonunun belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden bir tanesinde bisülfite sekanlama yöntemidir. Bu yöntemde izolasyonu gerçekleştirilen genomik DNA bisülfite reaksiyonu için kullanılan ticari kitin kullanım klavuzu dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde sitozin bazının urasil bazına ve urasil bazının PZR uygulaması ile timin bazına dönüşümü reaksiyonu ile tespiti edilir (Şekil 1). Metil içermeyen sitozin bazının altıncı karbonuna bisülfite etkileşimi ile sitozin sülfanat oluşur (sülfanasyon reaksiyonu). Bu reaksiyon geri dönüşümlüdür. Bu aşamadan sonra deaminasyon reaksiyonu gerçekleşir. Bu reaksiyon sonucu urasil sülfanat meydana gelir. Daha sonra desülfanasyon reaksiyonu gerçekleşmekte olup urasil sülfanattan bisülfite (HSO₃) uzaklaşması ile urasil elde edilir. Bütün reaksiyonlardan sonra bisülfite maruz kalmış olan genomik DNA'lar PZR'de istenen primerler ile muamele edilerek metilasyona uğramamış olan sitozinler sekanlama sonucunda referans genom ile karşılaştırılır ve metilli olan ile olmayan sitozinler tespit edilir.



Bu çalışma kapsamında pamuk bitkisi için geliştirilmiş olan EST-SSR primerlerinin DNA sitozin metilasyonunun belirlenmesinde kullanılmasıdır. Toplamda daha önce genomik DNA (gDNA)'da çalışılan 14 EST-SSR primeri çalışılmıştır. Bisülfite maruz bırakılan genomik DNA EST-SSR primerleri ile PZR reaksiyonu gerçekleştirilmiştir. Yapılan gözlemler sonucunda 14 EST-SSR primerinden 9 tanesinin bisülfite reaksiyonlarda olumlu sonuçlar elde edilmiştir.



Pamuk bitkisinin A genomu üzerinde 4 ve D genomu üzerinde ise 5 tane EST-SSR primeri bisülfıt reaksiyonları için kullanılabilir olduğu saptanmıştır. A genomu üzerinde A01-2651, A02-54, A04-1418 ve A07-410 primerleri; D genomu üzerinde ise D05-1201, D06-2808, D08-420, D09-1296 ve D10-1664 nolu EST-SSR primerleri epigenetik çalışmalarda kullanılabilir.

SONUÇ

Bu çalışmada *Gossypium hirsutum* türüne ait pamuk bitkisinde EST-SSR primerlerinin epigenetik çalışmalarda kullanılabilir olduğu araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda herhangi bir reaksiyona maruz bırakılmamış olan gDNA'da çalışan primerlerin bisülfıt reaksiyonuna maruz bırakılan gDNA üzerinde de çalışılabilir olduğu saptanmıştır. Yapılan bu çalışma ile bisülfıt reaksiyonlarda çalışma zorluğu bulunan dejenerant primerler yerine daha önce geliştirilmiş olan ve dejenerant olman primerler doğrudan kullanılabilir olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak bu yöntem ile dar genetik tabana sahip olan pamuk bitkisi için epigenetik yaklaşımlar ile pamuk bitkisindeki varyasyonlar daha çok ortaya konulabilir.

REFERENCES

- Aydın A, Ince A. G, Uygur Gocer E, Karaca M. 2018. Single cotton seed DNA extraction without the use of enzymes and liquid nitrogen. *Fresen Environ Bullet*, 27(10): 6722-6726.
- Aydın A. 2023. Determination of genetic diversity of some upland and Sea Island cotton genotypes using high-resolution capillary electrophoresis gel. *Agron*, 13(9): 2407.
- Hannan Parker, A., Wilkinson, S. W., & Ton, J. (2022). Epigenetics: a catalyst of plant immunity against pathogens. *New Phytologist*, 233(1), 66-83.
- Mattei, A. L., Bailly, N., & Meissner, A. (2022). DNA methylation: a historical perspective. *Trends in Genetics*, 38(7), 676-707.
- Mert M. 2007. Pamuk tarımının temelleri. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara, Türkiye, ss: 282.
- Miryeganeh, M., & Saze, H. (2020). Epigenetic inheritance and plant evolution. *Population Ecology*, 62(1), 17-27.
- Mishra, A., Singh, P. K., Bhandawat, A., Sharma, V., Sharma, V., Singh, P., ... & Sharma, H. (2022). Analysis of SSR and SNP Markers. In *Bioinformatics* (pp. 131-144). Academic Press.
- Morselli, M., Farrell, C., Rubbi, L., Fehling, H. L., Henkhaus, R., & Pellegrini, M. (2021). Targeted bisulfite sequencing for biomarker discovery. *Methods*, 187, 13-27.

Ono, A., & Kinoshita, T. (2021). Epigenetics and plant reproduction: Multiple steps for responsibly handling succession. *Current Opinion in Plant Biology*, 61, 102032.

Peng J, Shi C, Wang D, Li S, Zhao X, Duan A, He C. 2021. Genetic diversity and population structure of the medicinal plant *Docynia delavayi* (Franch.) Schneid revealed by transcriptome-based SSR markers. *J Applied Res Med Arom Plant*, 21: 100294

Ramos-Cruz, D., Troyee, A. N., & Becker, C. (2021). Epigenetics in plant organismic interactions. *Current Opinion in Plant Biology*, 61, 102060.

Viot CR, Wendel JF. 2023. Evolution of the cotton genus *Gossypium* and its domestication in the Americas. *Critical Rev Plant Sci*, 42(1): 1-33.

Wang, Q., Fang, L., Chen, J., Hu, Y., Si, Z., Wang, S., ... & Zhang, T. (2015). Genome-wide mining, characterization and development of microsatellite markers in *Gossypium* species. *Scientific reports*, 5(1), 10638.

Witt TW, Ulloa M, Schwartz RC, Ritchie GL. 2020. Response to deficit irrigation of morphological yield and fiber quality traits of upland (*Gossypium hirsutum* L.) and Pima (*G. barbadense* L.) cotton in the Texas High Plains. *Field Crops Res*, 249: 107759.

THE CURRENT SITUATION OF FORAGE CROPS PRODUCING ENTERPRISES IN İĞDIR PROVINCE AND THEIR IMPORTANCE FOR ANIMAL HUSBANDRY

Taner ERIK

İğdir University, Graduate School, Department of Agricultural Economics

Asst. Prof. Ayca Nur SAHIN DEMIREL

İğdir University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics

ABSTRACT

Feed costs stand out as the biggest expense in livestock enterprises. Providing feed economically in animal nutrition means increasing the income profit for enterprises. In İğdir province, animals cannot fully benefit from meadow pasture areas due to seasonal conditions and they have to be fed in corrals and communes. This situation gains great importance in affecting the meat and milk productivity of animals. Feed crops that can be given to animals in corrals and communes are generally high-quality roughage sources. In this context, many producers cultivate fodder crops in order to reduce animal product production costs and increase productivity. İğdir province has 195 523 cattle units. Enterprises producing fodder crops constitute 53.87% of the total enterprises in İğdir province. This rate is 60.03% in the central district, 71.37% in Karakoyunlu, 26.51% in Tuzluca and 73.69% in Aralık. The share of fodder plant cultivation areas in the cultivation areas in İğdir province is 20.46%. This ratio is 33% in the central district, 47.17% in Karakoyunlu district, 9.78% in Tuzluca district and 13.18% in Aralık district. These rates allocated to fodder crops within the cultivation areas of the province show that the enterprises do not give the necessary importance to fodder crop cultivation. Clover, silage corn, sainfoin, oats, vetch and Italian ryegrass are cultivated in the enterprise lands and Clover ranks first in the number of enterprises and cultivation area. While 20.40% of the annual dry grass requirement of the province is met from forage crops cultivation areas, this rate is 11.06% from meadow pasture areas. Therefore, the dry grass requirement of İğdir province is quite high. It is necessary to increase the cultivation areas throughout İğdir province, and the value of forage crops should be adopted by the enterprises. For a profitable animal husbandry, fodder crops cultivation is of great importance.

Keywords: Forage Crops; Business; Livestock; İğdir

INTRODUCTION

The livestock sector is an important sector in national development, providing raw materials to industry, preventing hidden unemployment in rural areas and creating new employment areas, as well as providing nutritional solutions (Sakarya and Aral, 2008). Ensuring the economic production of livestock products necessitates the necessity to improve the costs in the formation of the cost of livestock products. The costs of animal products differ to some extent from plant products in terms of cost elements and calculation techniques. To name a few cost elements that show this difference; building, feed, labour, veterinarian, medicine and

vaccine, bedding, cleaning and disinfection, tool-machine variable, meadow and pasture, marketing costs and depreciation. The most important cost element that causes cost for livestock enterprises is feed (Sakarya and Aral, 2008). In some livestock sectors, feed costs are up to 70% of total operating costs (TMMOB, 2020)

When the types of feed consumed by animals throughout the year are analysed, it is seen that sheep, goats, beef cattle and dairy cattle consume high levels of roughage. It is reported that 60% of the feed consumed by animals in developed countries is roughage and 40% is concentrated feed. Meadow-pasture, field forage crops and harvest residues constitute the source of roughage. In our country, cereal straw, which is included in harvest residues, is used as roughage to a significant extent and occupies a large proportion of 60% in roughages. However, since the nutritional value of straw is quite low, it is generally not preferred as feed in countries with developed livestock sector (TB, 2024).

In the province of Iğdır, the fact that snow stays on the land for a long time prevents adequate utilization of meadow and pasture lands and forces the owner to feed his animals in corrals and communes, which have to be protected from the cold (Turkan, 2017). This is an important economic problem for enterprises. Animals that have to be fed in corrals and communes cause the grass stocks in the enterprise warehouse to be consumed rapidly. For this reason, it is necessary to have sufficient and high-quality feed in the warehouse stocks. Otherwise, weakness in animals and inefficiency in animal products will be seen. The main source of quality roughage for animals is fodder crops obtained from fields when meadow pasture areas cannot be used.

Livestock breeding is one of the main sources of livelihood in Iğdır province, which ranks 17th in the number of animals in Türkiye. Forage crops, which are among the cheap and high-quality roughages among the feeds they will give to animals in their enterprises, will affect both animal productivity and the quality of animal products, and increasing the cultivation areas will enable animals to reach the dry grass them requirements more easily. No study has been conducted in Iğdır province to reveal the current situation of forage crops enterprises. This study is important in eliminating this deficiency by revealing the current situation of the enterprises, showing the shares allocated by the enterprises to the cultivation of forage crops and determining the importance they give to their animals. In addition, this study will shed light to future studies on the forage crops cultivated in Iğdır province and the number of enterprises.

In this study, it was aimed to reveal the current situation of the enterprises producing forage crops in Iğdır province and the importance of the current situation in terms of animal husbandry. For this purpose, information about the number of enterprises producing forage crops and their cultivation areas in Iğdır province was given in detail, annual dry grass requirements were determined according to the number of animals in the province, and the ratio of the amount of dry grass obtained from meadow pasture and forage crops cultivated in the field, which is a source of quality roughage, to meet the annual dry grass requirements of animals in the province was determined.

METHODOLOGY

This study was carried out by utilizing secondary data sources on the cultivation of forage crops in the agricultural sector. Within the scope of the study, data on the number of existing

enterprises in Iğdır province and their cultivation areas were obtained from the Provincial Directorate of Agriculture and Forestry. The data provided by the Provincial Directorate of Agriculture and Forestry provided access to important information such as the size of agricultural areas, fodder crop cultivation practices of enterprises and methods used in agricultural production. These data were used to analyze and interpret the results of the study. The accuracy and reliability of the data sources provided a solid foundation for the study and increased the credibility of the results.

RESULTS

City Structure Analysis

Iğdır province is located in the Erzurum - Kars section of the Eastern Anatolian region. It is between 39° and 41° north latitudes and 43° and 45° east longitudes. It borders Ağrı province to the south and southwest, Türkiye-Iran and Türkiye-Nahçıvan border to the southeast, Kars province to the northwest, and Türkiye-Armenia border to the north and northeast. It is the only province in Türkiye bordering 3 countries. In 1992, it became the 76th province of Türkiye. Iğdır province is the smallest province in the region with a surface area of 3.664 km² (Kaya, 2015). Its population is 209,738 (Tuik, 2024a). Iğdır province has four districts, namely Merkez, Karakoyunlu, Tuzluca and Aralık, three towns and 156 village settlements (TSO, 2024).

The vegetation of Iğdır province, which has a continental climate, is the steppe. The plains of Iğdır province, which are low compared to the surrounding provinces, are not affected by the severe continental climate. When the annual temperature and precipitation statistical data of the province are examined, the average annual temperature is 12.3 °C, the average highest temperature is 19.1 °C, the average lowest temperature is 5.7 °C, the average sunshine duration is 6.3 hours, the average number of rainy days is 85.3, the average total precipitation is 258.7 mm, the highest temperature is 42.0 °C and the lowest temperature is -30.3 °C (Table 1).

Table 1. General weather changes data for Iğdır province between 1941 and 2022 (MGM, 2024)

Average temperature (°C)	12.3
Average highest temperature (°C)	19.1
Average lowest temperature (°C)	5.7
Average sunshine duration (hours)	6.3
Average number of rainy days	85.3
Average monthly total precipitation (mm)	258.7
Highest temperature (°C)	42.0
Lowest temperature (°C)	-30.3

Land Analysis

Considering the land distribution of Iğdır province, there are 118528 ha of agricultural land, 141043 ha of meadow pasture land, 96269 ha of non-agricultural land and 2960 ha of forest

land. Agricultural lands constitute 33.03% of the total surface area, meadow pasture lands 39.31%, non-agricultural lands 26.83% and forest lands 0.82% (Figure 1).

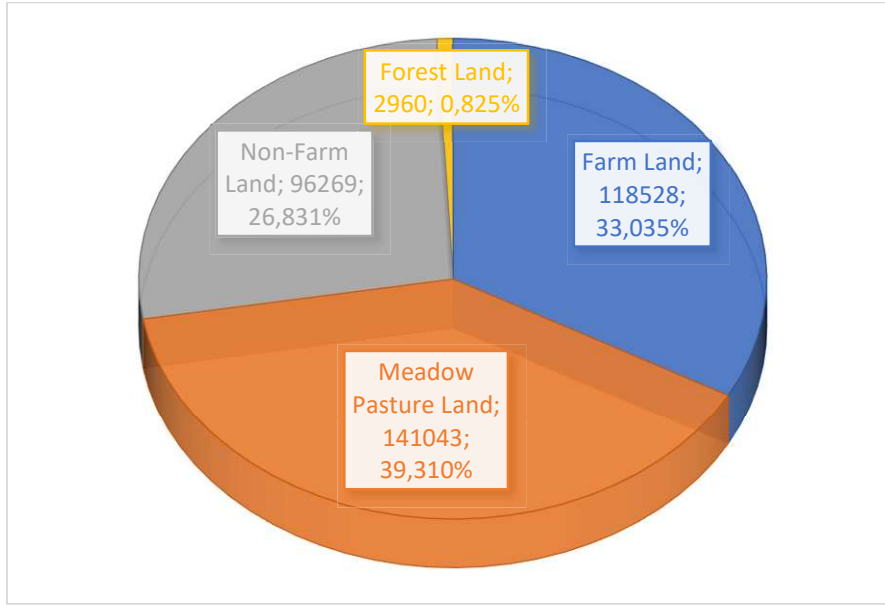


Figure 1. Land distribution in Iğdır province (TOB, 2024a)

In general terms, Türkiye has 23.942 million ha of total cultivated agricultural area and perennial plant area, 14.617 million ha of meadow and pasture land, 38.559 million ha of agricultural area and 23.245 million ha of forest area. Iğdır province is in the 1% of Türkiye with 141043 ha meadow and pasture area. Türkiye, which ranks 42nd in meadow pasture areas in the world countries, is in 0.46% of the world meadow pasture areas with 14.617 million ha of meadow pasture area (Figure 2).

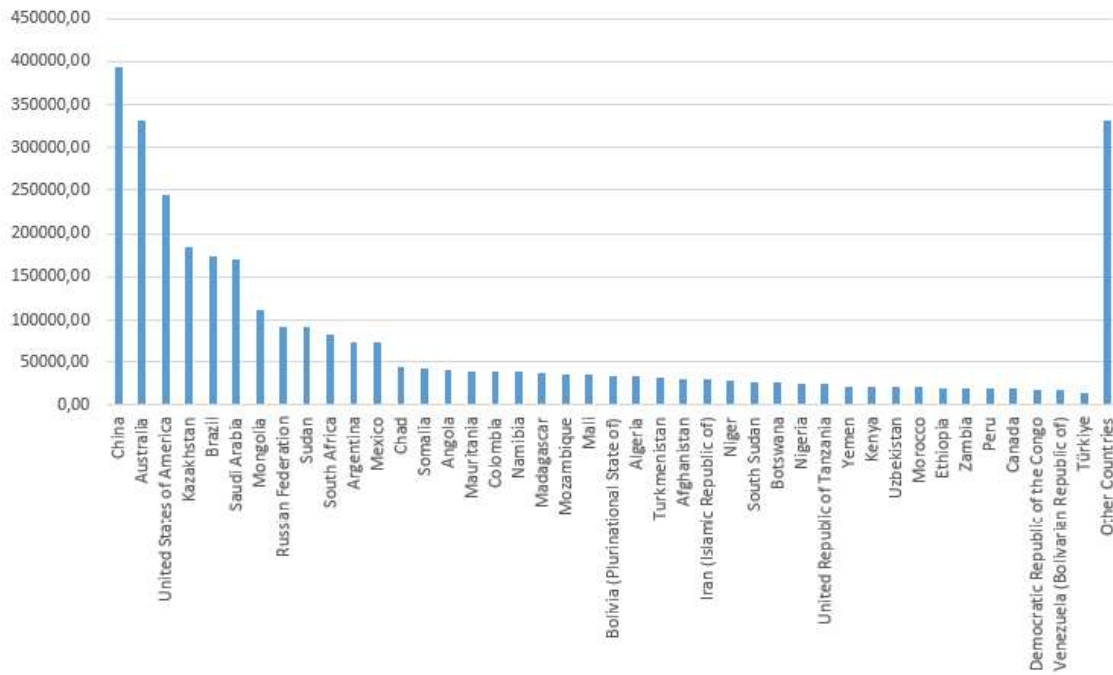


Figure 2. Pasture and meadow areas (*1000 ha) of countries according to 2021 data (Faostat, 2024a)

Livestock Analysis

When Iğdır province is analyzed in terms of livestock, the values given in Table 2 stand out. Cow, calf - heifer, bull, ox, buffalo, sheep, goat, lamb, horse, mule and donkey species are raised in Iğdır province. Sheep constitute the largest majority among these species. With 1 410 529 heads of livestock, Iğdır ranks 17th in the number of livestock in Türkiye and is in the 2% segment (Table 3). Türkiye ranks 14th in the number of livestock in the world with 73 472 214 heads of livestock and is in the 2% segment of the world livestock numbers (Figure 3).

Table 2. Statistics on the number of animals in Iğdır province in 2022 (TUIK, 2024c)

Cow			Veal - Heifer			Bull	Ox
Culture	Hybrid	Indigenous	Culture	Hybrid	Indigenous		
7447	20360	2303	9319	30202	1989	12732	54
Buffalo		Sheep	Goat	Lamb - Capricorn	At	Mule	Donkey
Male	Female						
333	1005	1247356	60241	12800	1505	73	2810

Table 3. Current livestock numbers in Türkiye according to 2022 data (TUIK, 2024d)

Number of cattle			
Cattle - Culture	Cattle - Cultivated crossbreed	Cattle - Domestic	Buffalo
8 295 825	7 324 866	1 231 265	171 835
Sheep and goat numbers			
Sheep - Domestic	Sheep - Merino	Goat - Hair	Goat - Mohair
40 728 954	3 958 934	11 320 208	257 654
Other animal numbers			
At	Donkey	Mule	Camel
74 359	86 455	19 018	1 193
			Pig
			1 648

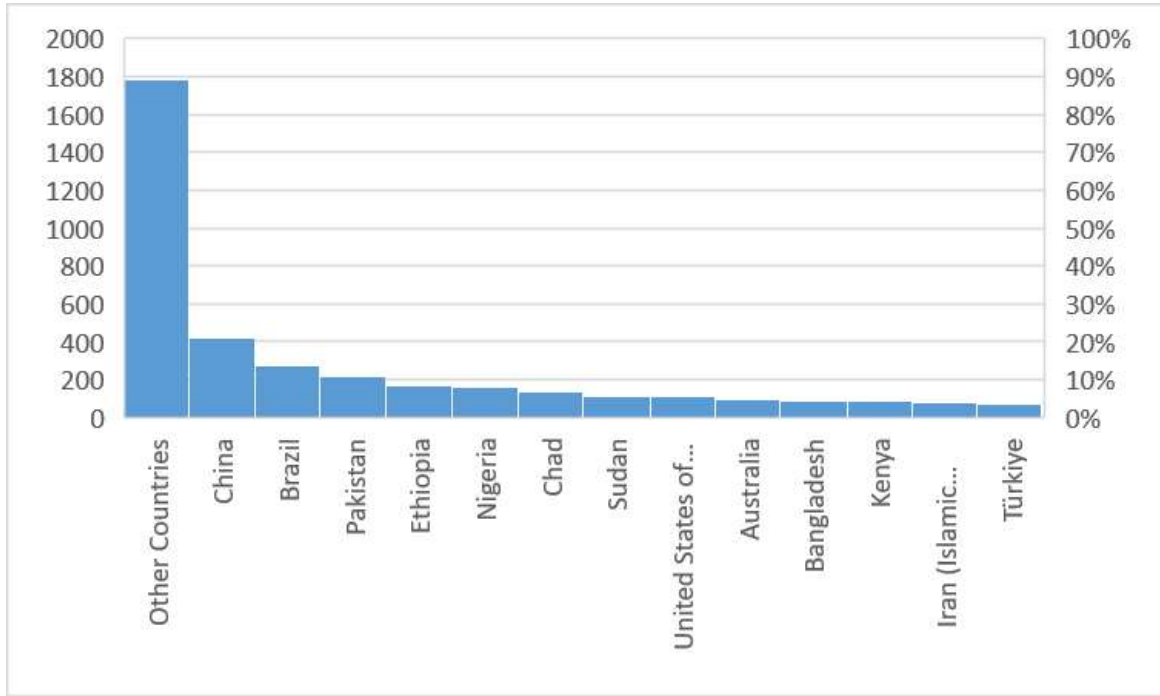


Figure 3. Number of animals owned by countries according to 2022 data (*million) (Faostat, 2024b)

Business Analysis

General enterprise analysis statistical data of Iğdır province are given in Table 4. In Iğdır province, where the total number of agricultural enterprises is 7408, agricultural enterprises in the Central district constitute 32.65% of the province, Karakoyunlu agricultural enterprises constitute 17.98%, Tuzluca agricultural enterprises constitute 32.24% and Aralık agricultural enterprises constitute 17.11%. The total cultivation area in Iğdır province is 56788.51 ha. When we look at the cultivation areas on district basis, Central district has 11695.46 ha, Karakoyunlu district has 6780.48 ha, Tuzluca district has 14289.32 ha and Aralık district has 24023.24 ha cultivation area (Table 4). While the cultivation area of the central district constitutes 20.59% of the province, the cultivation area of Karakoyunlu district constitutes 11.93%, the cultivation area of Tuzluca district constitutes 25.16% and the cultivation area of Aralık district constitutes 42.30%.

Table 4. Number of existing enterprises in 2023 (Iğdır Provincial Directorate of Agriculture and Forestry, 2024)

	Province-wide	District based			
		Center	Karakoyunlu	Tuzluca	Aralık
Number of Enterprises (General)	7408	2472	1362	2441	1296
Planted Area (ha) (General)	56 788,51	11 695,46	6 780,48	14 289,32	24 023,24
Number of Enterprises (Fodder Crops)	3991	1484	972	647	955
Planting Area (ha) (Fodder Crops)	11 621,48	3 859,68	3 198,09	1 397,15	3 166,55

According to the data in Table 4, when the distribution of those producing fodder crops among agricultural enterprises in Iğdır province is examined, the Central district constitutes 36.56%, Karakoyunlu district 23.95%, Tuzluca district 15.94% and Aralık district 23.53%. According to these data, while the rate of agricultural enterprises producing fodder crops is 53.87% in Iğdır province, it differs according to the districts: 60.03% in the central district, 71.36% in Karakoyunlu district, 26.50% in Tuzluca district and 73.68% in Aralık district.

In addition, the Central district accounts for 33.21%, Karakoyunlu district 27.51%, Tuzluca district 12.02% and Aralık district 27.24% of the fodder plant cultivation areas. While the ratio of forage crops cultivation areas is 20.46% throughout the province, the distribution by districts is as follows: 33% in the central district, 47.17% in Karakoyunlu district, 9.78% in Tuzluca district and 13.18% in Aralık district.

Figure 4 shows the distribution of forage crops according to enterprises. It was determined that the enterprises in Iğdır province included forage crops such as clover, corn for silage, sainfoin, oats, vetch and Italian ryegrass in their lands. While clover enterprises constitute 71.99% of the total, corn silage enterprises constitute 17.24%, sainfoin enterprises constitute 8.55%, oat enterprises constitute 1.64%, vetch enterprises constitute 0.45% and Italian ryegrass enterprises constitute 0.13%.

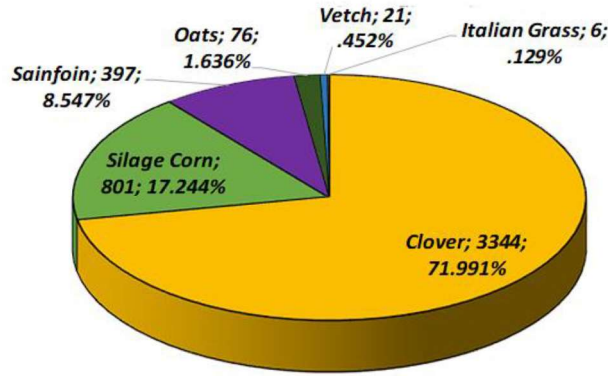


Figure 4. Distribution of fodder crops holdings (Iğdır Provincial Directorate of Agriculture and Forestry, 2024)

Considering the cultivation areas of forage plant enterprises, Iğdır province has 8629.5 ha clover, 1906.6 ha silage corn, 854.39 ha sainfoin, 194.23 ha oats, 28.44 ha vetch, 8.23 ha Italian ryegrass cultivation area. While clover cultivation areas constitute 74.26% of the forage crop cultivation areas of the province, silage corn cultivation areas constitute 16.41%, sainfoin cultivation areas constitute 7.35%, oat cultivation areas constitute 1.67%, vetch cultivation areas constitute 0.24% and Italian ryegrass cultivation areas constitute 0.07% (Figure 5).

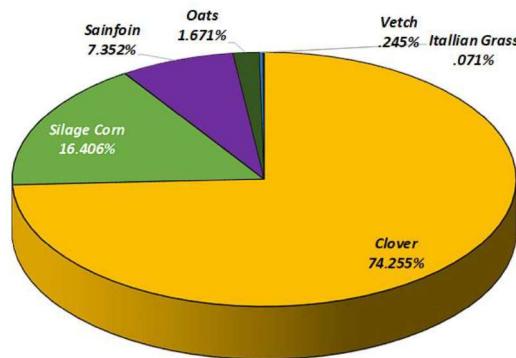


Figure 5. Distribution of cultivation areas of fodder crops enterprises (Iğdır Provincial Directorate of Agriculture and Forestry, 2024)

Table 5. Statistics of forage crops production enterprises according to 2023 data (Iğdır Provincial Directorate of Agriculture and Forestry, 2024)

		Total	District based			
			Center	Karakoyunlu	Tuzluca	Aralık
Clover	Number of Enterprises	3344	1180	910	362	939
	Planting Area (ha)	8 629,58	2 314,97	2 634,97	639,68	3 039,94
	Yield (kg/decare)	5382	5500	6050	4000	5000
	Production Amount (tons)	464 444,06	127 323,58	159 415,84	25 587,42	151 997,45
Silage Corn	Number of Enterprises	801	502	232	3	67
	Planting Area (ha)	1.906,60	1.236,39	543,86	2,84	123,50
	Yield (kg/decare)	5634	5778	5602	5000	4823
	Production Amount (tons)	107 417,91	71 438,62	30 467,40	142,15	5 956,48
Sainfoin	Number of Enterprises	397	62	0	336	0
	Planting Area (ha)	854,39	195,60	0	658,78	0
	Yield (kg/decare)	2342	2000	0	2500	0
	Production Amount (tons)	20 009,83	3912,17	0	16 469,55	0
Oats	Number of Enterprises	76	35	3	36	2
	Planting Area (ha)	194,24	110,32	4,43	76,39	3,10
	Yield (kg/decare)	1861	3500	3500	800	3500
	Production Amount (tons)	3 614,80	3 861,24	155,18	611,08	108,50
Vetch	Number of Enterprises	21	2	4	15	0
	Planting Area (ha)	28,44	2,28	6,70	19,46	0
	Yield (kg/decare)	1347	1500	1500	800	0
	Production Amount (tons)	383,13	34,21	100,51	155,69	0
Italian Grass	Number of Enterprises	6	1	5	0	0
	Planting Area (ha)	8,23	0,11	8,11	0	0
	Yield (kg/decare)	1600	1600	1600	0	0
	Production Amount (tons)	131,70	1,82	129,88	0	0

According to the data in Table 5, it is seen that the agricultural holdings producing clover constitute 45.14% of the agricultural holdings in Iğdır province. According to this distribution, the agricultural holdings producing clover in the Central district constitute 47.73% of the agricultural holdings in the Central district, and those producing clover in Karakoyunlu district constitute 66.81% of the agricultural holdings in Karakoyunlu district. Those producing clover in Tuzluca district constitute 14.83% of Tuzluca district agricultural enterprises, and those producing clover in Aralık district constitute 72.45% of Aralık district agricultural enterprises.

When clover production in Iğdır province is analyzed, it is determined that agricultural holdings producing clover constitute 83.79% of those producing fodder plants. According to the districts, these rates are as follows: 79.51% in the central district, 93.62% in Karakoyunlu district, 55.95% in Tuzluca district and 98.32% in Aralık district. It is seen that clover cultivation area constitutes 15.20% of the agricultural area in Iğdır province. According to this distribution, clover cultivation area in Merkez district constitutes 19.79% of the agricultural area of Merkez district, and clover cultivation area in Karakoyunlu district constitutes 38.86% of the agricultural area of Karakoyunlu district. Clover cultivation area in Tuzluca district constitutes 4.48% of Tuzluca district agricultural area and clover cultivation area in Aralık district constitutes 12.65% of Aralık district agricultural area. In the whole province, clover cultivation area constitutes 74.26% of the forage crops cultivation area.

When silage corn production is analyzed, it is seen that the agricultural holdings producing this plant constitute 10.81% of the agricultural holdings in Iğdır province. The agricultural holdings producing corn for silage in the central district constitute 20.31% of the agricultural holdings in the central district, while those in Karakoyunlu district constitute 17.03% of the agricultural holdings in Karakoyunlu district. While those producing silage corn in Tuzluca district constitute a very small slice of Tuzluca district agricultural enterprises, those producing in Aralık district constitute 5.17% of Aralık district agricultural enterprises. While the silage corn cultivation area constitutes 3.36% of the agricultural area in Iğdır province, the silage corn cultivation area in the Central district constitutes 10.57% of the Central district agricultural area, and the cultivation area in Karakoyunlu district constitutes 8.02% of the Karakoyunlu district agricultural area. While the silage corn cultivation area in Tuzluca district constitutes a very small slice of the agricultural area of Tuzluca district, the cultivation area in Aralık district constitutes 0.51% of the agricultural area of Aralık district. In the province as a whole, silage maize cultivation area constitutes 16.41% of the forage crops cultivation area.

When we examine the data in Table 5, we observe the following situation for sainfoin, another forage crop, in Iğdır province: While sainfoin producing agricultural holdings constitutes 5.36% of the agricultural holdings in the province, sainfoin producing agricultural holdings in the Central district constitutes 2.51% of the Central district agricultural holdings, and those in Tuzluca district constitute 13.76% of Tuzluca district agricultural holdings. In addition, agricultural holdings producing sainfoin constitute 9.95% of the provincial forage crop agricultural holdings, while agricultural holdings producing sainfoin in the Central district constitute 4.18% of the Central district forage crop agricultural holdings, and those producing sainfoin in Tuzluca district constitute 51.93% of Tuzluca district forage crop agricultural holdings.

While sainfoin cultivation area in Iğdır province constitutes 1.50% of the provincial cultivation area, sainfoin cultivation area in the Central district constitutes 1.67% of the Central district cultivation area and sainfoin cultivation area in Tuzluca district constitutes 4.61% of the Tuzluca district cultivation area. While sainfoin cultivation area in the province constitutes 7.35% of the provincial forage crops cultivation area, sainfoin cultivation area in

the Central district constitutes 5.07% of the Central district forage crops cultivation area and sainfoin cultivation area in Tuzluca district constitutes 47.15% of Tuzluca district forage crops cultivation area.

For oats, which plays an important role in fodder plant preference, the following data were obtained in Iğdır province: Oat producing agricultural holdings constitute 1.03% of the agricultural holdings in the province, while oat producing agricultural holdings in the Central district constitutes 1.42% of the Central district agricultural holdings and those in Karakoyunlu district constitute 0.22% of Karakoyunlu district agricultural holdings. In addition, it is seen that the agricultural enterprises producing oats constitute 1.90% of the provincial forage crop agricultural enterprises, while the agricultural enterprises producing oats in the Central district constitute 2.36% of the Central district forage crop agricultural enterprises, and those producing in Karakoyunlu district constitute 0.31% of Karakoyunlu district forage crop agricultural enterprises.

While the agricultural enterprises producing vetch in the province constitute 0.28% of the provincial agricultural enterprises, agricultural enterprises producing vetch in the Central district constitute 0.08% of the Central district agricultural enterprises, agricultural enterprises producing vetch in Karakoyunlu district constitute 0.29% of Karakoyunlu district agricultural enterprises, agricultural enterprises producing vetch in Tuzluca district constitute 0.61% of Tuzluca district agricultural enterprises. In addition, agricultural enterprises producing the vetch constitute 0.53% of the provincial forage crop agricultural enterprises, agricultural enterprises producing vetch in the Central district constitute 0.13% of the Central district forage crop agricultural enterprises, agricultural enterprises producing vetch in Karakoyunlu district constitute 0.41% of Karakoyunlu district forage crop agricultural enterprises, agricultural enterprises producing oats in Tuzluca district constitute 2.32% of Tuzluca district forage crop agricultural enterprises. Vetch cultivation area in Iğdır province is 28.44 ha. When we look at the vetch cultivation areas on district basis, Central district has 2.28 ha, Karakoyunlu district has 6.70 ha, Tuzluca district has 19.46 ha vetch cultivation area (Table 5). While vetch cultivation area in the province constitutes 0.05% of the provincial cultivation area, Central vetch cultivation area constitutes 0.02% of the Central district cultivation area, Karakoyunlu district vetch cultivation area constitutes 0.10% of Karakoyunlu district cultivation area, Tuzluca district vetch cultivation area constitutes 0.14% of Tuzluca district cultivation area. In addition, while vetch cultivation area in the province constitutes 0.24% of the provincial forage crops cultivation area, vetch cultivation area in the Central district constitutes 0.06% of the Central district forage crops cultivation area, Karakoyunlu district vetch cultivation area constitutes 0.21% of the Karakoyunlu district forage crops cultivation area, Tuzluca district vetch cultivation area constitutes 1.39% of the Tuzluca district forage crops cultivation area.

While Italian ryegrass producing agricultural enterprises in the province constitute 0.08% of the provincial agricultural enterprises, Italian ryegrass producing agricultural enterprises in the Central district constitute 0.04% of the Central district agricultural enterprises, and Italian ryegrass producing agricultural enterprises in Karakoyunlu district constitute 0.37% of Karakoyunlu district agricultural enterprises. In addition, agricultural enterprises producing Italian ryegrass constitute 0.15% of the provincial fodder plant agricultural enterprises, agricultural enterprises producing Italian ryegrass in the Central district constitute 0.07% of the Central district fodder plant agricultural enterprises, agricultural enterprises producing Italian ryegrass in Karakoyunlu district constitute 0.51% of Karakoyunlu district fodder plant agricultural enterprises. Italian ryegrass cultivation area in Iğdır province is 8.23 ha. When we look at the Italian ryegrass cultivation areas on district basis, the Central district has 0.11 ha and Karakoyunlu district has 8.11 ha of Italian ryegrass cultivation area (Table 5). While the

Italian ryegrass cultivation area in the province constitutes 0.01% of the provincial cultivation area, the Central Italian ryegrass cultivation area constitutes 0.0009% of the Central district cultivation area, and the Karakoyunlu district Italian ryegrass cultivation area constitutes 0.12% of the Karakoyunlu district cultivation area. In addition, the Italian ryegrass cultivation area in the province constitutes 0.07% of the provincial forage crops cultivation area, the Italian ryegrass cultivation area in the Central district constitutes 0.003% of the Central district forage crops cultivation area, and the Italian ryegrass cultivation area in Karakoyunlu district constitutes 0.25% of the Karakoyunlu district forage crops cultivation area.

Annual Dry Grass Requirement of Iğdır Province and Rate Calculations

The determination of the hay requirement of animals in Iğdır province starts with the conversion of animal numbers into cattle units (CU). In this conversion, the application norm coefficients specified in the Pasture Regulation are used (TOB, 2024a). These coefficients set the standards of pasture utilization for different animal species and play a critical role in calculating the amount of grass requirement by animals. For example, these coefficients are used to set standards for the amount of grass consumed by cattle over the course of a day. In this way, the hay requirement of each animal species is determined and the total hay requirement is calculated. This process is vital to meet the nutritional requirements of animals and to run an efficient livestock farming activity. BCU data for Iğdır province are given in Table 6.

Table 6. Livestock numbers and Bovine Cattle Unit (BCU) Asset in Iğdır province in 2022 (TOB, 2024)

Animal Type	Number of Animals	Animal Unit	Cattle unit (CU)
Cow (Culture)	7447	1.00	7447.00
Cow (Hybrid)	20360	0.75	15270.00
Cow (Domestic)	2303	0.50	1151.50
Veal - Heifer (Culture)	9319	0.60	5591.40
Veal - Heifer (Crossbred)	30202	0.45	13590.90
Veal - Heifer (Local)	1989	0.30	596.70
Bull	12732	1.50	19098.00
Ox	54	0.60	32.40
Buffalo (Male)	333	0.90	299.70
Buffalo (Female)	1005	0.75	753.75
Sheep	1247356	0.10	124736.00
Goat	60241	0.08	4819.28
Lamb - Capricorn	12800	0.04	512.00
At	1505	0.50	752.50
Mule	73	0.40	29.20
Donkey	2810	0.30	843.00
Total	1410529		195523.00

As indicated in Table 6, there are generally 195523 Cattle Units (CU) in Iğdır province. According to subparagraph b of Article 6 of the Pasture Regulation, it is stated that animals

should be fed dry grass at the rate of 2.5% of their daily live weight. The equation in equation (1) was used to determine the annual hay requirement of animals in Iğdır province (TOB, 2024b).

$$\text{Annual dry hay requirement} = \frac{CU \times 500 \times 2.5}{100} \times \frac{365}{1000} \quad (1)$$

The annual dry grass requirement of Iğdır province livestock calculated by the formula given above is 892 073.68 tons.

Meadow pasture areas and forage crops grown in the field constitute quality roughage resources. The amount of dry grass obtained from meadow pasture and forage crops cultivation areas in Iğdır province is given in the table below (Table 7).

It was calculated that 280 762.90 tons of dry grass was obtained from 152 664.48 ha of land in Iğdır province. Accordingly, the equation in equation (2) was used to determine the rate of meeting the requirement.

$$\text{Rate to meet the requirement} = \frac{\text{Amount of dry grass (from quality roughage)}}{\text{Annual dry hay requirement}} \times 100 \quad (2)$$

As a result of the calculation made with equation (2), the amount of dry grass provided from quality roughage sources meets 31.47% of the requirement.

Table 7. Quality forage resources in Iğdır province

Source	Area (ha)	Production (tons)
Amount of dry grass obtained from meadow - pasture areas*	141.043,00	98.730,10
Amount of dry grass obtained from fodder crops cultivation areas**	11.621,48	182.032,80
Total	152.664,48	280.762,90

*Dry hay yield was calculated as 70 kg/deck (Iğdır Provincial Directorate of Agriculture and Forestry, 2024).

**In dry hay quantity calculation, silage yield was calculated by multiplying with 0.33 coefficient and other forage crops yield was calculated by multiplying with 0.30 coefficient (Ozkan U 2020).

CONCLUSION AND DISCUSSION

In this study, the situation of meeting the annual dry grass requirements of animals in Iğdır province from quality forage resources in Iğdır province was examined. As a result of the calculations, it was concluded that 280 762,90 tons of dry grass was obtained from the clover, silage corn, sainfoin, oats, vetch, Italian ryegrass cultivation areas and existing meadow pasture areas in Iğdır province, and that the annual dry grass requirement of the animals in the province with 195 523 bovine cattle units (CU) was not met. The rate of meeting the requirement was calculated as 31.47% and the deficit as 68.53%. It is thought that the requirement deficit is met from harvest residues or concentrate feeds. In the study conducted in 2010 (Temel and Şahin, 2010), it was calculated that 215 458 tons of dry grass was obtained from meadow pasture areas and fodder plant resources, the animal population was

91 304 BBHB, and the dry grass met 64.65% of the animals' requirements. Although the values obtained differed, it can be said that they are similar in the sense that quality forage resources do not meet the amount of dry grass requirement by animals. There are differences in the cultivation areas and animal numbers in the study year.

As a result of the obtained calculations, it was determined that the ratio of enterprises planting forage crops among the enterprises in Iğdır province was 53.87%. It is thought that the most important factor affecting this rate is that livestock activities are among the main livelihoods of Iğdır province (Ozkan, 2020). Similarly, in a study conducted in 2014 (Şahin and Hosaflioglu, 2014), it is seen that the most important factors in the decision-making processes of producers who decide to produce forage crops are that they are engaged in animal husbandry and feed prices are high. In this study, data were collected from producers engaged in animal production through questionnaires. In this study, secondary data sources were utilized. Although the methods differed, it can be said that there are similarities in the fact that animal husbandry has an important place in Iğdır province.

As a result of the calculations made, it was calculated that the share allocated to fodder plant cultivation areas by the enterprises in Iğdır province was 20.46%. It is thought that this share allocated to fodder plant cultivation areas shows that they do not give the necessary importance to fodder plants and that their cultivation areas should be increased. In the study conducted by Temel and Şahin (2010), it was revealed that in order to increase the cultivation of forage crops in production patterns, polyculture cultivation should be brought to the forefront, the subsidies should continue by diversifying and the seed problem should be solved, and the enterprises should be informed about animal nutrition, the importance of forage crops and their cultivation. Although the data sources were different, it can be said that the ratio reflected by the calculated result shows similarities in terms of increasing the cultivation areas of the enterprises and that they do not attach sufficient importance to the cultivation of forage crops.

The obtained data and calculations show that forage crop cultivation areas in Iğdır do not meet the annual dry grass requirement of the animals in the province. This situation directs the enterprises to harvest residues with low nutritional value or expensive concentrate feeds. While harvest residues cause weakening of animals and decrease in animal product yield, concentrate feeds significantly increase the costs of enterprises. The share allocated by the enterprises in Iğdır to fodder plant cultivation areas is 20.46%. Increasing this ratio will improve animal welfare by providing animals with easier access to the dry grass they requirements, and will provide a significant increase in enterprise profitability by reducing feed costs.

In conclusion, encouraging fodder crop production in Iğdır is of great importance for both animal welfare and business profitability. Solving ownership and inheritance problems, expanding cultivation areas and providing incentives to enterprises producing fodder crops will be important steps in this regard.

REFERENCES

TUIK (2024a).
<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/DownloadIstatistikselTablo?p=rW33YYX6RmSZqMUkKuujcL733KX3bjzfwZZhFeNTs5BRdfnmw/VJww65Bc1zx0bT>. (Accessed March 01, 2024)

- TUIK (2024b). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/DownloadIstatistikselTablo?p=vpjF80nz6BasVrgtHh/r9s9KHx0u/NrJkkexsN6PXiNOpL7ymjcWAX3N/vcyMmBq> (Accessed March 01, 2024)
- TUIK (2024c). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (Accessed March 01, 2024)
- TUIK (2024d). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/DownloadIstatistikselTablo?p=sz0i2MebdWYURzLIwYrghgw aNRLm3/cv/pLLNJfqelOla60MAwL6U7jiAoddyPEc>. (Accessed March 01, 2024)
- FAO (2024a). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RL> (Accessed March 01, 2024)
- FAO (2024b). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Accessed March 01, 2024)
- MGM (2024). <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=IĞDIR> (Accessed March 01, 2024)
- TOB (2024a). <https://igdir.tarimorman.gov.tr/Menu/20/ilimiz> (Accessed February 26, 2024)
- TSO (2024). <https://www.igdirso.org.tr/igdir-genel-bilgi-2/> (Accessed March 01, 2024)
- TOB (2024b). https://www.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Yonetmelikler/mera_yonetmeligi.pdf , (Accessed February 27, 2024)
- Kaya, F. (2015). Administrative geography analysis of Iğdır province. *International Journal of Social Research*, 8(41), 703-716.
- Ozkan U (2020). Comparative Overview and Evaluation of Forage Crops Agriculture in Türkiye. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)*, 1(1), 29-43.
- Sakarya, E., & Aral, Y. (2008). Cost elements that make up the cost in livestock enterprises and the stage cost system in meat industry enterprises. *Journal of Productivity* (3), 115-134.
- Şahin, K. and Hosafloğlu, İ. (2014). A Research on Determination of Factors Effective in Deciding on Forage Crops Production in Iğdır Province. XI. National Agricultural Economics Congress, 2014.
- TB (2024). Field Crops. <https://www.bingol.edu.tr/documents/Tarla%20Bitkileri.pdf> (Accessed February 23, 2024)
- Temel, S., and Şahin, K. (2011). Current Status, Problems and Solution Suggestions of Forage Crops in Iğdır Province. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 21(1), 64-72.
- TMMOB Chamber of Agricultural Engineers, (2020). Livestock report 2018. Available at https://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/d72b0af83c0de94_ek.pdf. Last Accessed February 22, 2024.
- Türkan, S. (2017). General structure of small ruminant livestock enterprises in Tuzluca district of Iğdır province (Published Master's Thesis). Iğdır University, Iğdır.

MAPPING AGRICULTURAL PRODUCT PATTERN WITH SENTINEL 2 SATELLITE IMAGES AND RANDOM FOREST ALGORITHM

Lect. Rüstü ÇALLI

Igdir University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Architecture and
Urban Planning, Igdir, Türkiye

Lect. Dr. Emirhan ÖZDEMİR

Igdir University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Architecture and
Urban Planning, Igdir, Türkiye

Lect. Mitat Can YILDIZ

Igdir University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Architecture and
Urban Planning, Igdir, Türkiye

Assoc. Prof. Alihsan ŞEKERTEKİN

Igdir University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Architecture and
Urban Planning, Igdir, Türkiye

ABSTRACT

Mapping of agricultural lands is an important inventory in food security and decision-making processes carried out by the governments. These maps are used to describe cultivated areas and their spatial distribution. This study aims to map agricultural crop patterns with the use of Sentinel 2 satellite images. An agricultural area in Zara district of Sivas was taken into consideration as test site. Sentinel 2A satellite image acquired on August 8, 2023, was downloaded from the European Space Agency-supported Copernicus web page and used for classification. On the same date, fieldwork was also carried out to observe the product pattern on-site and collect ground truth data. In order to map the agricultural product pattern, two different classification processes were carried out with machine-learning based Random Forest (RF) algorithm. In two different classification processes, the ratios of training and testing data were considered 70%-80% and 30%-20%, respectively. The classification was carried out using the blue, green, red, and near-infrared bands of the Sentinel 2 data, which have 10 m spatial resolution. In the classification process, the basic classes were selected as sugar beet, corn, sunflower, wheat, fodder crop, potato, and others. The other class includes land cover and uses such as roads, open areas, settlements, and sand quarries. In the classification processes performed with the RF algorithm, the overall accuracy (OA), Kappa, and F1 scores were obtained as 0.96, 0.83, and 0.85, respectively, in the 80%-20% training/test ratio classification. On the other hand, in the 70%-30% training/test ratio classification, the overall accuracy (OA), Kappa, and F1 score were calculated as 0.97, 0.83, and 0.85, respectively. Considering the obtained accuracy values, it was revealed that Sentinel 2 data with 10 m spatial resolution can be used effectively in mapping agricultural product patterns.

Keywords: Remote Sensing, Mapping, Sugar Beet, Corn, Sunflower, Wheat, Fodder Crop, Potato

INTRODUCTION

The world population is increasing day by day, and it is expected that this growth rate will reach 9.7 and 11.2 billion by 2050 and 2100, respectively (United Nations, 2015). In the near future, this rapid growth will increase urbanization and industrialization, consequently putting pressure on food and water supply. Additionally, rapid urbanization is inevitably expected to trigger events such as droughts and famines due to climate change caused by itself. In order to prevent these problems, it is of utmost importance to monitor agricultural activities and water consumption professionally and take measures to alleviate the problems.

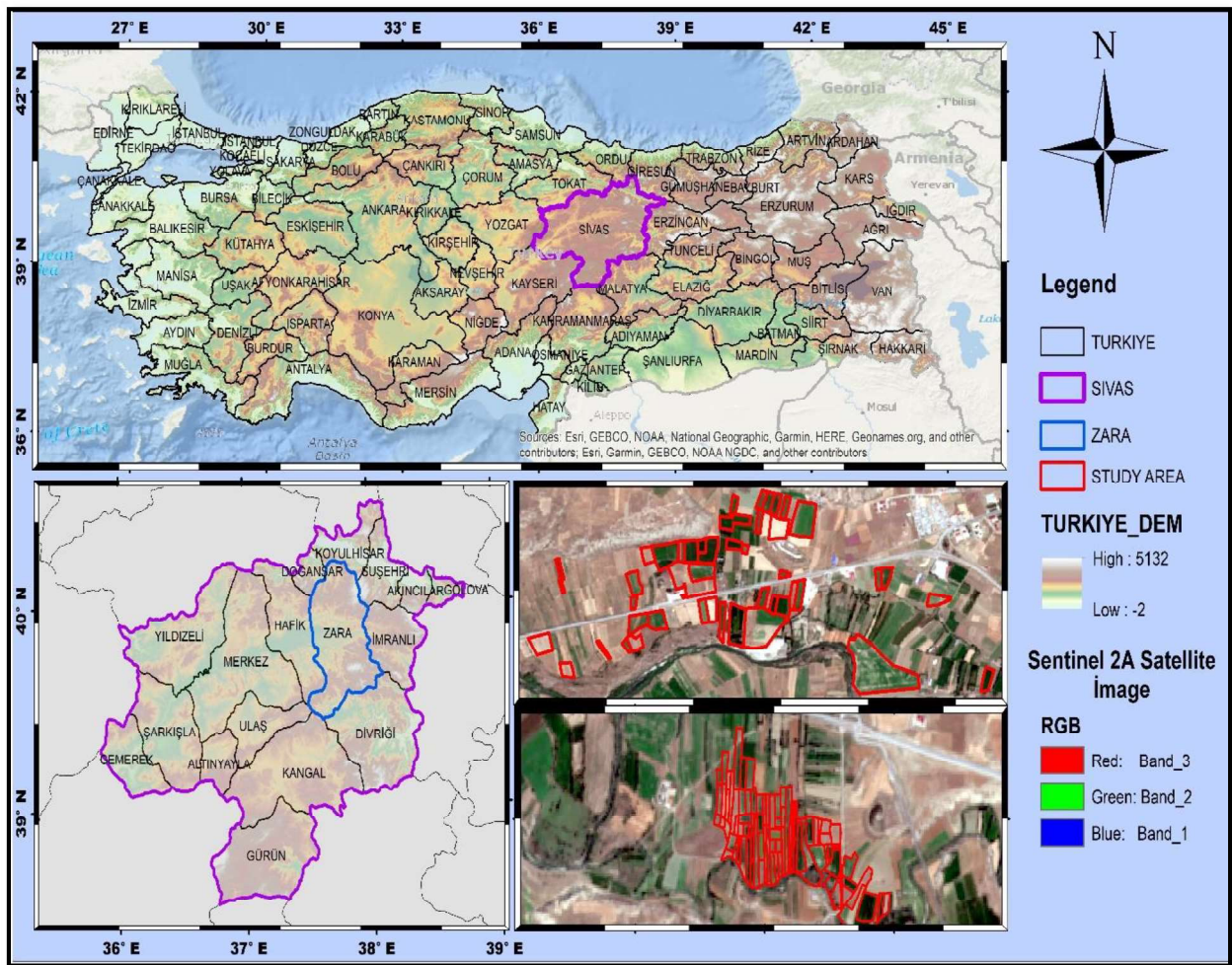
Remote sensing refers to the scientific practice of gathering data about objects on the Earth's surface without direct physical contact, achieved through the utilization of sensor devices (Lillesand et al., 2015). In recent years, remote sensing technologies have been one of the most commonly used techniques for detecting crop patterns in agricultural areas. There are various mapping studies conducted in agricultural areas using satellite imagery at different scales and with different methods (Ozdogan & Woodcock, 2006; Thenkabail et al., 2009; Thenkabail et al., 2010).

Studies conducted using time-series satellite images for detecting agricultural crop patterns provide higher accuracy compared to single images. Türker et al. (2015) detected parcel-based agricultural crop patterns based on Landsat 7 ETM+ images for May, July, and August. Serra & Pons (2008) developed a method to track the temporal changes of six Mediterranean plants using 36 Landsat images. The use of Sentinel 2 satellites has increased the availability of multi-temporal images and played an important role in image classification processes. Sonobe et al. (2017) identified agricultural crop types using Sentinel 1A and Sentinel 2A satellite images. Simonneaux et al. (2008) classified 8 time-series Landsat images and stated that detailed crop typology cannot be obtained only with NDVI. Du et al. (2012) developed the DWDCS algorithm using HRS images and achieved high accuracy in classifying agricultural areas. Akar & Güngör (2013) detected hazelnut and tea fields in Sürmene district of Trabzon province using WorldView-II images and showed that Random Forest (RF) algorithm presented better accuracy than the other methods. Even though time series images provide better accuracies compared to single image evaluation, single image classification also presents valuable information about the study area if only one field campaign is conducted.

The objective of the current study is to determine agricultural crop patterns grown during the summer months in a part of Zara district of Sivas province using the Random Forest (RF) classification method applied to Sentinel 2 satellite images. The satellite image used was acquired on August 8, 2023, and downloaded from the European Space Agency-supported Copernicus website.

MATERIAL AND METHOD

The study area consists of an agricultural region situated in the Zara district of Sivas province, Türkiye. Figure 1 illustrates the test sites, located in the Zara plain, with coordinates as follows: Upper Left Longitude: 37.66° Latitude: 39.89° Upper Right Longitude: 37.76° Latitude: 39.89° Lower Left Longitude: 37.66° Latitude: 39.85° Lower Right Longitude: 37.76° Latitude: 39.85°.



The study area has a total area of approximately 3,000.00 hectares. The region is highly fertile in terms of agricultural products. Predominantly grown crops include potatoes, corn, wheat, sugar beet, fodder crops, and sunflower.

The Sentinel 2 satellite image used in the study was acquired on August 8, 2023. On the same date, fieldwork was also conducted to observe the crop pattern on-site and collect ground truth data. In the classification process, the main classes selected were fodder crops, corn,

sunflower, wheat, sugar beet, potatoes, and others. The "others" class includes land cover and land use such as roads, open areas, settlements, and quarries (Figure 2).

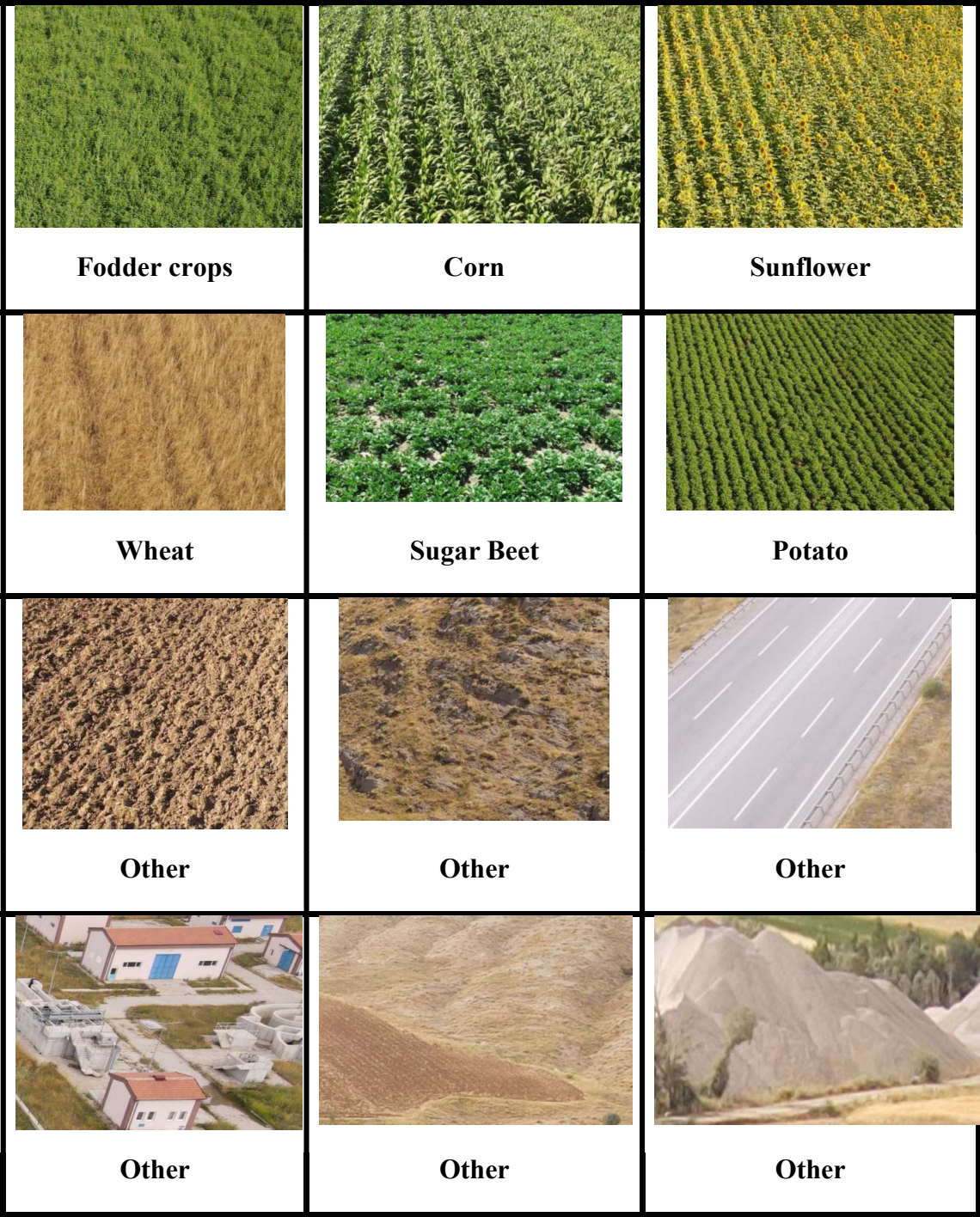


Figure 2. Land classes identified based on fieldwork results.

1.1. Random Forest (RF) Classification Algorithm

Ensemble classification methods are machine-learning algorithms, generating multiple classifiers rather than a single one, and they classify new data by aggregating the predictions of these classifiers through a voting mechanism. In the bagging algorithm, numerous

bootstrapped training datasets are generated using the initial training dataset, and a tree is built for each bootstrapped training dataset. The consecutive trees are independent of each other, and the majority voting mechanism is used to make prediction (Liaw & Wiener, 2002).

RF can be described as an ensemble of tree-based classifiers (Figure 3). It represents an advanced iteration of the bagging method, enriched by the inclusion of randomness. Instead of selecting the optimal split from all variables to partition each node, it randomly picks the best split from a subset of variables at each node for partitioning. Every dataset is created by bootstrapping from the original dataset. Following that, trees are constructed utilizing random feature selection (Archer & Kimes, 2008).

To initialize the RF algorithm, the user needs to define two parameters. These parameters include the number of variables utilized at each node to detect the optimal split (m) and the number of trees to be generated, denoted as N . Initially, bootstrap samples are generated from $2/3$ of the training dataset. The remaining $1/3$ of the training dataset, referred to as out-of-bag (OOB) data, is employed for testing errors. Subsequently, a tree is constructed from each bootstrapped sample without pruning. At each node, m variables are chosen randomly from all available variables, and the optimal split among these variables is identified. Selecting the appropriate number of variables that offer ample predictive power while maintaining a low degree of correlation is crucial (Horning, 2010).

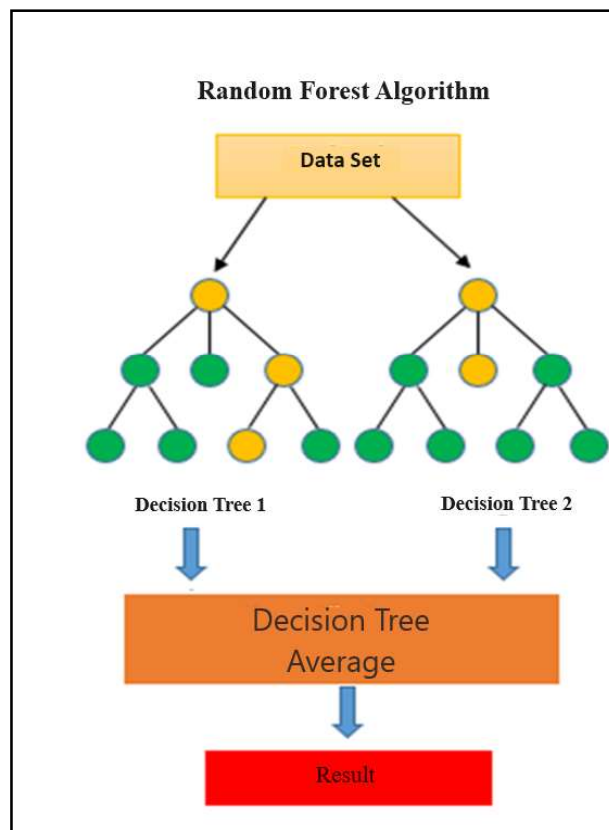


Figure 3. The structure of the RF algorithm.

In this study, the RF classification was conducted using "Dzetsaka" plug-in available in the QGIS software. Firstly, training data was created considering the data collected during the fieldwork. For this process, 7 classes (sugar beet, corn, sunflower, fodder crops, potatoes,

wheat, and others) were selected. Using this created training data, a classification model was first implemented with 20% test data and 80% training data, and then with 30% test data and 70% training data. Figure 5 illustrates work flow of the classification process.

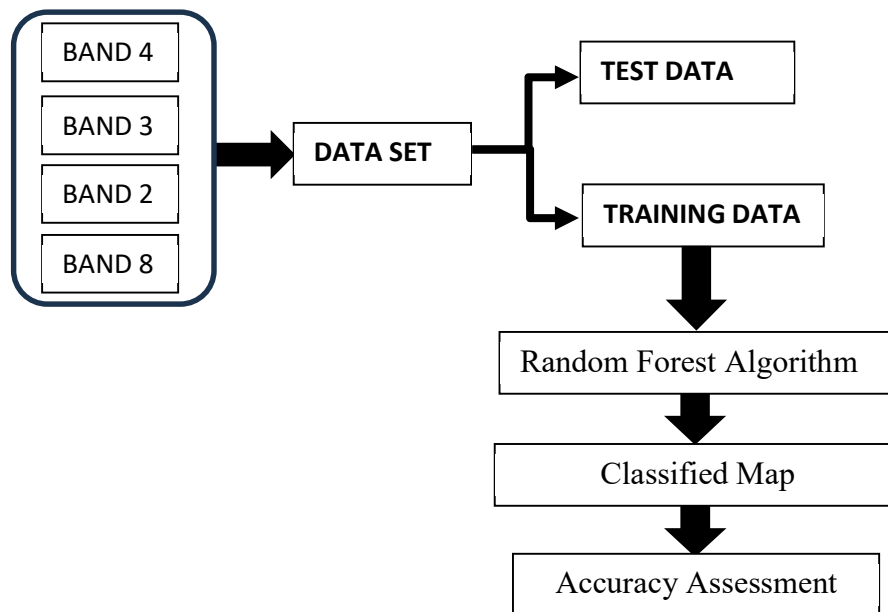


Figure 5. Work flow diagram of the study.

RESULTS

The RF-based classification was employed using the blue (B: B2), green (G: B3), red (R: B4), and near-infrared (NIR: B8) bands of the Sentinel 2 data with 10 m spatial resolution. In the classification process, the main classes selected were sugar beet, corn, sunflower, wheat, fodder crops, potatoes, and others. The "others" class includes land cover and land use such as roads, open areas, settlements, and quarries. Figure 6 and Figure 7 represent the RF-based classified maps with training and testing ratios of 80/20 and 70/30, respectively. Considering the visual interpretation, both results are very identical to each other. In the classification performed using the RF algorithm, a training/test ratio of 80-20 resulted in an overall accuracy (OA) of 0.96, Kappa of 0.83, and F1 score of 0.85. Additionally, for the training/test ratio of 70-30, an overall accuracy (OA) of 0.97, Kappa of 0.83, and F1 score of 0.85 were calculated. When the statistical results were examined, it was observed that reducing the training data ratio did not lead to a decrease in classification accuracy.

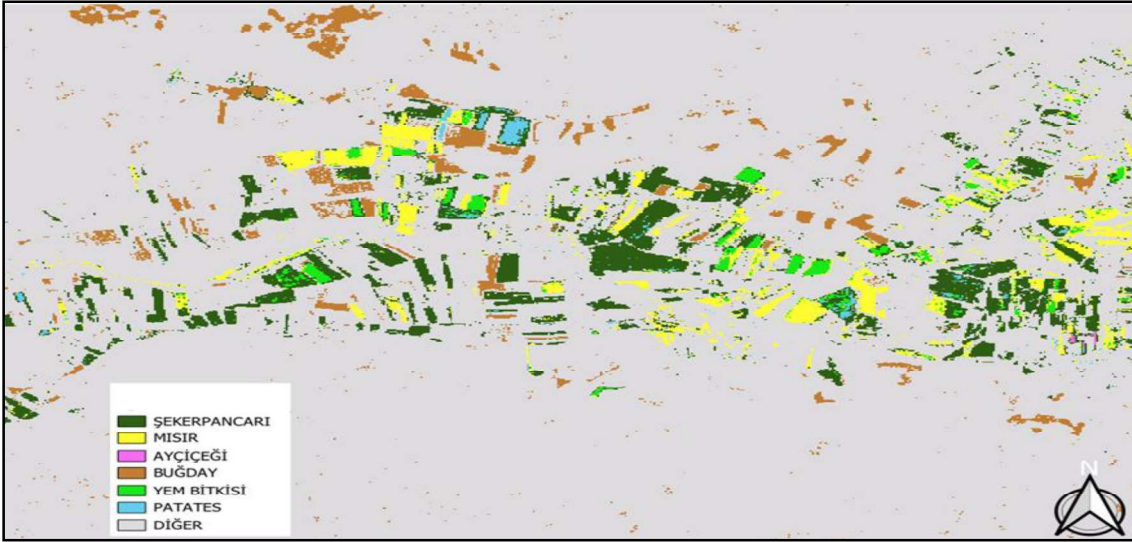


Figure 6. Classification map using 80% training and 20% test data.



Figure 7. Classification map using 70% training and 30% test data.

CONCLUSION

In this study, the Sentinel 2 satellite image of August 2023 was classified on a pixel-by-pixel basis, and a thematic map showing the crop pattern in the agricultural area of Zara was created. The RF algorithm was used for classification, and the classification performances were tested with accuracy analyses. The 7 classes created in the classification were classified according to their spectral properties. Classification results using 20% test data and 30% test data with the RO algorithm achieved overall classification accuracies of 96% and 97%, respectively. Considering the obtained accuracy values and maps, the results proved that the Sentinel 2 imagery with 10 m spatial resolution can be effectively used for mapping agricultural crop patterns.

REFERENCES

- Akar, Ö. (2013). Rastgele orman sınıflandırıcısına doku özellikleri entegre edilerek benzer spektral özellikteki tarımsal ürünlerin sınıflandırılması.
- Archer, K. J., & Kimes, R. V. (2008). Empirical characterization of random forest variable importance measures. *Computational statistics & data analysis*, 52(4), 2249-2260.
- Du, P., Xia, J., Chanussot, J., & He, X. (2012, July). Hyperspectral remote sensing image classification based on the integration of support vector machine and random forest. In 2012 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (pp. 174-177). IEEE.
- Horning, N. (2010). Random Forests: An algorithm for image classification and generation of continuous fields data sets. Bellman, R.E. (1978). *An Introduction to Artificial Intelligence: Can Computers Think*. Boston: Boyd and Fraser Publish.
- Immitzer, M., Vuolo, F., & Atzberger, C. (2016). First experience with Sentinel 2 data for crop and tree species classifications in central Europe. *Remote sensing*, 8(3), 166.
- Liaw, A., & Wiener, M. (2002). Classification and regression by randomForest. *R news*, 2(3), 18-22.
- Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015). *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons.
- Nations, U. (2015). *World population prospects: The 2015 revision*. United Nations Econ Soc Aff, 33(2), 1-66.
- Ozdogan, M., & Woodcock, C. E. (2006). Resolution dependent errors in remote sensing of cultivated areas. *Remote Sensing of Environment*, 103(2), 203-217.
- Serra, P., & Pons, X. (2008). Monitoring farmers' decisions on Mediterranean irrigated crops using satellite image time series. *International Journal of Remote Sensing*, 29(8), 2293-2316.
- Simonneaux, V., Duchemin, B., Helson, D., Er-Raki, S., Olioso, A., & Chehbouni, A. G. (2008). The use of high-resolution image time series for crop classification and evapotranspiration estimate over an irrigated area in central Morocco. *International Journal of Remote Sensing*, 29(1), 95-116.
- Sonobe, R., Yamaya, Y., Tani, H., Wang, X., Kobayashi, N., & Mochizuki, K. I. (2017). Assessing the suitability of data from Sentinel-1A and 2A for crop classification. *GIScience & Remote Sensing*, 54(6), 918-938.
- Thenkabail, P. S., Hanjra, M. A., Dheeravath, V., & Gumma, M. (2010). A holistic view of global croplands and their water use for ensuring global food security in the 21st century through advanced remote sensing and non-remote sensing approaches. *Remote sensing*, 2(1), 211-261.
- Thenkabail, P., Lyon, J. G., Turrall, H., & Biradar, C. (Eds.). (2009). *Remote sensing of global croplands for food security*. CRC Press.
- Turker, M., & Arıkan, M. (2005). Sequential masking classification of multi-temporal Landsat7 ETM+ images for field-based crop mapping in Karacabey, Turkey. *International Journal of Remote Sensing*, 26(17), 3813-3830.

MONITORING THE WATER SURFACE AREA IN PATNOS DAM USED FOR AGRICULTURAL IRRIGATION WITH SENTINEL-2 SATELLITE IMAGES

Mitat Can YILDIZ

Igdir University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Architecture and Urban Planning, Igdir, Türkiye

Emirhan ÖZDEMİR

Igdir University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Architecture and Urban Planning, Igdir, Türkiye

Rüştü ÇALLI

Igdir University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Architecture and Urban Planning, Igdir, Türkiye

Alihsan ŞEKERTEKİN

Igdir University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Architecture and Urban Planning, Igdir, Türkiye

ABSTRACT

Water is one of the most basic factors on Earth, vital for ecology, climate, environment, and human health. Additionally, Water serves as an essential input for agricultural production and also holds significant importance in ensuring food security. Today, dams used for irrigation purposes play an important role in ensuring that agricultural production does not lose its continuity and efficiency. This study aims to examine spatiotemporal surface area changes of the water source with Sentinel-2 satellite images in the Patnos Dam, which is located on the Gevi Stream in Ağrı and used for agricultural irrigation. Normalized Difference Water Index (NDWI) and Otsu threshold value determination method were utilized to extract surface water body in the Patnos Dam lake from Sentinel-2 satellite images automatically. Between May and December 2023, NDWI images were produced using Sentinel-2 images without cloud cover for each month, and water surface and other land cover classes were obtained by determining threshold values with the Otsu method for each image. Processing of satellite images was carried out on the Google Earth Engine (GEE) platform. The water body was mapped by separating it from other land use and land cover classes with threshold values applied to NDWI images. With the water body maps prepared for each month, spatial and temporal changes in the dam water used for agricultural irrigation are revealed. The monthly areal change in the water body from May to December was obtained as 4.00, 4.12, 3.51, 2.55, 1.45, 0.85, 0.94, and 1.28 km², respectively. When the results were examined, the lowest surface water area in the images was measured in October, while the highest was measured in June. It was observed that after July, when agricultural irrigation was intensive, the surface water area in the dam decreased until December. This study demonstrated that water structures can be effectively monitored spatially and temporally with remote sensing technology. Based on this study and similar ones, determining rapid and practical temporal changes in surface water resources is essential for water resource management and sustainable agriculture.

Keywords: Sustainable Agriculture, Remote Sensing; Water Body Extraction; NDWI; Otsu.

INTRODUCTION

Water is the cornerstone of life. The need for water has increased in today's world and continues to grow every day. Water, an indispensable resource for humanity, is of vital importance, since it is used not only as drinking water but also in various fields such as agriculture, industry, cleanliness, and energy production. Constituting a significant portion of the human body, water is essential for the regular functioning of metabolism and the healthy operation of cells and organs. However, globally, many regions face challenges such as water pollution, depletion, and uneven distribution of water resources. This situation underscores the increasing importance of sustainable management and conservation of water sources.

Climate change is one of the factors affecting the water resources. Droughts, floods, and other climate events can disrupt the balance of the water sources. Therefore, efforts to combat climate change and protect water resources are interconnected. As a result, water emerges as an indispensable element for the continuation of life. Sustainable water management plays a critical role in maintaining environmental balance and ensuring human health. Humanity should fulfill its responsibilities by preserving water resources, using them efficiently, and distributing them fairly to leave a livable world for future generations. Errors in land use, global and rapid urbanization, excessive population growth, uncontrolled and incorrect irrigation methods, domestic and industrial pollution, primarily due to human activities, are causing the loss of quality and quantity of wetlands every day (Ozvan et al., 2023).

Agriculture is heavily dependent on water to feed the world's population. Both crop cultivation and livestock farming rely on water resources. Additionally, water is used in various industrial activities, such as cooling, cleaning, and energy production. Therefore, the sustainable and efficient management of water is crucial for the continuity of industrial activities and agriculture. To implement the sustainable management practices, there is a need for more accurate information in geographic monitoring. The monitoring of agricultural irrigation through remote sensing technology is a way used to enhance the efficiency of modern farming practices and manage water resources more effectively. Remote sensing products combined with artificial intelligence models for pixel-by-pixel classification offer substantial potential (Bolfe et al., 2023).

Caglayan et al. (2020) analyzed the spatial changes in Aksehir Lake using Landsat satellite data and deep learning techniques. By analyzing the 35-year temporal changes through remote sensing techniques, they concluded that highly accurate results could be obtained for water areas. Sabuncu (2020) analyzed the changes in Burdur Lake, which is significant and has tectonic structures for our country, within a specific time interval using Landsat satellite data and classification methods namely, and Support Vector Machine (SVM) and Maximum Likelihood. Yurteri & Kurttas (2021) analyzed surface area changes occurring in Seyfe Lake between 1985-2020 using the Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) method. Demiroglu & Ernst (2022) conducted a time-dependent analysis of the spatial, volumetric, and coastal changes of the Zernek Dam on the Hosap River in the Gurpinar district of Van, which operates for irrigation and electricity production. In their study, remote sensing technology was utilized, and assessments were made using Landsat satellite data and meteorological data through the NDWI and Radial Basis Function methods. Highlighting the

importance of water resource management, Karaca et al. (2022) examined the 20-year temporal changes in Terkos Lake using Landsat satellite data and the NDWI method. Ozvan et al. (2023) analyzed the three-year surface water and changes in and around Karatas Lake in the Tefenni plain of Burdur province using Landsat 8 satellite data.

The sensors on the satellite used by the aim of the study can detect changes in water levels and surface area variation supporting the sustainable use of water resources. This study aims to examine spatiotemporal surface area changes of the water source with Sentinel-2 satellite images in the Patnos Dam, which is located on the Gevi Stream in Agri and used for agricultural irrigation.

MATERIAL AND METHOD

The Patnos Dam, located at Patnos district in the Agri province, is one of the significant water structures in the eastern part of Turkey. Completed between 1985 and 1992, the dam is an embankment-type structure constructed on the Gevi River. This dam serves the purpose of sustainably managing the water resources of the Agri province and is utilized for agricultural irrigation. The location map of the Patnos Dam is depicted in Figure 1.

The primary purpose of the dam is to provide water to the surrounding agricultural lands by irrigating them, benefiting local farmers in the region. Additionally, the Patnos Dam contributes to energy production, addressing the region's energy needs. The construction of the dam adds vitality to the local economy, enhancing agricultural productivity and providing economic benefits to the local population.

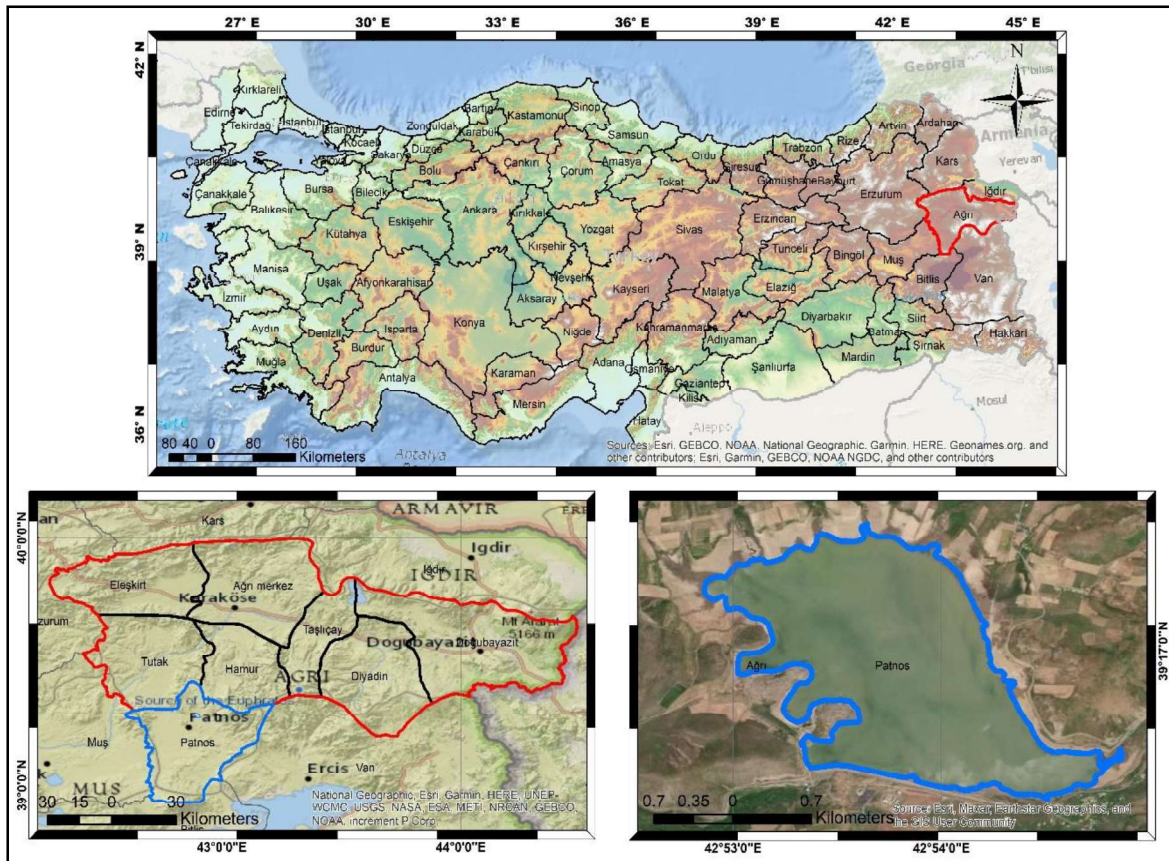


Figure 1. Study area map.

To determine the appropriate threshold value from calculated indices for delineating water surfaces is crucial. The thresholding process can be performed manually using histograms, but this method can be time-consuming and may lead to errors by causing the mixing of water with other details (Rad et al., 2021). Therefore, various techniques have been developed to automatically determine the threshold value. Among these techniques, the Otsu thresholding method has become a widely preferred choice (Cordeiro et al., 2021; Donchyts et al., 2016; Rad et al., 2021).

Otsu introduced a nonparametric and unsupervised approach to determine the optimal threshold value (Otsu, 1979). In Otsu's method, the optimal threshold value is determined through discriminant analysis, wherein the technique maximizes the "between-class variance" $\sigma_B^2(t)$ of the grey level histogram to achieve ideal separation of the classes. In the notation, the pixels of a given image are represented in L gray levels ranging from 0 to L-1. N denotes the total number of pixels in the image, and n(i) represents the number of pixels at level i. The normalization procedure is employed to the gray-level histogram, treating it as a probability distribution to simplify the discussion. The probability of occurrence of each grey level p(i) is represented by Equation 1 (Sekertekin, 2021).

$$P(i) = \frac{n(i)}{N}, \quad P(i) \geq 0, \quad \sum_{i=0}^{L-1} P(i) = 1 \quad (1)$$

The first-order cumulative moments and the mean gray level of the image are calculated.

$$\omega(t) = \sum_{i=0}^t \rho(i) \quad (2)$$

$$\mu(t) = \sum_{i=0}^t i \cdot \rho(i) \quad (3)$$

$$\mu_T = \sum_{i=0}^{L-1} i \cdot \rho(i) \quad (4)$$

$$t^* = \max_{t \in G} \sigma_B^2(t) \quad (5)$$

After obtaining the optimal threshold value, the following equation is calculated as a final step.

$$\sigma_B^2(t) = \frac{[\mu_T \omega(t) - \mu(t)]^2}{\omega(t)[1 - \omega(t)]} \quad (6)$$

The Otsu thresholding method automatically calculates the threshold value between water and non-water pixels using the pixel values in the histogram of the image. Designed to automatically separate water and non-water regions by utilizing differences in index values, this method determines the threshold value and uses it as a mask for each index, effectively distinguishing water and non-water areas (Yilmaz, 2023).

Remote sensing is a widely used tool for analyzing surface features in various applications. In this context, the differentiation between water and land holds crucial importance, especially in the fields of natural resource management and environmental monitoring. NDWI (Normalized Difference Water Index) stands out as an effective tool for identifying water bodies in remote sensing images. This index emphasizes the differences between water and land using the reflectance values of the near-infrared (NIR) and green bands of the images and is provided in Equation 7 (Gao, 1996; McFeeters, 1996).

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR} \quad (7)$$

Here, 'Green' represents the reflection values in the green band, and 'NIR' represents the reflection values in the near-infrared band. The index provides a scaling where water bodies have high values and land areas have low values. This enhances the contrast between water and land, facilitating the analysis process.

Google Earth Engine (GEE) grants free access to a vast array of satellite images and provides a cloud-based platform that seamlessly processes these images. This system makes the rapid processing, evaluation, and analysis of images possible (Gorelick et al., 2017; Yildiz & Yilmaz, 2022). In the scope of this study, 10-meter spatial resolution Sentinel-2 data developed by the European Space Agency (ESA) were utilized on the GEE platform. The Sentinel-2 satellite is designed to observe the Earth's surface in a broad spectral range and high resolution. These features have made Sentinel-2 a significant tool in various applications, particularly in environmental monitoring, agriculture, water management, and sustainable use of natural resources. Information about the Sentinel-2 imagery used in this study is provided in Table 1.

Table 1. Information about satellite data used in the study

Date (Day/Month/ Year)	Spatial Resolution (meter)	GEE ID
4/05/2023	10	COPERNICUS/S2_SR/20230504T075611_20230504T080223_T38SLJ
8/06/2023	10	COPERNICUS/S2_SR/20230608T075619_20230608T080228_T38SLJ
18/07/2023	10	COPERNICUS/S2_SR/20230718T075619_20230718T080228_T38SLJ
17/08/2023	10	COPERNICUS/S2_SR/20230817T075619_20230817T075859_T38SLJ
6/09/2023	10	COPERNICUS/S2_SR/20230906T075609_20230906T080553_T38SLJ
6/10/2023	10	COPERNICUS/S2_SR/20231006T075809_20231006T075804_T38SLJ
5/11/2023	10	COPERNICUS/S2_SR/20231105T080029_20231105T080226_T38SLJ
15/12/2023	10	COPERNICUS/S2_SR/20231215T080239_20231215T080237_T38SLJ

RESULTS AND DISCUSSION

In this study, the boundary of the study area, Patnos Dam and its surroundings, was initially defined on the GEE platform. Subsequently, Sentinel-2 data acquired on May, June, July, August, September, October, November, and December 2023 were defined in the code editor of the GEE. Attention was paid to the no cloud cover percentage during the selection of satellite images. RGB (Red-Green-Blue) band combinations were created for the selected satellite images (Figure 2). NDWI images were obtained using the Green and NIR bands (Figure 3). Then, water coverage, separated from other land use and land cover classes, was

mapped using threshold values applied to the NDWI images. Spatial and temporal changes in the dam water used for agricultural irrigation were delineated with water cover maps extracted for each month (Figure 4).

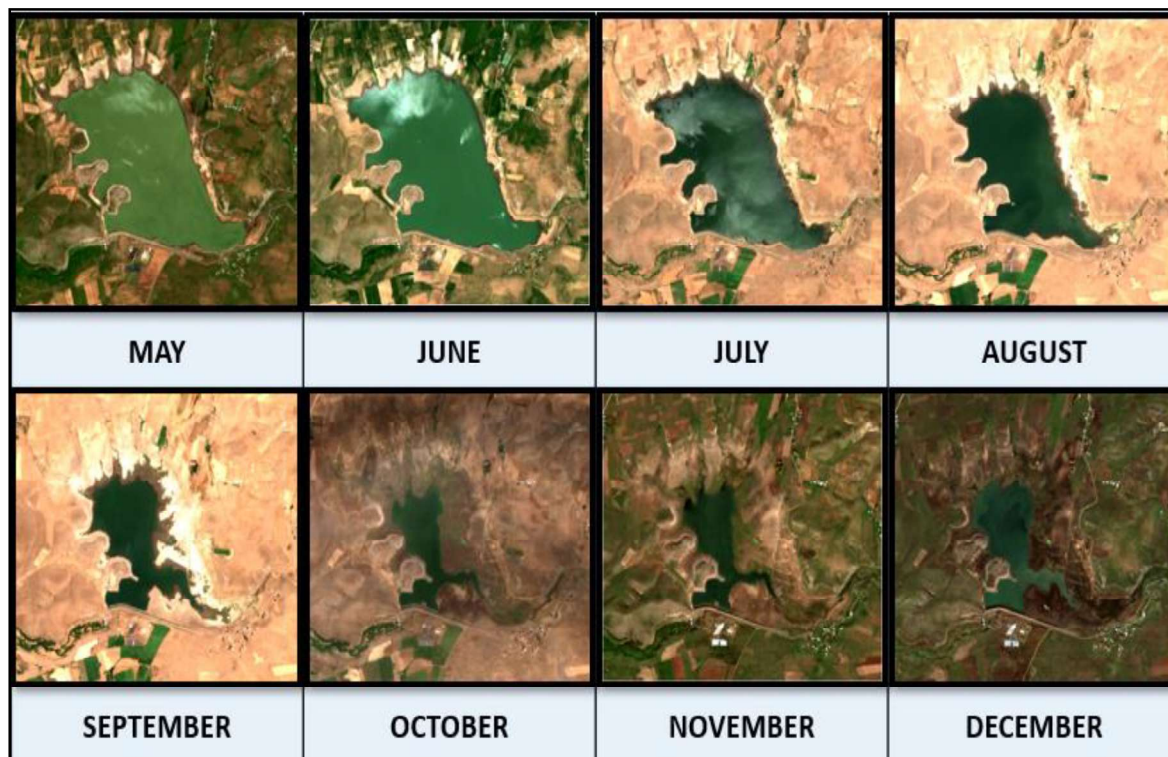


Figure 2. Patnos dam natural color images for the year 2023

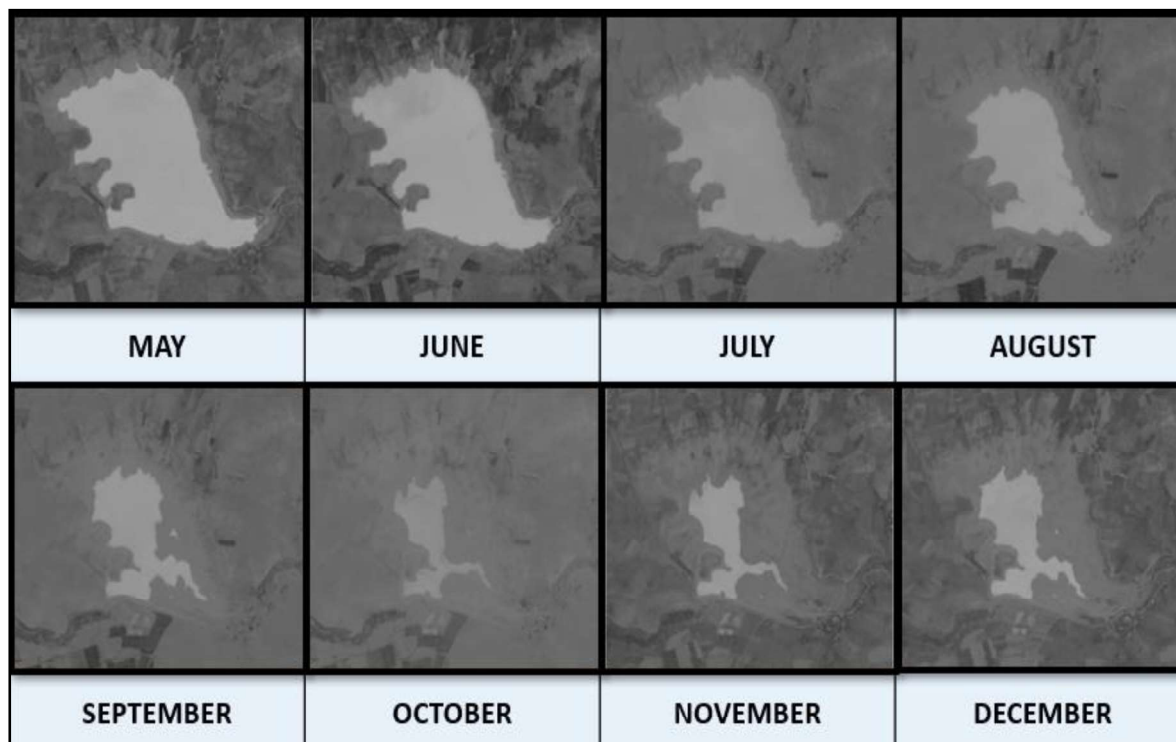


Figure 3. NDWI images of Patnos dam for the year 2023

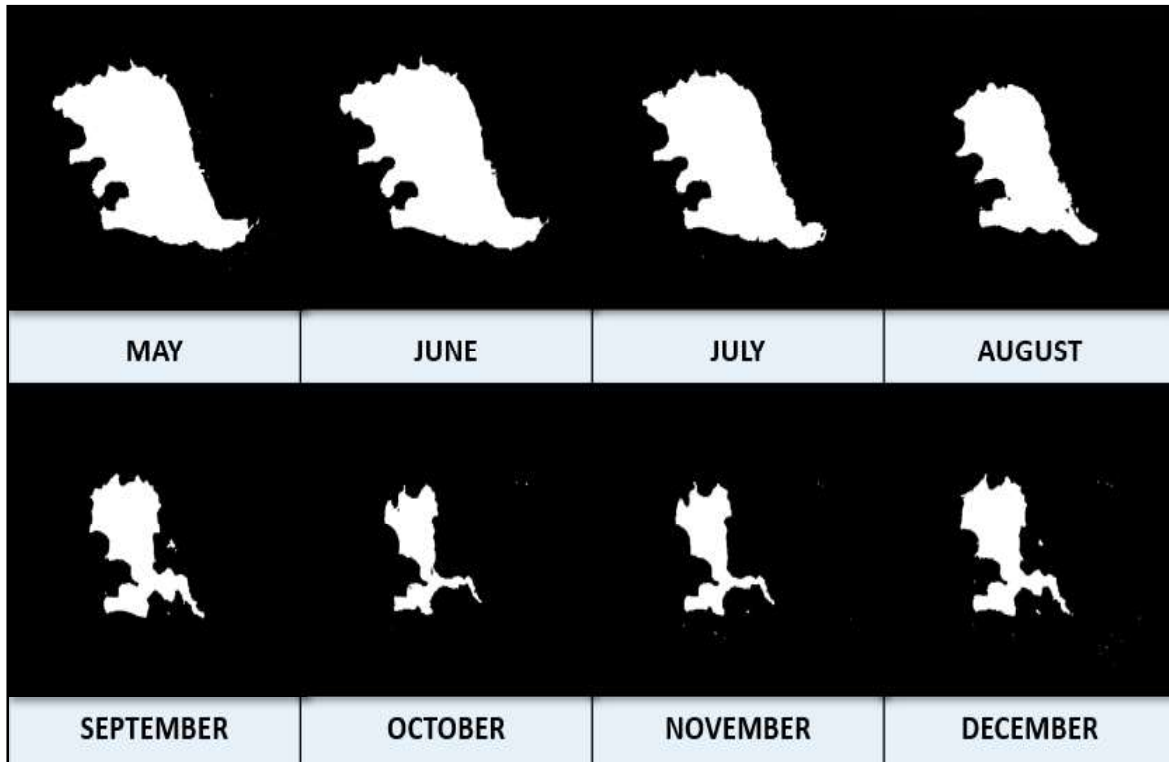


Figure 4. NDWI images of Patnos dam for the year 2023 obtained by applying Otsu thresholding method

The pixel-based calculation of surface water areas of Patnos Dam is presented in Table 2. Monthly areal changes in the water body from May to December are obtained as 4.00, 4.12, 3.51, 2.55, 1.45, 0.85, 0.94, and 1.28 km², respectively. Upon examining the obtained results, the surface water area in the images was measured at its lowest in October and its highest in June. It is observed that after July, when intensive agricultural irrigation is conducted, the surface water area in the dam decreases until December.

Table 2. Surface water areas of Patnos dam

YEAR	2023							
DAY	4	8	18	17	6	6	5	15
MONTH	May	June	July	August	September	October	November	December
AREA (km ²)	4.00	4.12	3.51	2.55	1.45	0.85	0.94	1.28

CONCLUSION

In this research, a total of 8 Sentinel-2 satellite images were used for the months of May, June, July, August, September, October, November, and December 2023. NDWI images were extracted from the satellite images, and the Otsu thresholding method was applied to extract water areas. Plans for the Patnos Dam should encompass the sustainable use of water resources and environmental protection. The management of the dam should be planned sustainably to meet the needs of future generations. In this context, adopting a management strategy that balances the economic, environmental, and social impacts of the dam is crucial. This study demonstrates the effective spatial and temporal monitoring of water structures through remote sensing technology. Conducting temporal changes in water resources quickly and practically with this and similar studies will be of great importance for water resource management.

REFERENCES

- Bolfé, É. L., Parreiras, T. C., Silva, L. A. P. D., Sano, E. E., Bettiol, G. M., Victoria, D. D. C., & Vicente, L. E. (2023). Mapping agricultural intensification in the Brazilian savanna: A machine learning approach using harmonized data from Landsat Sentinel-2. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(7), 263.
- Caglayan, E. B., Erel, F., Samur, E. B., Deniz, M., Mobariz, M. A., & Kaplan, G. (2020). Uzaktan algılama teknikler ile Akşehir Gölü'ndeki alansal değişiminin izlenmesi. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 2(2), 70-76.
- Cordeiro, M. C., Martinez, J. M., & Peña-Luque, S. (2021). Automatic water detection from multidimensional hierarchical clustering for Sentinel-2 images and a comparison with Level 2A processors. *Remote Sensing of Environment*, 253, 112209.
- Demiroglu, İ., & Ernst, F. (2022). Uzaktan algılama teknikleri kullanılarak Zerneke Barajı'nın alansal, hacimsel ve kıyı değişimlerinin zamana bağlı analizi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 7(1), 15-26.
- Donchyts, G., Schellekens, J., Winsemius, H., Eisemann, E., & Van de Giesen, N. (2016). A 30 m resolution surface water mask including estimation of positional and thematic differences using landsat 8, srtm and openstreetmap: a case study in the Murray-Darling Basin, Australia. *Remote Sensing*, 8(5), 386.
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote sensing of Environment*, 202, 18-27.
- Karaca, M., Yagmur, N., & Balcik, F. (2022). İstanbul Terkos Gölü zamansal değişiminin Google Earth Engine kullanılarak belirlenmesi. *Geomatik*, 7(3), 235-242.
- Otsu, N. (1979). A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE Trans Syst Man Cybern*, 9, 62–66. <https://doi.org/10.1109/TSMC.1979.4310076>
- Ozvan, H., Arik, B., Yeler, Satir, O., & Bostan, P. (2023). Alansal Değişimin Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi: Karataş Gölü Ve Çevresi Örneği. *Peyzaj*, 5(1), 30-39.

- Rad, A. M., Kreitler, J., & Sadegh, M. (2021). Augmented Normalized Difference Water Index for improved surface water monitoring. *Environmental Modelling & Software*, 140, 105030.
- Sabuncu, A. (2020). Burdur Gölü kıyı şeridindeki değişiminin uzaktan algılama ile haritalanması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(4), 623-633.
- Sekertekin, A. (2021). A survey on global thresholding methods for mapping open water bodies using Sentinel-2 satellite imagery and normalized difference water index. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 28, 1335-1347.
- Yildiz, M. C., & Yılmaz, M. (2022). Yer Yüzeyi Sıcaklığının Google Earth Engine Kullanılarak Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 22(6), 1380-1387.
- Yılmaz, O. S. (2023). Uzaktan Algılama Teknikleri ile Su Yüzeylerinin Tespit Edilmesinde Kullanılan Su Çıkarma İndekslerinin Performans Analizi. *Turkish Journal of Remote Sensing and GIS*, 4(2), 242-261.
- Yurteri, Cansu., & Kurttas, Turker. (2021). Uzaktan algılama ve CBS teknikleri kullanılarak Seyfe Gölü (Kırşehir) yüzey alanının zamansal değişiminin analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(4), 1115-1128.

DEVELOPING A SOLUTION FOR DETECTING UNDECLARED AGRICULTURAL LANDS IN AGRICULTURAL AREAS UNDER THE CONTROL OF IRRIGATION UNIONS WITH UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAVS)

Emirhan ÖZDEMİR

Igdir University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Architecture and Urban Planning, Igdir, Türkiye

Rüştü ÇALLI

Igdir University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Architecture and Urban Planning, Igdir, Türkiye

Mitat Can YILDIZ

Igdir University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Architecture and Urban Planning, Igdir, Türkiye

Alihsan ŞEKERTEKİN

Igdir University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Architecture and Urban Planning, Igdir, Türkiye

ABSTRACT

In Turkey, the operation, maintenance, and management responsibility of irrigation networks began to be transferred to water user organizations with the work initiated in 1993. In this context, the management of irrigation networks built and operated by the general directorate for state hydraulic works (DSI) has been transferred to village legal entities, municipalities, irrigation cooperatives, and irrigation unions. In order to ensure agricultural sustainability, producers who carry out agricultural production in irrigation fields operated by the irrigation unions are required to pay the water usage fee to the irrigation unions. In the payment of water usage fees based on farmers' declarations, irrigation unions may experience financial difficulties from time to time due to farmers not making declarations of using water. In this context, the aim of this study is to develop an algorithm for detecting undeclared agricultural lands in the agricultural irrigation area of irrigation unions with Unmanned Aerial Vehicles (UAV). In order to make an exemplary application within the scope of the study, coordinated photographs of a study area of approximately 5000 hectares in Zara and Hafik districts of Sivas were taken between 8-11 August 2023 with a UAV with RTK (Real Time Kinematic) module. Parcel boundary data and cadastral island-parcel information of the agricultural lands within the study area were obtained through the parcel query application of the General Directorate of Land Registry and Cadastre. In the study, the MATLAB program was used and firstly, the shapefile containing the borders of agricultural lands was loaded as input. Then, coordinate information was taken as Latitude and Longitude from the metadata file of the photographs taken by the UAV. The aim here is to autonomously find out within which parcel boundaries the photographs were taken. As a result, there are "Island-Parcel Information, Parcel Boundaries and point coordinates of the photographs" of the parcels on the map layer of the study area. Thus, the user can easily determine which crop is planted in which parcel. After this stage, when the information recorded by the irrigation unions is examined, it can be determined whether the parcel on which the product is detected is declared or undeclared.

With the algorithm developed within the scope of the study, undeclared agricultural lands within the borders of the irrigation union are identified more easily, time-, and cost-effectively. Thus, the fees (real price + penalty) allocated from the farmers after the determination of undeclared agricultural lands during the annual irrigation periods will ensure that the services provided by the union can continue in a sustainable manner.

Keywords: Agriculture, Irrigation Union, Sustainable Irrigation, MATLAB, Image Interpretation

INTRODUCTION

Water holds vital importance for the continuation of ecosystems and human life. Throughout history, humans have often established settlements and civilizations in areas close to water or easily accessible to water sources. However, factors such as rapidly increasing population, urbanization, industrialization, and agricultural irrigation are leading to the increasingly excessive consumption of natural water resources (Aydoğdu et al., 2019). 70% of the total water consumption worldwide is for irrigation, 22% for industrial purposes, and 8% for drinking and domestic use. In developed countries, these proportions are 30%, 59%, and 11%, respectively, whereas in less developed countries, they stand at 82%, 10%, and 8% (UNESCO-WWAP, 2003). This situation once again underscores the importance of water management.

Water management entails the planned development, distribution, and utilization of water resources. This is of significant importance in terms of the efficiency of irrigation systems and the conservation of water resources (Aydoğdu et al., 2015). Well-defined management and operation policies are necessary for the effective management and distribution of water resources. Therefore, in many countries, irrigation networks have been delegated to water user unions to be managed more effectively and efficiently, aiming to reduce operation and maintenance costs (Gençoğlu & Değirmenci, 2019). In Turkey, irrigation management is conducted through various entities such as the government, local authorities, the public, cooperatives, and irrigation unions. The State Hydraulic Works (DSİ) has taken on the operation of irrigated areas and accelerated the transfer of irrigation network operations to users since 1993 (Kaya & Çiftçi, 2016). However, since 1994, irrigation unions, a widespread and novel management model, have emerged in Turkey to provide better service. While DSİ continues to operate major irrigation facilities under its control, the operation of small irrigation facilities has been transferred to irrigation unions and cooperatives. Established as a result of the government's policy to transfer irrigation systems to local authorities, irrigation unions have gained legal personality within their service areas by collaborating with local governments and aiming to ensure farmers' ownership and protection of irrigation facilities (Kibaroglu, 2022). These unions have aimed to carry out the operation, maintenance, and repair of irrigation facilities with the active participation of farmers (Saritaş et al., 2001). Additionally, the duties and authorities of irrigation unions are determined by the approval of the DSİ Directorate (Kaya & Çiftçi, 2016).

While continuing their service processes, irrigation unions encounter numerous problems, one of which is insufficient financing. Due to reasons such as the high costs of irrigation networks within the boundaries of irrigation unions and the inability to fully collect irrigation fees or a portion thereof from farmers, unions have turned to new approaches. Thus, the sustainability of irrigation unions is aimed to be achieved by balancing income and expenditure levels. Accordingly, this study aims to use Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) within the agricultural irrigation area belonging to irrigation unions to identify undeclared agricultural lands within the field, thus providing support to the union's financial capacity by saving time, cost, and workload.

MATERIALS AND METHODOLOGY

Study Area

In order to test the algorithm developed for the detection of undeclared agricultural lands within the agricultural irrigation area belonging to irrigation unions using unmanned aerial vehicles, a study area was selected where different plant species exist within the boundaries of the Sivas/Zara district (Figure 1).

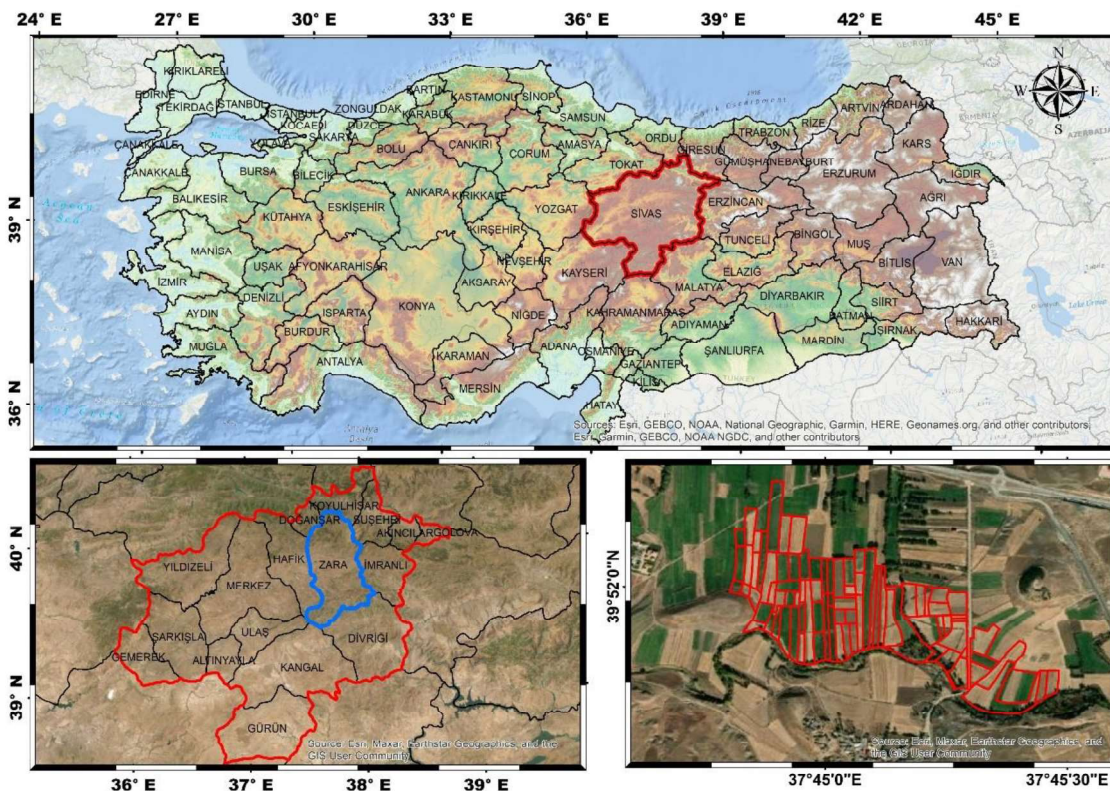


Figure 1. Map of the study area.

Considering the selected area topographically, it is observed to have minimal differences in elevation, with an average altitude of 1330 meters. Additionally, the implementation of land consolidation in the selected area has ensured that agricultural land boundaries are orthogonal.

This has facilitated smoother and more controlled flights with UAVs. The subsequent section will discuss the process of capturing photos with UAVs, followed by manual evaluation of the photos, and then elaboration on the developed algorithm.

Initially, a vantage point dominant over the study area was selected for UAV flight. The DJI Phantom 4 RTK model was employed for the flight operations. Utilizing this model for flights ensured more accurate coordinate values compared to devices without RTK units. Given the priority of detecting undeclared fields within the boundaries of the irrigation union in the scope of the study, photos were taken with the UAV at approximately 25 meters altitude to ensure a comprehensive view of each cultivated and green parcel. This aerial photography process was conducted over the parcels depicted in Figure 1. The flight took place on August 8, 2023, close to the harvesting times of plants, to enable accurate plant detection.

The process of determining which photo belongs to which parcel and identifying the plant species within that parcel constitutes the majority of the study. Initially, to determine which photo belongs to which parcel, the coordinates of the points where the photos were taken are needed. For this purpose, all photos are loaded into the photogrammetric balancing software, Pix4D Demo Version (URL-1). Subsequently, using the software, the coordinates of all photos are saved into a single file in text format. In the next step, the coordinates of the photos are individually entered into the Geographic Query tab of the Parcel Query Application developed by the General Directorate of Land Registry and Cadastre (URL-2), and the query is completed (Figure 2).

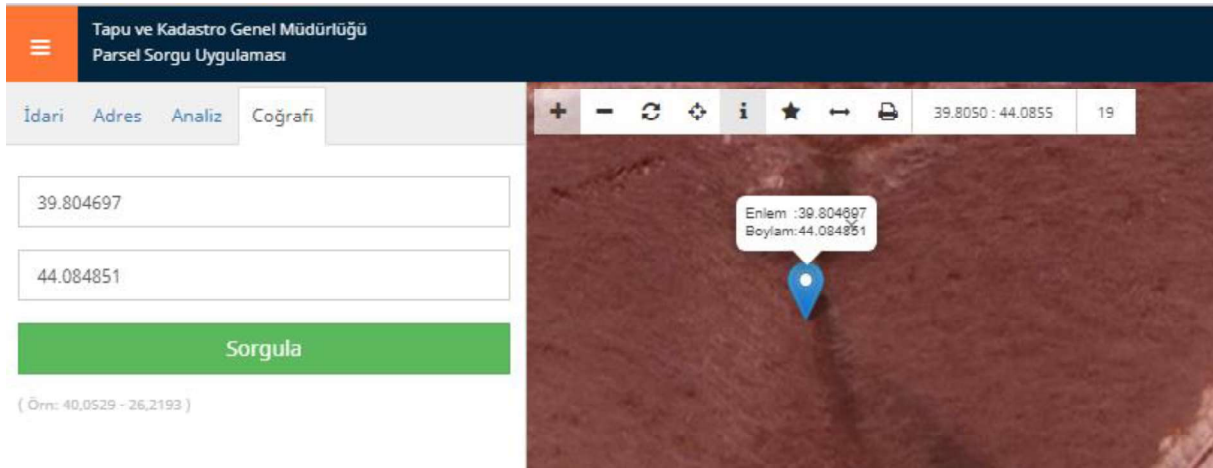


Figure 2. Parcel query application

Upon querying, the map layer displays the parcel within which the point is located. Consequently, attribute information about that parcel (such as province, district, block number, and parcel number) is saved by the user into a separate file. This process is performed for each photo, determining which parcel the photos were taken on and identifying their attribute information. In cases where the number of photos to be queried is high, each of these steps will require significant labor and time. The subsequent step after determining which parcel the photos belong to is to identify the species of the cultivated plant within that

parcel. The user manually adds the plant species to the file containing attribute information, based on accumulated knowledge from the photos. Thus, determining which plant species are cultivated in each parcel during the flight period has been laboriously achieved using various programs and web-based applications. These evaluation steps have been redesigned to save time, cost, and workload. The programming phase of the developed approach has been coded in the MATLAB platform. With its user-friendly interface, extensive library support, and rich graphical capabilities, MATLAB is a useful platform for solving complex problems and exploring data. Initially, the developed code in the study prompts the user to upload the corner points of the parcels within the boundaries of the irrigation union. Subsequently, the program displays the parcel boundaries to the user on the map layer (Figure 3).



Figure 3. Parcel boundaries

In the next stage of the code, the user is prompted to select the file path containing the photos. As a result, which photo belongs to which parcel is displayed to the user on the map layer (Figure 4).



Figure 4. Parcel-Photo matching

As a result, the manual steps performed by the user in the previous sections can be automatically executed through the code written in the MATLAB platform.

RESULTS

The process of manually identifying undeclared agricultural lands within the agricultural irrigation area belonging to irrigation unions using unmanned aerial vehicles has been further enhanced with the approach developed using the MATLAB program.

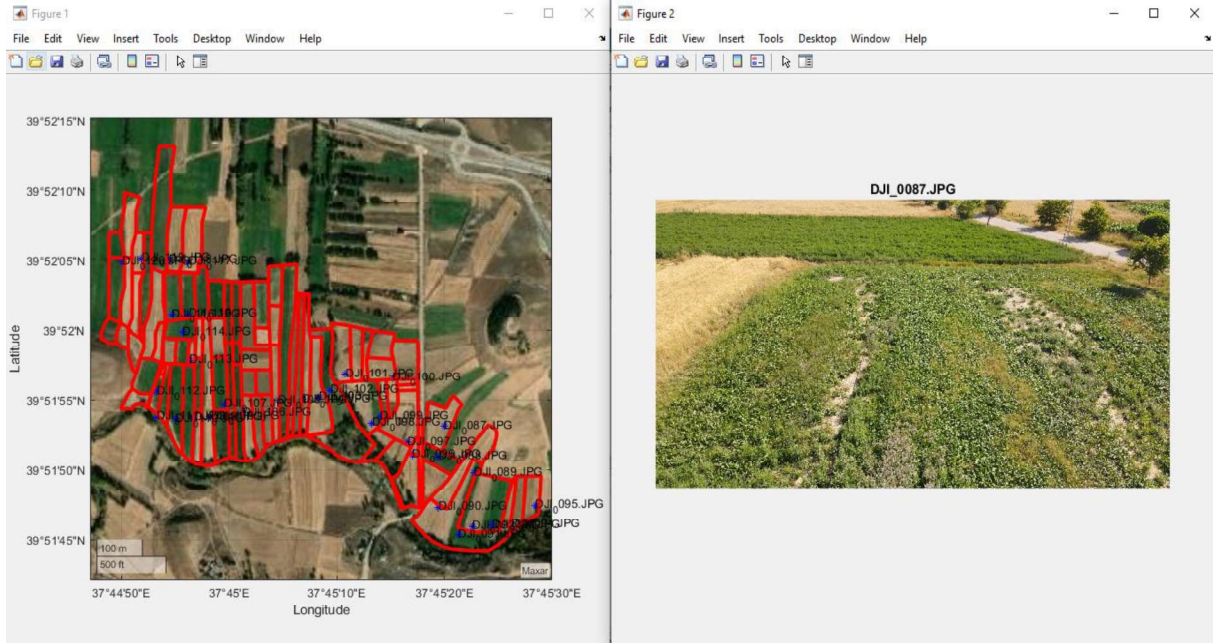


Figure 5. Parcel, photo and plant type matching

In Figure 5, any photo selected by the user from the layer on the left side is displayed on the right side. Thus, the user can easily determine the species of the plant within that parcel without encountering any difficulty. After the evaluation of each photo is completed, the user can choose to save the file containing the attribute information and plant species obtained manually in the initial stages in either .xlsx or .txt format (Figure 6).

DosyaAdi	Ada	ParceleNumarasi	Bitki Türü
DJI_0087.JPG	506	157	ŞEKERPANCARI
DJI_0088.JPG	506	84	YEM BİTKİSİ
DJI_0089.JPG	506	80	YEM BİTKİSİ
DJI_0090.JPG	506	80	YEM BİTKİSİ+ŞEKERPANCARI
DJI_0091.JPG	506	80	YEM BİTKİSİ
DJI_0092.JPG	506	81	MISIR
DJI_0093.JPG	506	81	MISIR
DJI_0094.JPG	506	79	BUĞDAY
DJI_0095.JPG	506	78	YEM BİTKİSİ
DJI_0096.JPG	639	56	YEM BİTKİSİ
DJI_0097.JPG	639	54	BUĞDAY
DJI_0098.JPG	639	49	EKİLİ DEĞİL
DJI_0099.JPG	639	49	BUĞDAY
DJI_0100.JPG	639	44	BUĞDAY
DJI_0101.JPG	639	48	MISIR
DJI_0102.JPG	639	60	ŞEKERPANCARI
DJI_0103.JPG	639	61	FASULYE
DJI_0104.JPG	639	62	KARIŞIK BOSTAN
DJI_0105.JPG	639	86	BUĞDAY
DJI_0106.JPG	639	89	BUĞDAY
DJI_0107.JPG	639	113	MISIR
DJI_0108.JPG	639	117	FASULYE

DosyaAdi	Ada	ParceleNumarasi	Bitki Türü
DJI_0087.JPG	506	157	ŞEKERPANCARI
DJI_0088.JPG	506	84	YEM BİTKİSİ
DJI_0089.JPG	506	80	YEM BİTKİSİ
DJI_0090.JPG	506	80	YEM BİTKİSİ+ŞEKERPANCARI
DJI_0091.JPG	506	80	YEM BİTKİSİ
DJI_0092.JPG	506	81	MISIR
DJI_0093.JPG	506	81	MISIR
DJI_0094.JPG	506	79	BUĞDAY
DJI_0095.JPG	506	78	YEM BİTKİSİ
DJI_0096.JPG	639	56	YEM BİTKİSİ
DJI_0097.JPG	639	54	BUĞDAY
DJI_0098.JPG	639	49	EKİLİ DEĞİL
DJI_0099.JPG	639	49	BUĞDAY
DJI_0100.JPG	639	44	BUĞDAY
DJI_0101.JPG	639	48	MISIR
DJI_0102.JPG	639	60	ŞEKERPANCARI
DJI_0103.JPG	639	61	FASULYE
DJI_0104.JPG	639	62	KARIŞIK BOSTAN
DJI_0105.JPG	639	86	BUĞDAY
DJI_0106.JPG	639	89	BUĞDAY
DJI_0107.JPG	639	113	MISIR
DJI_0108.JPG	639	117	FASULYE

Figure 6. The resulting output files

As a result, the manual processing steps mentioned in the earlier sections are automatically obtained through the code written in the MATLAB platform. Thus, significant savings in time, cost, and workload have been achieved compared to the previous method.

CONCLUSION

Water management involves the planned development, distribution, and utilization of water resources. Since 1993, irrigation unions have assumed this task in agricultural irrigation areas in Turkey. These unions have employed many innovative approaches in parallel with the advancement of technology and continue to seek new methods. In this context, an approach has been developed using the UAVs to efficiently detect undeclared or falsely declared parcels, addressing one of the problems encountered by irrigation unions. This approach will result in significant savings in terms of time, cost, and workload for irrigation unions. With this approach, agricultural lands within irrigation unions are swiftly assessed through photos taken with UAVs, enabling the rapid identification of undeclared or falsely declared areas. Consequently, irrigation unions will be able to demand irrigation fees from landowners as penalties at the end of the irrigation season. Moreover, if landowners object to these irrigation demands, the photos taken can serve as evidence.

Future studies will focus on developing UAV flight software capable of autonomous flight according to the flight plan created by the user for specific parcels. Additionally, a module will be designed, supported by artificial intelligence, to autonomously select plant species from the images as an additional feature of this software. Furthermore, extensions compatible with both web-based platforms and Android/IOS operating systems are planned to be developed for easier access to this software by users.

REFERENCES

- Aydoğdu, M., Mancı, A., & Aydoğdu, M. (2015). Tarımsal Su Yönetiminde Değişimler; Sulama Birlikleri, Fiyatlandırma ve Özelleştirme Süreci. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(52).
- Aydoğdu, M. H., Karlı, B., Yenigün, K., Mancı, A. R., Aydoğdu, M., & Enstitüsü-Şanlıurfa, G. T. A. Harran Ovasındaki Sulama Birliklerinin Yapısal Sorunları ve Çözüm Önerileri, GAP BÖLGESİ, TÜRKİYE.
- Gençoğlu, M., & Değirmenci, H. (2019). Sulama performansının değerlendirilmesi: Kırıkhan sulama birliği örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(3), 436-443.
- Kibaroğlu, A. (2022). Türkiye Sulama Yönetimi Politikaları ve Sulama Birlikleri. *Eurasian Journal of Agricultural Economics (Ejae)*, 2(2), 24-31.
- Kaya, N., & Çiftçi, N. (2016). Sulama birliklerinin tarımsal sulama işletmeciliğindeki rolü, Konya-Çumra Sulama Birliği örneği. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 5(2), 45-57.
- Sarıtaş, H., Çınar, M., Çelik, A., & Gökalp, Y. (2001). Sulama Birlikleri ve Sulama Eğitimi. *Tarım ve Köy Dergisi*, (137).
- UNESCO-WWAP, (2003). Water for People Water for Life, The United Nations World Water Development Report, March 2003, http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/ex_summary/ex_summary_en.pdf.
- URL-1 <https://www.pix4d.com/product/pix4dmapper-photogrammetry-software/>, 2024.
- URL-2 <https://parselsorgu.tkgm.gov.tr/>, 2024.
- URL-3 <https://www.mathworks.com/>, 2024.

DETERMINATION OF DROUGHT SEVERITY WITH LANDSAT 8 BASED VEGETATION HEALTH INDEX

Assoc. Prof. Aliihsan ŞEKERTEKİN

Iğdir University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Architecture and Urban Planning

Lect. Mitat Can YILDIZ

Iğdir University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Architecture and Urban Planning

Lect. Rüştü ÇALLI

Iğdir University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Architecture and Urban Planning

Lect. Dr. Emirhan ÖZDEMİR

Iğdir University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Architecture and Urban Planning,

ABSTRACT

The Vegetation Health Index (VHI) is a metric utilized to evaluate the well-being and status of plant life by analyzing satellite data. The VHI serves as a gauge of either stress or viability and is extensively employed in agriculture, ecology, and environmental surveillance to anticipate alterations in plant well-being. In addition, VHI is considered an essential factor in drought-related studies. This study aims to comparatively examine the VHI-based drought severity maps of Iğdir province retrieved from Landsat 8 satellite images for 2017 and 2023, together with meteorological data. Within the scope of the study, Landsat 8 satellite images acquired on 7 October 2017 and 8 October 2023 were used. The VHI, widely recognized metric derived from remote sensing data, amalgamates both the Temperature Condition Index (TCI) and the Vegetation Condition Index (VCI). Drought maps were created based on 2017 and 2023 VHI images. Five (5) classes were created for drought severity images produced from the VHI images. These classes are defined as extreme drought, severe drought, moderate drought, mild drought, and no drought. The area information from the 2017 image for these classes was obtained as 0.16, 487.97, 2115.60, 918.46, and 134.66 km², respectively. On the other hand, for 2023, these areas were calculated as 0.02, 404.33, 1806.92, 1274.37, and 171.21 km², respectively. Considering the comparison of the two results, the total of areas of no drought and mild drought areas is higher in 2023. Concerning the total of moderate, severe, and extreme drought areas, these areas were higher in 2017. This situation is also apparent when the images are compared visually. Since it would not be correct to say that the whole 2017 year was drier than 2023 based on a single image evaluation, meteorological parameters should also be examined together with these images. In this context, when the air temperature and rainfall amount were examined from daily meteorological observations one month before the image dates, it was seen that the one-month period in 2017 had higher air

temperatures compared to 2023. In addition, the amount of cumulative precipitation in the region during this one-month period remained lower in 2017 than in 2023. When these results are evaluated together, it is ordinary that the drought image of 2017 is drier than that of 2023, based on these two images. This study shows that drought severity studies produced with satellite data can be used in spatial and temporal drought assessment. However, it is clear that drought assessment only by interpreting a single pair of images is not sufficient, and meteorological data should also be examined together.

Keywords: Remote Sensing, Drought, Satellite, Temperature Condition Index (TCI), Vegetation Condition Index (VCI), Vegetation Health Index (VHI), Iğdır

INTRODUCTION

Drought, a naturally-occurring phenomenon, exerts significant effects on economies, ecosystems, and the welfare of nearby inhabitants. This is a regular, recurring occurrence in climates that causes a drop in precipitation, deficiencies in soil water, variations in actual and potential evapotranspiration (ET), and other related issues throughout time (Lisonbee et al., 2021; Yu & Guo, 2023). On the basis of the order in which droughts occur and affect people, four categories of drought have been proposed: the hydrological, agricultural, social-economic, and meteorological types (Wilhite, 2000). Conventionally, droughts have been investigated and monitored primarily through the observations gathered from the ground stations. Weather data collected over time with comprehensive historical documentation facilitate precise drought monitoring (Du et al., 2018). Nevertheless, the density and distribution of these stations are frequently inadequate for detecting the necessary spatial information (Sheffield et al. 2012).

To overcome these limitations, remote sensing technology provides the most effective solutions in monitoring drought across different spatial and temporal scales. Landsat satellite data stand out as a favorable choice among freely available remote sensing datasets such as SENTINEL, MODIS, and ASTER for conducting drought monitoring over extended periods at both local and regional levels (Ghaleb et al., 2015; Ozelkan et al., 2016; Arekhi et al., 2020). The Vegetation Health Index (VHI) ranks among the most commonly utilized remote sensing indexes for tracking drought conditions (Kogan, 1997; Bento et al., 2018). The VHI, widely recognized metric derived from remote sensing data, amalgamates both the Temperature Condition Index (TCI) and the Vegetation Condition Index (VCI). The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) is employed to calculate the VCI, which assesses vegetation water stress by integrating data from both the near-infrared and visible sections of the electromagnetic spectrum. Conversely, the TCI is computed using Land Surface Temperature (LST) and is utilized to assess the heat stress of the vegetation.

This study aims to examine comparatively the VHI images retrieved from Landsat 8 satellite images for 2017 and 2023. Iğdır province of Türkiye was selected as the study area. The Landsat 8 satellite images were acquired on 7 October 2017 and 8 October 2023.

STUDY AREA AND MATERIAL

Iğdır Province, situated in the eastern part of Turkey and bordering Iran, Armenia, and Azerbaijan (including the area of Nakhchivan Autonomous Republic), was considered the study area (Figure 1). Covering an area of approximately 3588 km², Iğdır city center is located around 850 meters above the mean sea level. The Iğdır plain, renowned as one of Turkey's most fertile agricultural regions, experiences a continental climate. However, the lowland areas are not as affected by the typical continental climate found in other parts of Eastern Anatolia, owing to having a micro-climate effect.

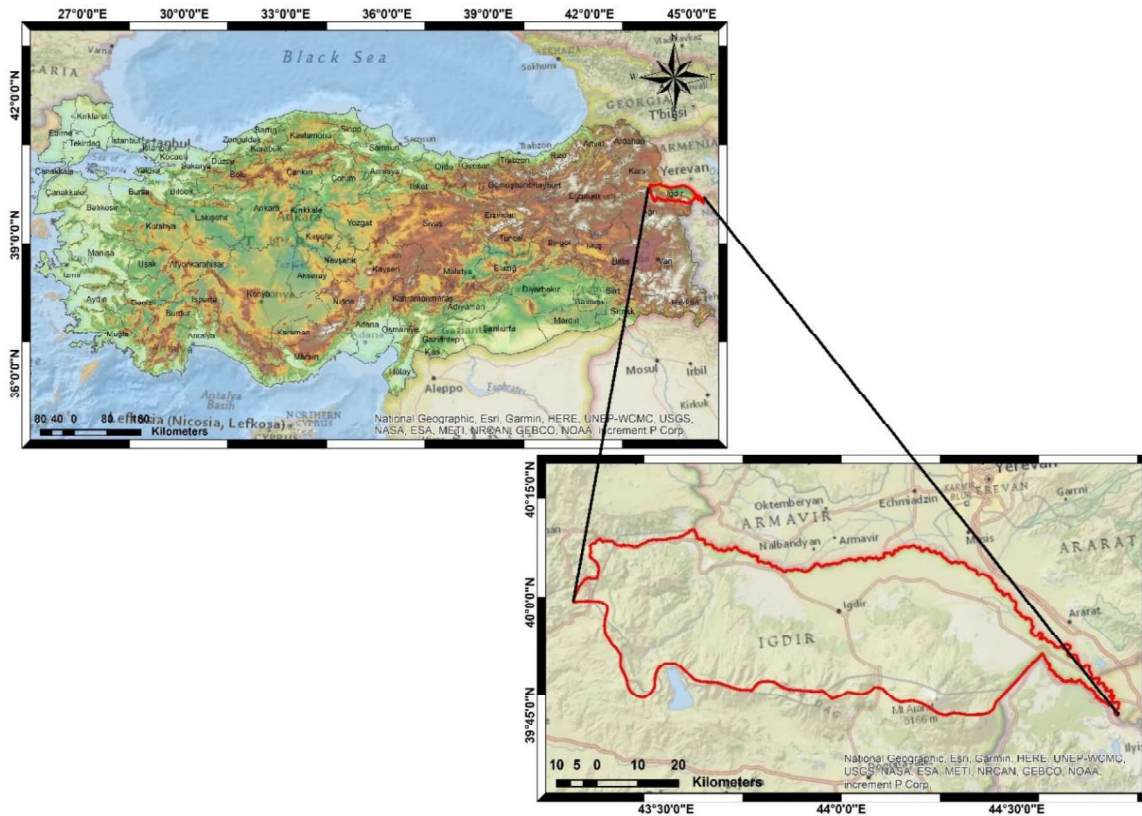


Figure 1. Study area map, Iğdır.

Landsat 8 is one of the latest satellite missions of the Landsat Mission. As material, Landsat 8 satellite images acquired on 7 October 2017 and 8 October 2023 were utilized in this study. Apart from the Landsat 8 imagery, meteorological data, namely, air temperature and precipitation were used considering the one-month period before the image acquisitions.

METHODOLOGY

Utilizing satellite imagery for health monitoring of vegetation allows for the evaluation of coverage status of the vegetation responding fluctuations in meteorological conditions such as precipitation and temperature. Theoretically in remote sensing, healthy vegetation typically radiate more energy in the near-infrared (NIR) range of the electromagnetic spectrum than in

the visible red (RED) range. Once vegetation health get worse, it reflects a higher amount of red (RED) radiance and a lower amount of near-infrared (NIR) radiance. This principle inspired the creation of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) as calculated below (Kriegler et al., 1969).

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (1)$$

The VCI is recommended to assess the drought conditions (Kogan, 1990). It functions as an indicator of vegetation coverage status by considering the highest and lowest NDVI values obtained within a specific period. The VCI is scaled between the minimum and maximum NDVI values for normalization. Its calculation involves utilization of NDVI values, as depicted in Equation (2).

$$VCI = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right) \times 100 \quad (2)$$

The terms NDVImin and NDVImax refer to the minimum and maximum NDVI values of an image. The TCI serves to quantify the thermal stress experienced by vegetation cover. The TCI is calculated utilizing the LST values, which is outlined in Equation (3) (Kogan, 1995).

$$TCI = \left(\frac{LST_{max} - LST}{LST_{max} - LST_{min}} \right) \times 100 \quad (3)$$

Where LSTmax and LSTmin represent the maximum and minimum LST values of an image, respectively. Kogan (2002) introduced the VHI, in Equation (4), which represents a weighted average of the TCI and the VCI with the goal of integrating evaluation of temperature stress and vegetation conditions.

$$VHI = \alpha * VCI + (1 - \alpha) * TCI \quad (4)$$

As the optimal weights for the TCI and VCI components are not typically known, the VHI calculation uses 0.5 alpha weight (Yagci, 2021). After obtaining the VHI images, they were classified into five categories based on the threshold values, as depicted in Table 1 (Aitekeyeva et al., 2020) to obtain the drought severity maps.

Table 1. Drought severity classes for the VHI.

Severity Class	Value
Extreme drought	<10
Severe drought	10–20
Moderate drought	20–30
Mild drought	30–40
No drought	>40

RESULTS

Figure 2 and Figure 3 represent drought severity maps of 7 October 2017 and 8 October 2023, respectively. Drought severity maps include five classes, namely, extreme drought, severe

drought, moderate drought, mild drought, and no drought. The area information from the 2017 image for these classes was obtained as 134.66, 918.46, 2115.60, 487.97, and 0.16 km², respectively. On the other hand, for 2023, these areas were calculated as 171.21, 1274.37, 1806.92, 404.33, and 0.02 km², respectively. Considering the comparison of the two results, the total of areas of no drought and mild drought areas is higher in 2023. Concerning the total of moderate, severe, and extreme drought areas, these areas were higher in 2017. This situation is also apparent when the images are compared visually based on the study area. Based on these maps, No extreme drought is observed on both dates. In visual analysis, drought severity patterns are identical in both images; however, still few differences are monitored. The northern part of the study area is mainly composed of agricultural lands, while in the southeast part, there is Mount Ağrı (Ararat). These two areas represent no drought regions due to their land covers, including vegetation and snow. Moderate and Severe Drought regions are mainly open areas including bare lands and rock fields.

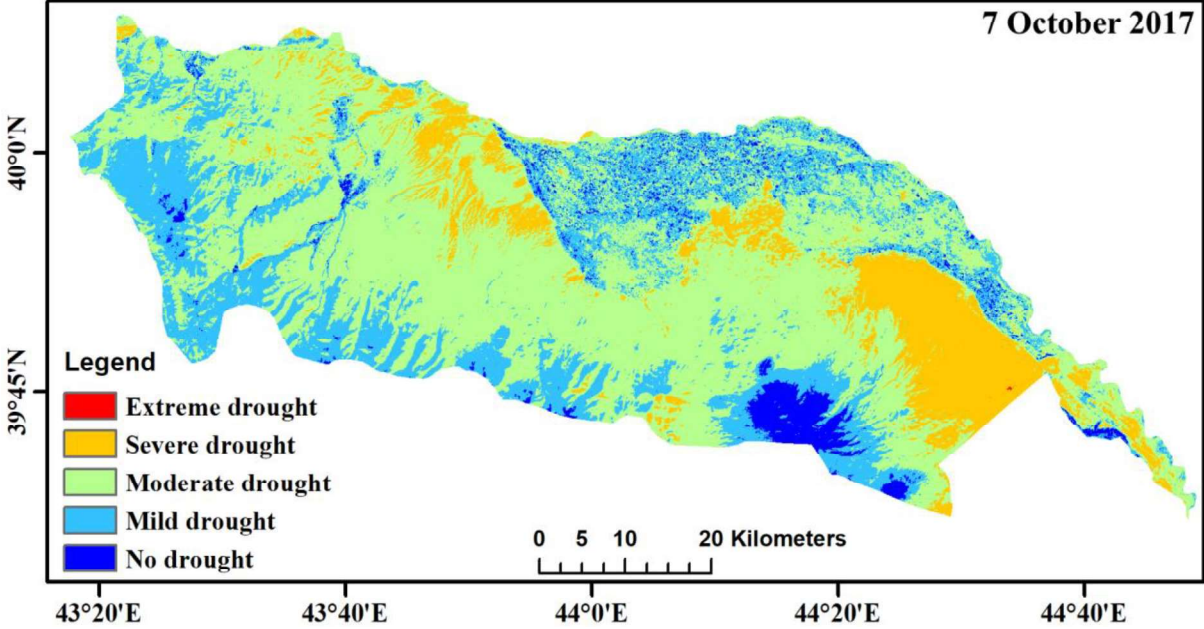


Figure 2. Drought severity maps of 7 October 2017.

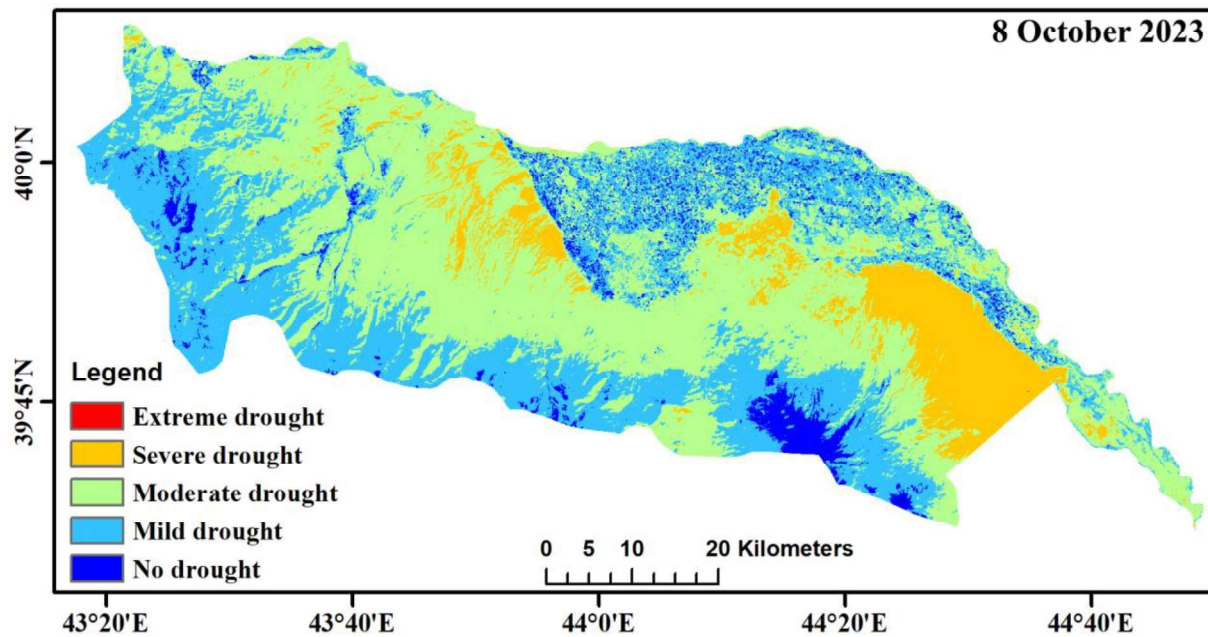


Figure 3. Drought severity maps of 8 October 2023.

Considering the comparison of the two images, the drought severity of 8 October 2023 is lower than 7 October 2017. Based on this evaluation, it is not correct to say that 2017 was drier than 2023 based on a single image evaluation. For yearly drought severity assessment, it is required to extract time series VHI images of the corresponding year for the whole study area. To better understand the drought severity differences in Figures 2 and 3, air temperature and precipitation parameters should be investigated, as well. Therefore, air temperature and precipitation data covering the one month before the image acquisition dates were also used to interpret the resulting drought maps (Figure 4). In this context, when the air temperature and rainfall amount were examined from daily meteorological observations, it was seen that the one-month period in 2017 had higher air temperatures (most of the days are above 30 °C) compared to 2023. In addition, the amount of cumulative precipitation in the region during this one-month period remained lower in 2017 than in 2023. When these results are evaluated together, it is ordinary that the drought image of 2017 is drier than that of 2023 based on these two images.

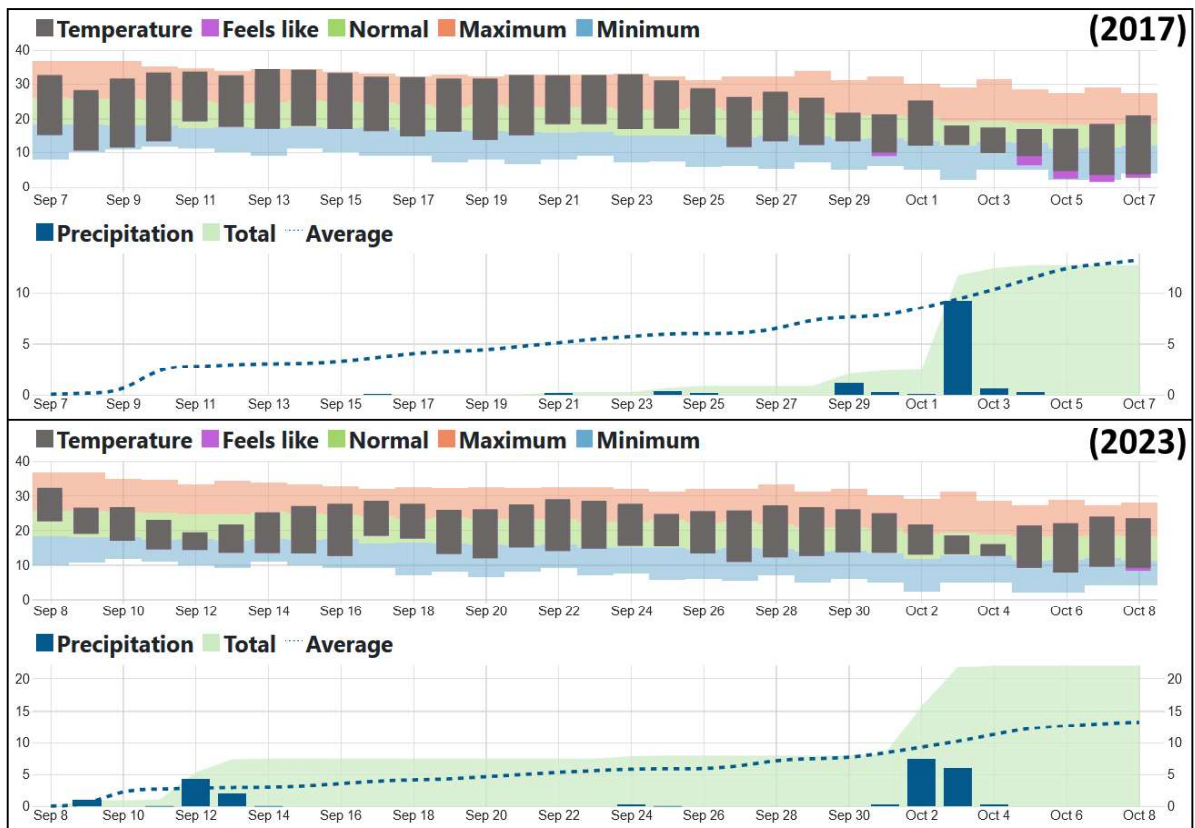


Figure 4. Air temperature and precipitation data covering the one month prior to the image acquisition dates.

CONCLUSION

In this study, the VHI images of Iğdır province retrieved from Landsat 8 satellite images for 2017 and 2023 were examined and drought severity maps were obtained from these VHI images. Then, the drought severity maps were analyzed together with meteorological data. Based on the area information of the drought severity classes of the two images, the total of areas of no drought and mild drought areas was higher in 2023. Concerning the total of moderate, severe, and extreme drought areas, these areas were higher in 2017. This situation is also apparent when the images are compared visually based on the study area. Since it would not be correct to say that 2017 was drier than 2023 based on a single image evaluation, meteorological parameters were also examined together with these images. It was seen that while air temperature was higher, rainfall amount was lower in 2017 compared to 2023 considering the one-month period prior to the image acquisition dates. This study analyzes a single image dataset for 2017 and 2023, which does not represent the whole year based on drought analysis. The results only give us information about the drought condition of the study area for the same period of different years. This study shows that drought severity studies produced with satellite data can be used in spatial and temporal drought assessment. Thus, in conclusion, we can say that remote sensing technology is one of the best tools to provide spatiotemporal drought analysis and monitoring.

REFERENCES

- Aitekeyeva, N., Li, X., Guo, H., Wu, W., Shirazi, Z., Ilyas, S., ... & Hategekimana, Y. (2020). Drought risk assessment in cultivated areas of central asia using MODIS time-series data. *Water*, 12(6), 1738.
- Arekhi, M., Saglam, S., & Ozkan, U. Y. (2020). Drought monitoring and assessment using Landsat TM/OLI data in the agricultural lands of Bandar-e-Turkmen and Gomishan cities, Iran. *Environment, Development and Sustainability*, 22, 6691-6708.
- Bento, V. A., Gouveia, C. M., DaCamara, C. C., & Trigo, I. F. (2018). A climatological assessment of drought impact on vegetation health index. *Agricultural and forest meteorology*, 259, 286-295.
- Du, L., Mickle, N., Zou, Z., Huang, Y., Shi, Z., Jiang, L., ... & Luo, Y. (2018). Global patterns of extreme drought-induced loss in land primary production: Identifying ecological extremes from rain-use efficiency. *Science of the Total Environment*, 628, 611-620.
- Ghaleb, F., Mario, M., & Sandra, A. N. (2015). Regional landsat-based drought monitoring from 1982 to 2014. *Climate*, 3(3), 563-577.
- Kogan, F. N. (1990). Remote sensing of weather impacts on vegetation in non-homogeneous areas. *International Journal of Remote Sensing*, 11(8), 1405-1419. <https://doi.org/10.1080/01431169008955102>
- Kogan, F. N. (1995). Application of vegetation index and brightness temperature for drought detection. *Advances in Space Research*, 15(11), 91-100. [https://doi.org/10.1016/0273-1177\(95\)00079-T](https://doi.org/10.1016/0273-1177(95)00079-T)
- Kogan, F. N. (1997). Global drought watch from space. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78(4), 621-636.
- Kogan, F. N. (2002). World droughts in the new millennium from AVHRR-based vegetation health indices. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 83(48), 557-563. <https://doi.org/https://doi.org/10.1029/2002EO000382>
- Kriegler, F. J., Malila, W. A., Nalepka, R. F., & Richardson, W. (1969). Preprocessing Transformations and Their Effects on Multispectral Recognition. *Proceedings of the 6th International Symposium on Remote Sensing of Environment*, 97-131.
- Lisonbee, J., Woloszyn, M., & Skumanich, M. (2022). Making sense of flash drought: Definitions, indicators, and where we go from here. *Journal of Applied and Service Climatology*, Volume 2021, Issue 001, DOI: doi.org/10.46275/JOASC.2021.02.001
- Ozelkan, E., Chen, G., & Ustundag, B. B. (2016). Multiscale object-based drought monitoring and comparison in rainfed and irrigated agriculture from Landsat 8 OLI imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 44, 159-170.
- Sheffield, J., Wood, E. F., & Roderick, M. L. (2012). Little change in global drought over the past 60 years. *Nature*, 491(7424), 435-438.
- Wilhite, D. A. (2000). Chapter 1 Drought as a Natural Hazard: Concepts and Definitions. *Drought Mitigation Center Faculty Publications*. 69.
- Yagci, A. L. (2021). Fully automated drought analysis from the products of the moderate resolution imaging spectroradiometer (MODIS). *Intercontinental Geoinformation Days*, 3, 105-108.
- Yu, X., & Guo, X. (2023). Inter-annual drought monitoring in northern mixed grasslands by a revised vegetation health index from historical Landsat imagery. *Journal of Arid Environments*, 213, 104964.

THE PRODUCTION PROPERTIES AND APPLICATIONS OF VITAL WHEAT GLUTEN

Emine NAKİLCİOĞLU

Ege University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Izmir, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4334-2900>

Gizem TIRYAKI

Ege University, Institute of Science and Technology, Food Engineering, Izmir, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5608-9815>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Gluten quality directly affects the quality of the products in which it is used. Therefore, vital wheat gluten (VWG) is employed to enhance flour quality. The use of VWG allows the improvement of protein values in flours with low protein content. VWG is a protein concentrate with high viscoelasticity. Obtained through a method known as the "dough process", VWG plays crucial roles in improving dough properties and increasing bread volume. The drying stage of the obtained method is a critical step, as it can negatively impact the heat sensitive VWG. For the dried powder to be termed VWG, it must meet certain conditions. Under these conditions, the powder should have a minimum of $\geq 80\%$ crude protein on a dry matter basis, $\leq 10\%$ moisture, $\leq 2\%$ ash, and $\leq 1.5\%$ crude fiber content. Wheat used for gluten production is expected to have high protein content and be economically viable. Quality determinants of VWG include product color and odor, water-binding capacity, microbiological content, and chemical compositions such as protein and moisture. **Discussion and Conclusion:** This study provides information on the production and applications of VWG in the food industry. VWG, commonly used in the bakery industry, is obtained through a process involving washing and drying wheat flour. The drying process is critical due to the thermal denaturation caused by high heat. Therefore, careful attention is required during the drying process to preserve the functional properties of VWG. The addition of VWG to wheat flour is expected to improve dough quality and gluten network structure. Determining the gluten network structures is a crucial step to assess the rheological properties of VWG, as the strength of the dough is largely dependent on the arrangement of the gluten network. Determining the rheological properties of VWG allows to produce high-quality flour and bakery products in this field.

Key Words: Vital Wheat Gluten; Food Industry; Food Quality; Dough Process

INTRODUCTION

Gluten is a highly versatile wheat protein found in wheat, barley, and rye flours (Blomfeldt et al., 2010). The structure of gluten, which imparts texture to foods, includes the proteins gliadin and glutenin. Gliadin is an antigenic substance with high extensibility that provides the stickiness of the dough. Glutenin contributes to the dough's tensile strength, providing

elastic properties. Some characteristics of the dough, such as water capacity, elasticity, and baking values, are dependent on the amount of gluten present (Pycia, Kaszuba, Posadzka, & Juszczak, 2023).

The quality of gluten directly affects the quality of the products in which it is used. Therefore, some methods are being developed to improve the quality of flour. One of these methods is the use of vital wheat gluten (Pycia et al., 2023). Vital wheat gluten is added to weak wheat flours to improve the quality of bread. The use of vital wheat gluten allows for the enhancement of protein values in flours with low protein content. Additionally, it is included in formulations with reduced gluten for flours that contain bran (Ortolan & Steel, 2017a).

Vital wheat gluten is a protein concentrate with high viscoelasticity. Obtained through a method called the "dough process," vital wheat gluten plays crucial roles in improving dough properties and increasing bread volume. The dough process method is based on production processes first described by the Italian chemist Beccari in 1728 (Uthayakumaran & Wrigley, 2017). This method involves washing the wheat flour dough with water. Subsequently, through a centrifuge process, water-soluble components, especially starch, are separated from the dough. Next, there is a stage of drying the wet gluten. Keeping the wet gluten for an extended period can lead to microbiological spoilage. The drying process is conducted at high temperatures. Temperature degrees exceeding 70°C can cause protein denaturation (Ortolan & Steel, 2017b). Therefore, the drying stage is a crucial step as it can adversely affect heat-sensitive vital wheat gluten (Ortolan, Urbano, Netto, & Steel, 2022).

To ensure the preservation of the functional properties of vital wheat gluten, the drying process must be carried out carefully. Wet gluten with approximately 70% moisture content is transferred to ring dryers to be mixed with previously dried gluten. During the process, dried gluten is crushed, and new wet gluten is added intermittently. Other drying processes used in the industry include freeze-drying, vacuum drying, oven drying, and drum drying. The product obtained after the drying process is ground into a fine powder (Ortolan & Steel, 2017a).

For the dried powder to be termed as "vital wheat gluten," it needs to meet certain conditions. Under these conditions,

- At least 80% crude protein on a dry matter basis,
- Moisture content not exceeding 10%,
- Ash content not exceeding 2%,
- Crude fiber content not exceeding 1.5% (Schopf, Wehrli, Becker, Jekle, & Scherf, 2021).

High-protein flours are used in the production of vital wheat gluten to ensure a high protein content. This allows for the creation of strong gluten bonds, resulting in a productive outcome from the obtained product (Ortolan & Steel, 2017a).

The quality of vital wheat gluten depends on the production stages and the type of wheat used. It is expected that the wheat used for gluten production has high protein content and is economically viable. Quality determinants of vital wheat gluten include product color and odor, water-binding capacity, microbiological content, and chemical compositions such as protein and moisture (Ortolan & Steel, 2017c).

Vital Wheat Gluten Production

Vital wheat gluten is marketed as a powdery substance with a creamy color. When mixed with water, gluten forms a viscoelastic mass. It shows continuous growth as a plant-based protein source worldwide. Over the last 30 years, the consumption of vital wheat protein, whose production has increased tenfold, is also rapidly increasing (Day, 2011).

Currently, prominent countries among vital wheat gluten producers include the United States, Australia, and Canada, along with Germany and France. In the Asian region, China and India stand out as two significant countries (Ortolan & Steel, 2017b). China takes the lead with cheap labor and a high volume of wheat. It exports a significant amount of vital wheat gluten to the United States due to its low production cost.

Chemical Properties of Vital Wheat Gluten

Vital wheat gluten, also known as a protein concentrate, contains approximately 80% protein. Its composition includes approximately 20% carbohydrates, mostly of starch, 7% moisture, and 6% lipids. In addition to these components, it contains small amounts of minerals (1%) and fiber (<1%) (Day, Augustin, Batey, & Wrigley, 2006). The amount of starch in the structure of vital wheat gluten significantly decreases because of the washing process (Miller & Hoseney, 1999).

Vital wheat gluten's rheological properties need to be determined by examining the behavior of gluten networks within the dough. This is because the strength of the dough is dependent on the arrangement of the gluten network. According to the loop-train theory (Belton, 1999), hydrogen bonds between glutenin and gliadin, in addition to disulfide bonds in proteins, contribute to the formation of the gluten network (Ortolan, Corrêa, da Cunha, & Steel, 2017). According to this theory, repetitive regions containing water form loops. When processes like dough mixing are applied, these loops disappear, and trains of chains are formed. While the elongation of bonds leads to entropy loss, it contributes to the formation of new bonds, ensuring the stability of the system (Ortolan & Steel, 2017b). The Belton model (1999), along with the MacRitchie model (Southan & MacRitchie, 1999), has been established to explain the wheat gluten structure and forms the basis for understanding the structural function of the dough. According to this model, gluten polymers are entangled with each other. The network structure of gluten is strengthened through interactions between covalent and non-covalent bonds present in the gluten network (Ortolan & Steel, 2017a).

Rheological studies on gluten are divided into fundamental tests and experimental tests. Rheological measurements conducted using fundamental tests provide information about the strength of gluten networks. On the other hand, experimental tests evaluate dough quality.

Proteins in wheat flour are hydrated through mechanical and water treatment processes. This enables the development of the gluten network (Belton, 2005). Due to the presence of solvents and salt, the interactions between gliadin and glutenin in the gluten structure are affected (Tuhumury, Small, & Day, 2014). The salt concentration reduces protein repulsion force. In this case, the interaction between gliadin and glutenin increases, strengthening the gluten network (Ortolan et al., 2017).

The components of wheat flour affect the macromolecular behavior of the dough. Water molecules added to wheat flour are distributed heterogeneously around protein chains. Mixing process results in homogeneous distribution of protein chains and starch granules. The duration of the mixing process is a critical step. When the duration is exceeded, proteins undergo depolymerization, leading to excessive water loss. The gluten network structure becomes destabilized, making it unsuitable for bread production (Ortolan & Steel, 2017b).

The chemical compositions of gliadin and glutenin, which affect the structural properties of glutenin, contribute to the stabilization of the formed network structure. Additionally, the presence of non-covalent interactions and hydrophobic amino acids helps stabilize the gluten network structure (Schiedt, Baumann, Conde-Petit, & Vilgis, 2013). Gluten polymers contribute to the development of the network structure by forming disulfide bonds between gliadin and glutenin chains. The most crucial structural element of the gluten

structure, disulfide bonds, consists of cross-links. Disulfide bonds provide durability to the dough, imparting elasticity to the gluten structure. To produce high-quality bread, it is essential to maintain a balance in the ratios of gliadin and glutenin (Schopf & Scherf, 2020).

Uses of Vital Wheat Gluten

Vital wheat gluten is a protein source with high digestibility that has become widely used in the food and feed industry (Apper-Bossard, Feneuil, Wagner, & Respondek, 2013). Vital wheat gluten used in the food industry is employed to enhance the protein content of flour and improve the quality of bread (Marchetti, Cardós, Campaña, & Ferrero, 2012). Additionally, it is preferred in the production of specialty breads that involve a long fermentation process, require more volume, or contain fiber or seeds.

Vital wheat gluten, commonly used in the baking industry, is becoming increasingly popular to strengthen flours that may be insufficient for bread making (Marchetti et al., 2012). The viscoelastic properties provided by vital wheat gluten increase gas retention capacity. This enhances bread volume, improving the texture and homogeneity of the bread. Additionally, the increased water absorption capacity contributes to the softness of the bread, leading to enhanced efficiency and extended shelf life of bread products. In the baking industry, gluten quality is a crucial criterion. The evaluation of gluten quality involves testing the texture improvement and volume-increasing capacities of bread fortified with vital wheat gluten (Chandi & Seetharaman, 2012). The concentrations of vital wheat gluten added to wheat flours are typically around 5%. This amount varies based on the type of final product, the quality of the flour to be modified, and the desired protein content.

Vital wheat gluten is also being used in pasta production to strengthen the structure of the existing flour. The incorporation of vital wheat gluten in pasta production has been observed to reduce stickiness in cooked pasta and minimize cooking losses (Ortolan & Steel, 2017c). Furthermore, due to its ability to encourage interaction between water and oil during emulsification, vital wheat gluten is preferred for meat products. With a decreasing preference for meat consumption and growing concerns about food safety, there is a search for alternative sources of animal proteins. Therefore, the use of vital wheat gluten-enriched meat products is becoming more widespread. The incorporation of vital wheat gluten in meat products enhances slicing characteristics, serves as a protein binder, and minimizes cooking losses. Additionally, with the increasing popularity of vegetarian diets, vital wheat protein, exhibiting a meat-like structure, is used in vegetarian burgers (Day, 2011).

Additionally, if it complies with standards, the viscoelastic property of gluten allows it to be used as a milk protein in cheese products. This enables the substitution of vital wheat gluten for a portion of the more expensive sodium caseinate, resulting in cost savings. Apart from these products, vital wheat gluten, due to its high glutamine content, is an ideal product for monosodium glutamate production and can also be used as a thickening agent in purees and sauces (Ortolan & Steel, 2017b).

Vital wheat gluten, its interaction with fat and water absorption capacity, can be used to meet the nutritional needs of animals. It enhances the breaking resistance of products like biscuits and crackers, facilitating their use during packaging and transportation (Ortolan & Steel, 2017c). In aquaculture, fish meal is preferred as a protein source to ensure efficient production conditions for aquaculture. However, due to sustainability concerns and limited availability in the market, the use of fish meal in diets has started to decrease. As a result, research has been initiated to explore plant proteins that can substitute for fish meal protein. In this context, the use of vital wheat gluten has shown promising results (Apper-Bossard et al., 2013). Vital wheat gluten, with its high digestibility, has been introduced as a feed

ingredient and has been found to have no anti-nutritional effects when used as a substitute for fish meal. (Tusche, Arning, Wuertz, Susenbeth, & Schulz, 2012).

One of the uses of dried powdered gluten is in the production of breakfast cereals, such as those manufactured by the Kellogg's brand (Thompson & Raymer, 1958). Vital wheat gluten contributes to the textural durability of breakfast cereals, and besides providing protein, it also contains rich components of vitamins and minerals. This makes it easier for the cereal or flakes to bind together (Day, 2011).

Vital wheat gluten, due to its elastic properties, is utilized as an edible film in non-food applications. Additionally, with the growing demand for natural and plant-based ingredients, wheat proteins, including gluten hydrolysate, are increasingly used in cosmetic products. Gluten hydrolysate is known for its moisturizing and foaming properties.

CONCLUSION

Vital wheat gluten (VWG), which is widely used in the bakery industry, is obtained through a process that involves washing and drying wheat flour. The drying process is critical due to thermal denaturation caused by high heat. Therefore, care must be taken during the drying process to preserve the functional properties of VWG. The addition of VWG to wheat flour is expected to improve dough quality and gluten network structure. Since the strength of the dough largely depends on the arrangement of the gluten network, determining the gluten network structures is a crucial step to evaluate the rheological properties of VWG. Determination of the rheological properties of VWG allows the production of high-quality flour and bakery products in this field. More studies are needed on VWG, whose use has become widespread in the field of food.

REFERENCES

- Apper-Bossard, E., Feneuil, A., Wagner, A., & Respondek, F. (2013). Use of vital wheat gluten in aquaculture feeds. Retrieved from <http://www.aquaticbiosystems.org/content/9/1/21>
- Belton, P. S. (1999). On the Elasticity of Wheat Gluten. In *Journal of Cereal Science* (Vol. 29). Retrieved from <http://www.idealibrary.comon>
- Belton, P. S. (2005). New approaches to study the molecular basis of the mechanical properties of gluten. *Journal of Cereal Science*, 41(2), 203–211. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2004.06.003>
- Blomfeldt, T. O. J., Olsson, R. T., Menon, M., Plackett, D., Johansson, E., & Hedenqvist, M. S. (2010). Novel foams based on freeze-dried renewable vital wheat gluten. *Macromolecular Materials and Engineering*, 295(9), 796–801. <https://doi.org/10.1002/mame.201000049>
- Chandi, G. K., & Seetharaman, K. (2012). Optimization of gluten peak tester: A statistical approach. *Journal of Food Quality*, 35(1), 69–75. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2011.00425.x>
- Day, L. (2011). Wheat gluten: production, properties and application. In *Handbook of Food Proteins* (pp. 267–288). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9780857093639.267>

- Day, L., Augustin, M. A., Batey, I. L., & Wrigley, C. W. (2006). Wheat-gluten uses and industry needs. *Trends in Food Science and Technology*, Vol. 17, pp. 82–90. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.10.003>
- Marchetti, L., Cardós, M., Campaña, L., & Ferrero, C. (2012). Effect of glens of different quality on dough characteristics and breadmaking performance. *LWT*, 46(1), 224–231. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.10.002>
- Miller, K. A., & Hosney, R. C. (1999). Dynamic rheological properties of wheat starch-gluten doughs. *Cereal Chemistry*, 76(1), 105–109. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.1999.76.1.105>
- Ortolan, F., Corrêa, G. P., da Cunha, R. L., & Steel, C. J. (2017). Rheological properties of vital wheat glens with water or sodium chloride. *LWT*, 79, 647–654. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.01.059>
- Ortolan, F., & Steel, C. J. (2017a, May 1). Protein Characteristics that Affect the Quality of Vital Wheat Gluten to be Used in Baking: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol. 16, pp. 369–381. Blackwell Publishing Inc. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12259>
- Ortolan, F., & Steel, C. J. (2017b, May 1). Protein Characteristics that Affect the Quality of Vital Wheat Gluten to be Used in Baking: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol. 16, pp. 369–381. Blackwell Publishing Inc. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12259>
- Ortolan, F., & Steel, C. J. (2017c, May 1). Protein Characteristics that Affect the Quality of Vital Wheat Gluten to be Used in Baking: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol. 16, pp. 369–381. Blackwell Publishing Inc. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12259>
- Ortolan, F., Urbano, K., Netto, F. M., & Steel, C. J. (2022). Chemical and structural characteristics of proteins of non-vital and vital wheat glens. *Food Hydrocolloids*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107383>
- Pycia, K., Kaszuba, J., Posadzka, Z., & Juszczak, L. (2023). Influence of the Addition of Vital Wheat Gluten on Thermal and Rheological Properties of Triticale Flour. *Polymers*, 15(8). <https://doi.org/10.3390/polym15081870>
- Schiedt, B., Baumann, A., Conde-Petit, B., & Vilgis, T. A. (2013). Short- and long-range interactions governing the viscoelastic properties during wheat dough and model dough development. *Journal of Texture Studies*, 44(4), 317–332. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12027>
- Schopf, M., & Scherf, K. A. (2020). Predicting vital wheat gluten quality using the gluten aggregation test and the microscale extension test. *Current Research in Food Science*, 3, 322–328. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2020.11.004>

Schopf, M., Wehrli, M. C., Becker, T., Jekle, M., & Scherf, K. A. (2021). Fundamental characterization of wheat gluten. *European Food Research and Technology*, 247(4), 985–997. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03680-z>

Southan, M., & MacRitchie, F. (1999). Molecular weight distribution of wheat proteins. *Cereal Chemistry*, Vol. 76, pp. 827–836. American Association of Cereal Chemists. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.1999.76.6.827>

Thompson, J. J., & Raymer, M. M. (1958). United States Patent Office PRODUCTION OF READY-To-EAT COMPOSITE FLAKED CEREAL PRODUCTS.

Tuhumury, H. C. D., Small, D. M., & Day, L. (2014). The effect of sodium chloride on gluten network formation and rheology. *Journal of Cereal Science*, 60(1), 229–237. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2014.03.004>

Tusche, K., Arning, S., Wuertz, S., Susenbeth, A., & Schulz, C. (2012). Wheat gluten and potato protein concentrate - Promising protein sources for organic farming of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 344–349, 120–125. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.03.009>

Uthayakumaran, S., & Wrigley, C. (2017). Wheat: Grain-Quality Characteristics and Management of Quality Requirements. In *Cereal Grains: Assessing and Managing Quality: Second Edition* (pp. 91–134). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100719-8.00005-X>

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE FOOD INDUSTRY

Emine NAKILCIOĞLU

Ege University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Izmir, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4334-2900>

Gizem TIRYAKI

Ege University, Institute of Science and Technology, Food Engineering, Izmir, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5608-9815>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: With the increase in the world population, nutrition has become a factor affecting food production. Researchers are exploring ways to address malnutrition without consuming more resources. The rise of technologies such as artificial intelligence (AI) today presents a potential tool for supporting future food supply. The food industry is integrating AI to meet the future demand for food. This allows the shaping of the future of the food industry with increased efficiency and innovative solutions. AI is defined as the ability of a system to understand external data and perform a specific task using what it has learned from that data. Among the advantages of these systems are ease of use, minimal workforce requirements, and high accuracy in the results obtained. Some smart systems used in the food sector include electronic tongues (ETs), electronic noses (ENs), and next-generation sequencing (NGS) sensor applications. **Discussion and Conclusion:** This study focuses on the advantages and implementation of AI in the food industry. AI technology is an area with limitless potential, profoundly influencing the food industry as science and technology progress. It is anticipated that significant investments will be necessary in the future for this technology in the food industry. The use of AI facilitates the detection and solution of problems in food production. Researchers have already made significant contributions in this field, and it is expected that substantial investments will be required in the future for the widespread implementation of this technology in the food industry. In the future, with the use of AI, farmers will have enhanced planning opportunities in agriculture. This will enable the most efficient use of existing resources. The goal for the future should be to identify suitable facilities and areas for research and development in this field.

Key Words: Artificial Intelligence Technology; Food Industry; Food Quality; Malnutrition

INTRODUCTION

In recent years, many factors have emerged that affect food production globally (Kakani, Nguyen, Kumar, Kim, & Pasupuleti, 2020). One of the most important factors among these is the increasing demand and the challenge of feeding the growing global population. The Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations highlights that, with population growth, the global population could reach approximately 9.1 billion by 2050 (Godfray, H. C. Et al., 2010). This situation poses challenges such as inadequate nutrition and the inability to meet essential nutritional needs. Researchers are exploring ways to address this situation

without causing harm to the environment and without further depleting global resources (Habicht, Pelto, Pelto, Frongillo, & Rose, 2004).

Contemporary innovations in the food industry have opened doors to new food production and processing techniques. The growing health consciousness among consumers has become a critical factor influencing the food market (Azzurra & Paola, n.d.). The tendency of consumers to prefer healthier products with higher nutritional values has led the food industry to adopt various food processing techniques. These techniques meet market demand and ensure efficient production rates. The use of modern machinery in agriculture and food processing has been the first step towards incorporating smart machines and production lines (Mahalik & Nambiar, 2010). The increase in the use of Fourth Industrial Revolution (4IR) technologies, such as artificial intelligence, in contemporary business models has the potential to support future food supply and address demand challenges.

The food industry, like many other sectors, is integrating artificial intelligence to meet future food demand. This integration covers a wide range of applications, including supply chain management, food classification, production improvement, food quality enhancement, and appropriate industrial hygiene (Addanki, Patra, & Kandra, 2022). Thus, increasing efficiency in the industry and shaping the future of the food industry with innovative solutions. The integration of artificial intelligence into the food industry symbolizes a transformation to meet societal needs and support economic growth. Computer-aided systems enable the use of appropriate conditions in food processing, packaging, and temperature control, enhancing the quality of food industry products (Kumar, Rawat, Mohd, & Husain, 2021). The technological devices used in artificial intelligence systems play a crucial role in reducing packaging costs and facilitating the delivery of food products. Additionally, artificial intelligence can provide a feedback loop for existing food safety and quality programs, evaluating the extent to which these programs meet the goals and expectations of business quality assurance management (Quality, 2023).

CURRENT PROBLEMS OF THE FOOD INDUSTRY

In recent years, many factors affecting food production worldwide have been discussed. The most significant among these factors is the nourishment of the growing population. According to the United Nations, it is stated that 2 billion people worldwide will suffer from hunger (Quality, 2023). It is anticipated that due to the lack of access to sufficient and nutritious food, moderate and severe malnutrition situations will emerge (Kenneth & Kerber, 2010). Another significant issue in the food sector is the waste of one-third of the produced food each year. This situation caused by food waste indicates a decrease in both the quantity and quality of food (Misra et al., 2022). This widespread issue occurs throughout the entire supply chain from production to consumption. Therefore, it is emphasized that ways to minimize food waste should be sought in various parts of the supply chain (Quality, 2023). The environmental impacts of these issues are seen as the main cause. The food sector is responsible for 70% of all environmental problems, including agriculture, logistics, and food processing stages (Zhao et al., 2019).

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Artificial intelligence technology involves a theory and computation system that can mimic human intelligence. The father of artificial intelligence, John McCarthy, defines it as "the science and engineering of making intelligent machines." (Prakash et al., 2023). Artificial intelligence is widely used in every technology field. This situation provides the opportunity to effectively solve global problems, automate various industries, and particularly revolutionize products in the food industry (Quality, 2023).

Artificial intelligence is defined as the ability of a system to understand external data, learn from that data, and perform a specific task using the acquired knowledge. External data is obtained from various sources (Internet of Things (IoT), big data sources), and the system, using predefined rules and patterns, works towards achieving a specific goal (Thapa et al., 2023). Knowledge-based systems are one of the first effective artificial intelligence models applied in the industry. A knowledge-based system represents complex tasks solved by algorithms from external sources. This type of artificial intelligence model relies on physical principles or human expert knowledge to perform complex tasks (Kakani et al., 2020). In this context, the two most used techniques of artificial intelligence are machine learning and deep learning (Prakash et al., 2023a). Machine learning is entirely data-driven, and, unlike knowledge-based artificial intelligence, it does not involve human-based rules. This involves exposing the machine to large amounts of data. When presented with new input, the machine predicts or makes informed decisions based on what it has learned from this data. Machine learning is a valuable tool that allows computers to adapt based on previous experiences, make data-driven decisions, and solve complex problems. It fundamentally provides the opportunity for computers to learn despite sensitive programming (Thapa et al., 2023). Deep learning is a subset of machine learning that involves algorithms based on increasing layers of artificial neural network cells, called artificial neurons, and mimics the human brain.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE FOOD INDUSTRY AND AGRICULTURE

Food Industry

Intelligent and enhanced methods are successfully applied in the food industry. Application areas include managing the supply chain, quality control, ensuring compliance with food safety, predicting consumer preferences in advance, and achieving high efficiency through cost savings (Thapa et al., 2023). In the food industry, techniques such as machine learning (ML), adaptive neuro-fuzzy inference systems (ANFIS), expert systems (ES), fuzzy logic (FL), and artificial neural networks (ANNs) are used. While expert systems (ES) were initially explored and yielded successful results in artificial intelligence models applied to food, there has been a transition to ML-based artificial intelligence models due to data uncertainty. Considering the complexity of the food industry system, ML-based artificial intelligence is believed to be the most effective model.

Agriculture

Food processing is a challenging task that involves various activities such as separating raw materials and using various machines and equipment. Each product needs to be evaluated for quality before transportation. Nowadays, many food companies utilize artificial intelligence technology to automatically assess the quality of products ready for shipment.

The agricultural sector has aimed to achieve crop yields based on traditional methods for many years. However, with the increasing demand for products in the early 1980s, the balance of crop yields has changed. Over time, migration to cities has led to a decrease in the number of farmers. Innovations have been introduced to address these challenges in the agricultural sector. These innovations have expanded the scope of finding solutions to existing problems, allowing for the implementation of new practices (Kakani et al., 2020). Some of these applications include soil monitoring, predictive analysis, and robocropping. Soil monitoring allows the tracking of soil health and the progress of agricultural products. This enables healthy agricultural development and identification of faulty agricultural products. Predictive analysis examines the environmental impacts on crop yields. Weather forecasts are used for appropriate scheduling and crop selection for agricultural lands. Robocrops are a system that accelerates the production process. In this system, products are monitored by a high-resolution precision system. The presence of cameras and sensors in the system enhances production performance. In recent years, various studies on the use of robocropping have begun. According to the data obtained, it has become popular due to its ability to increase efficiency and reduce labor (Kumar et al., 2021). The use of artificial intelligence in the agricultural sector is revolutionary and represents a suitable solution for the future of agriculture (Prakash et al., 2023a).

Packaging

The use of artificial intelligence systems in the food industry helps reduce packaging costs (Grác, Beňo, Duchoň, Dekan, & Tölgyessy, 2020). The orderly sorting and packaging of food products is a time-consuming process for production units. Efficient results can be achieved by using an artificial intelligence-based sorting and packaging system (Kumar et al., 2021). Today, the TOMRA system successfully performs the sorting task. Traditional methods can only characterize products based on their appearances. However, with the TOMRA system, it is indicated that sorting and separation issues in some vegetable products can be improved by 5-10%, and production efficiency can be increased by 90% (Pnishchuk, 2020). Additionally, the use of artificial intelligence enables a more comprehensive examination of data related to foodborne outbreaks, relevant health records, and final products. Many countries have hygiene guidelines for food processing units. The applicability of these guidelines is increasing through artificial intelligence-based systems (Kumar et al., 2021).

Consumer Preferences

Based on some obtained data, analyzing the behavior of the target audience enables the development of marketing strategies for the sector. Sales data evaluation helps identify products in high demand. With this information, new products can be introduced to the market, and customer feedback can be turned into an advantage (Quality, 2023). Data collected by customer decision-making systems can also be used for the introduction of new products. The gathered information is processed by a machine learning-based data system to obtain accurate decision mechanisms for the product (Wardah, Djatna, Marimin, & Yani, 2020). This allows customer preferences to be determined using a machine learning-based artificial intelligence method. A notable example of this is the beverage services found in many regions of the United States. With these services, customers select a product based on their preferences, and these choices are recorded by the machine. Analysis conducted by machine learning and deep learning algorithms can provide insights into which products are more popular, whether the introduction of new products is sufficient or not (Kumar et al., 2021).

Supply Chain

The most crucial application of artificial intelligence technology in the food industry can be identified in the supply chain. Artificial intelligence technology, used to monitor every stage of the supply chain, manages tasks ranging from price control to inventory management. By ensuring the orderly and disciplined operation of each stage, it can also identify factors that may lead to the spoilage of products (Bhattacharyya, Maitra, & Deb, 2021).

Hygiene

In the food processing industry, hygiene is of critical importance. Even a minor contamination in food can pose significant risks (Quality, 2023). Artificial intelligence technology can be used to ensure hygiene standards in the food processing industry. This helps maintain sustainability in food quality (Prakash, Mishra, Meena, Pandey, & Pandey, 2023b). Artificial intelligence is widely accepted by many companies due to its ability to be used in a sterile manner without human interaction. For this purpose, artificial intelligence -based cameras are utilized to reduce the risk of contamination resulting from contact with food (Kumar et al., 2021).

Artificial Intelligence Supported Smart Systems in the Food Industry

In recent years, the use of artificial intelligence-supported sensors and smart systems in the food sector has become more widespread. The advantages of these systems include ease of use, requiring less manual labor, and high accuracy in the obtained results. Some of the smart systems used in the food sector include electronic tongues (ETs), electronic noses (ENs), and next-generation sorting (NGS) sensor applications (Thapa et al., 2023). An electronic tongue is a device designed to detect tastes, and it is used to analyze various complex systems. Examples of applications include distinguishing different types of chemical substances, both organic and inorganic. Electronic tongue systems have become significant tools in quality management and assurance for food products (Liu et al., 2020). Figure 1 illustrates the general layout of the electronic taste system.

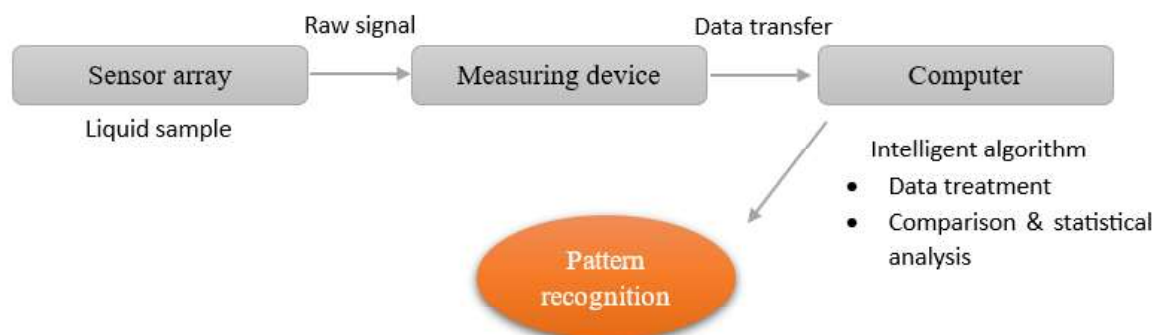


Figure 1. Schematic of intelligent electronic tongue system

The advantages of electronic taste devices include obtaining direct and easy results, as well as solving problems containing missing and uncertain information. This allows for cost and time savings. However, a disadvantage is the inability to generalize due to being derived from fixed norms (Thapa et al., 2023).

The electronic nose is a device that mimics the human nose to detect odors. Designed to distinguish between simple and complex smells, this device plays a crucial role in determining product quality in the food industry (Yan et al., 2015). Figure 2 illustrates the general layout of the electronic nose system.

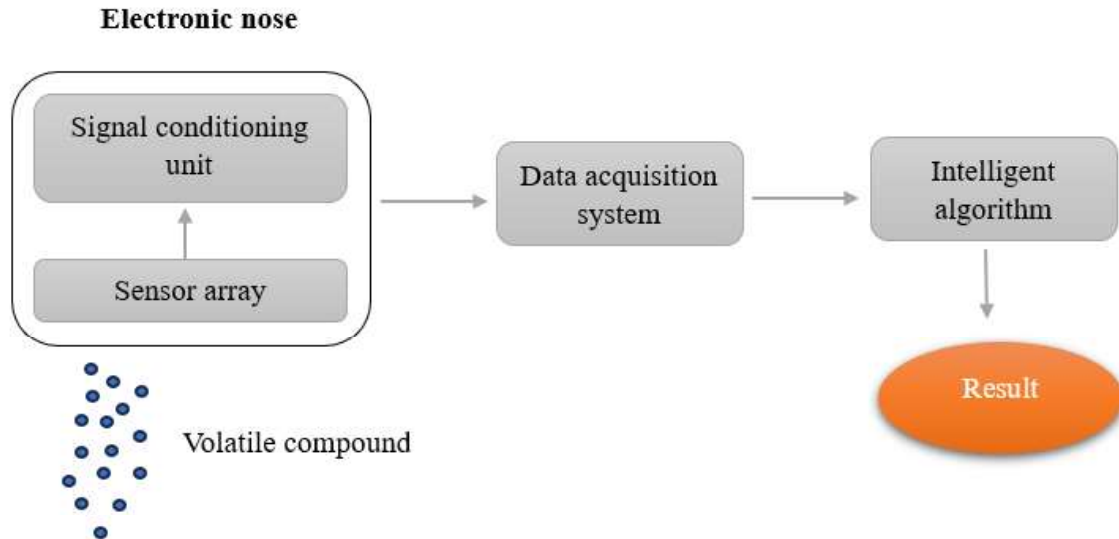


Figure 2. Schematic of intelligent electronic nose system

The advantages of electronic nose devices include providing 100% accurate results, while the drawback is the expensive design (Thapa et al., 2023).

The next-generation sequencing systems refer to a DNA sequencing technology. Although it is not used routinely in clinics yet, it has started to replace the traditional Sanger sequencing method. With this technology, the human genome can be fully sequenced in a day, compared to the ten years it took in the Sanger system (Behjati & Tarpey, n.d.). When looking at the application areas in the food sector, it is observed that artificial intelligence can quickly detect situations that may pose a danger and provide effective solutions. Preferred in data collection and laboratory areas, this system helps prevent foodborne infectious diseases (Kumar et al., 2021).

Advantages and Disadvantages of Using Artificial Intelligence

Artificial intelligence, which offers many advantages compared to traditional methods, has started to be adopted in various fields, including the food sector. The use of artificial intelligence in the food industry requires less human error and less labor compared to traditional methods. This not only reduces resource wastage but also provides cost savings. The artificial intelligence system, contributing to increased customer satisfaction, offers advantages such as adaptability to custom orders. The accuracy of the results obtained from the system is very high. Additionally, the production speed and consistency of the results are crucial features of this system. Moreover, artificial intelligence systems used in the food sector can also be employed in cleaning and hygiene tasks to ensure food safety (Prakash et al., 2023b).

The use of artificial intelligence enhances production processes, ensuring compliance with food quality standards. When this system is implemented from agriculture to the product, the development of food products can significantly accelerate. Analyzing optimal conditions such as seed and product selection, humidity, and temperature allows for the improvement of food quality. Cost management and inventory controls enable effective supply chain management (Camaréna, 2020). The use of artificial intelligence in complex food distribution networks provides companies with the opportunity to obtain a comprehensive overview. This enables companies to increase their growth and revenue rates (Thapa et al., 2023).

The suitability of artificial intelligence systems in the food sector needs to be carefully selected (Miyazawa et al., 2022). The ability of artificial intelligence to perform complex

tasks in place of humans is crucial. For this purpose, the costs of the systems used are found to be high. Expert opinions are necessary for artificial intelligence systems. Moreover, one of the most prominent disadvantages of artificial intelligence is widely believed to be unemployment, as the shift from human labor to machine labor is thought to contribute to this situation (Thapa et al., 2023). The advantages and disadvantages of artificial intelligence usage are summarized in Table 1.

Table 1. Advantages and Disadvantages of Artificial Intelligence Usage

Advantages	Disadvantages
High response speed	Construction and design cost
Low error rate compared to human errors	Not widely used
Reliable and understandable mechanism	Requires expert
Noise resistance	Difficulty explaining the performance of some models
Resisting interruptions	
Obtaining easier and more direct results	
Saving cost and time by solving problems containing incomplete and unclear information	

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE FOOD INDUSTRY IN THE FUTURE

Artificial intelligence technology is a field with unlimited potential. This technology profoundly influences the food industry, much like in every other area, with advancements in science and technology (Ding et al., 2023). In the future, significant investments in artificial intelligence technology are anticipated in the food industry. The use of artificial intelligence facilitates the detection and resolution of potential issues in food production. Researchers have already made important contributions in this field. With the increasing use of artificial intelligence in the future, farmers in the agricultural sector will have better planning opportunities. This will enable the most efficient use of existing resources. The goal for the future should be to identify suitable facilities and areas for research and exploration in this field (Kumar et al., 2021).

CONCLUSION AND DISCUSSION

This study focuses on the advantages and implementation of AI in the food industry. AI technology is an area with limitless potential, profoundly influencing the food industry as science and technology progress. It is anticipated that significant investments will be necessary in the future for this technology in the food industry. The use of AI facilitates the detection and solution of problems in food production. Researchers have already made significant contributions in this field, and it is expected that substantial investments will be required in the future for the widespread implementation of this technology in the food industry. In the future, with the use of AI, farmers will have enhanced planning opportunities in agriculture. This will enable the most efficient use of existing resources. The goal for the future should be to identify suitable facilities and areas for research and development in this field.

REFERENCES

- Addanki, M., Patra, P., & Kandra, P. (2022, December 1). Recent advances and applications of artificial intelligence and related technologies in the food industry. *Applied Food Research*, Vol. 2. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100126>
- Azzurra, A., & Paola, P. (n.d.). Give to AgEcon Search Consumers' behaviours and attitudes toward healthy food products: The case of Organic and Functional foods Consumers' behaviours and attitudes toward healthy food products: The case of Organic and Functional foods. Retrieved from <http://ageconsearch.umn.edu>
- Behjati, S., & Tarpey, P. S. (n.d.). What is next generation sequencing? <https://doi.org/10.1136/archdischild>
- Bhattacharyya, S. S., Maitra, D., & Deb, S. (2021). Study of Adoption and Absorption of Emerging Technologies for Smart Supply Chain Management. *International Journal of Applied Logistics*, 11(2), 14–54. <https://doi.org/10.4018/ijal.2021070102>
- Camaréna, S. (2020, October 20). Artificial intelligence in the design of the transitions to sustainable food systems. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 271. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122574>
- Ding, H., Tian, J., Yu, W., Wilson, D. I., Young, B. R., Cui, X., ... Li, W. (2023, December 1). The Application of Artificial Intelligence and Big Data in the Food Industry. *Foods*, Vol. 12. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/foods12244511>
- Grác, Š., Beňo, P., Duchoň, F., Dekan, M., & Tölgyessy, M. (2020). Automated detection of multi-rotor UAVs using a machine-learning approach. *Applied System Innovation*, 3(3), 1–23. <https://doi.org/10.3390/asi3030029>
- Habicht, J.-P., Pelto, G. H., Pelto, G., Frongillo, E., & Rose, D. (2004). Conceptualization and Instrumentation of Food Insecurity. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/237712682>
- Kakani, V., Nguyen, V. H., Kumar, B. P., Kim, H., & Pasupuleti, V. R. (2020, December 1). A critical review on computer vision and artificial intelligence in food industry. *Journal of Agriculture and Food Research*, Vol. 2. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100033>
- Kenneth, ;, & Kerber, W. (2010). Creating a Sustainable Approach to Change: Building Organizational Change Cap. In *Advanced Management Journal*; Spring (Vol. 75). ABI/INFORM Global.
- Kumar, I., Rawat, J., Mohd, N., & Husain, S. (2021). Opportunities of Artificial Intelligence and Machine Learning in the Food Industry. *Journal of Food Quality*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/4535567>
- Liu, J., Zuo, M., Low, S. S., Xu, N., Chen, Z., Lv, C., ... Men, H. (2020). Fuzzy evaluation output of taste information for liquor using electronic tongue based on cloud model. *Sensors (Switzerland)*, 20(3). <https://doi.org/10.3390/s20030686>
- Mahalik, N. P., & Nambiar, A. N. (2010, March). Trends in food packaging and manufacturing systems and technology. *Trends in Food Science and Technology*, Vol. 21, pp. 117–128. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.12.006>
- Misra, N. N., Dixit, Y., Al-Mallahi, A., Bhullar, M. S., Upadhyay, R., & Martynenko, A. (2022). IoT, Big Data, and Artificial Intelligence in Agriculture and Food Industry. *IEEE Internet of Things Journal*, 9(9), 6305–6324. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.2998584>
- Miyazawa, T., Hiratsuka, Y., Toda, M., Hatakeyama, N., Ozawa, H., Abe, C., ... Miyazawa, T. (2022, December 1). Artificial intelligence in food science and nutrition: a narrative review. *Nutrition Reviews*, Vol. 80, pp. 2288–2300. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuac033>

- Prakash, G., Mishra, R. K., Meena, P., Pandey, D., & Pandey, V. K. (2023a). Application of Computer-aided Artificial Intelligence Techniques in Food Industry. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 42(34), 23–31. <https://doi.org/10.9734/cjast/2023/v42i344230>
- Prakash, G., Mishra, R. K., Meena, P., Pandey, D., & Pandey, V. K. (2023b). Application of Computer-aided Artificial Intelligence Techniques in Food Industry. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 42(34), 23–31. <https://doi.org/10.9734/cjast/2023/v42i344230>
- Quality, J. of F. (2023). Retracted: Machine Learning and Artificial Intelligence in the Food Industry: A Sustainable Approach. *Journal of Food Quality*, 2023, 1–1. <https://doi.org/10.1155/2023/9832949>
- Thapa, A., Nishad, S., Biswas, D., & Roy, S. (2023). A comprehensive review on artificial intelligence assisted technologies in food industry. *Food Bioscience*, 56. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103231>
- Wardah, S., Djatna, T., Marimin, & Yani, M. (2020). New product development in coconut-based agro-industry: Current research progress and challenges. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 472(1). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/472/1/012053>
- Yan, J., Guo, X., Duan, S., Jia, P., Wang, L., Peng, C., & Zhang, S. (2015, November 2). Electronic nose feature extraction methods: A review. *Sensors (Switzerland)*, Vol. 15, pp. 27804–27831. MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/s151127804>
- Zhao, G., Liu, S., Lopez, C., Lu, H., Elgueta, S., Chen, H., & Boshkoska, B. M. (2019). Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions. *Computers in Industry*, 109, 83–99. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.04.002>

UOT 631.6

STUDY OF SOIL BIO-ECOLOGICAL INDICATORS IN VARIOUS BIOTOPES OF THE SHEKI-ZAGATALA ECONOMIC REGION

Gunay Mammadova Israphil

PhD in agrarian sciences. Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan, Institute of Soil Science and Agrochemistry, Department of Soil genesis, geography and cartography.
M. Rahim str. 5, AZ1073, Baku.

Turkan Hasanova Allahverdi

PhD in agrarian sciences, associate professor. Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan, Institute of Soil Science and Agrochemistry, Department of Soil GIS. M. Rahim str. 5, AZ1073, Baku.
ORCID ID: 0000-0002-5040-2599

Abstract. The article shows some important results of modern ecological and biological diagnostics of soils in biocenoses of the Sheki-Zagatala economic region. The materials were collected in five biotopes, representing different stages of the replacement of meadow phytocenoses by forest ones; in the process of their development, the initial state of alluvial-meadow clay soil on carbonate-clay alluvium changed to one degree or another. The content of humus, humidity and water content in the soils of each biotope was studied and compared. Modern soil studies of the selected territory are of great importance from the point of view of protecting soil resources and involvement in agriculture of the Republic of Azerbaijan.

Keywords: vegetation, soil moisture, seasonal factors, water content, ash elements

Introduction. The study of biological indicators of soils is of great importance when involving virgin soils in agriculture. Soil, as a component of the biosphere and a product of the interaction of living matter and rocks, is an area of high concentration of living matter, associated energy, metabolic products and death. The species composition of forest biogeocenoses, some of which were created artificially on the site of indigenous floodplain meadows [1,2,5]. Managing the processes of soil degradation and reproduction requires comprehensive soil-ecological monitoring, which is a system of observations of the ecological state of soils for the purpose of their rational use and protection. Soil protection has become a global issue that transcends the national borders of each country. Anthropogenic impact and disruption of the natural ecological balance of agriculture lead to degradation of natural biogeocenoses, mineralization of humus in the soil, and accumulation of salts along the

profile. When studying the balance of nutrients, nitrogen, phosphorus and potassium enter the soil with precipitation and irrigation water and have empirical significance as a factor determining their leaching by filtration waters [3,6,8]. The purpose of the work is to diagnose modern ecological and biological diagnostics of soils under agrocenoses of Sheki, Zagatala economic region. The material was collected in five biotopes, representing different stages of the replacement of meadow phytocenoses by forest ones, in the process of their development, changed to one degree or another the initial state of alluvial-meadow clay soil on carbonate clay alluvium. Each of them contains a detailed description of the vegetation, in soil sections were full morphological description was made, and samples were taken from different horizons to assess the physical and chemical parameters of the soil. Trial area No. 1 was laid out in a meadow covered with a thick and varied grass cover, which included 43 plant species. The dominant species is the common mantle, the co-dominant species are meadow cornflower, hedgehog grass, spiny sedge, red fescue and common yarrow. The soil on the site is alluvial meadow, weakly differentiated on clayey alluvial layer. Trial area No. 2 is planted in larch crops. The undergrowth is dense, up to 6 m high, consisting of elm, bird cherry and rowan. The grass cover is sparse, consisting of 24 plant species, among which stinging nettle dominates. Co-dominants are river grass, ivy bent grass and. Trial area No. 3 was established in crops consisting of linden, elm, bird cherry and rowan, and poplar. The grass cover is rare, consisting of 18 plant species, among which the common loosestrife dominates. Co-dominants are river grass, madder bedstraw and acute sedge. Trial area No. 4 was established in a 65-year-old forest stand of natural origin, which arose on the site of a sparse oak forest and gradually transformed into a linden forest with fir. Co-dominants are lungwort, male shield weed, lily of the valley and horsetail. Trial area No. 5 was established in a multi-aged oak-linden forest stand of natural origin. The grass cover is of medium density, consisting of 24 species of plants, among which the common grass is dominant. The co-dominants are lungwort and shield weed.

Methods. In TA-1; 2; 3; 4; 5 biotopes, soil temperature was measured in June 2022, and in 2022, 2023, samples were taken from different layers to assess its moisture. In 2023, using a sampler with a volume of 276.8 cm³, soil samples were taken from two layers of 0–10 and 10–20 cm, excluding litter, at 3–5 points to determine the gross content of organic matter and various ash elements in them. Before laboratory analysis, the selected composite soil samples were additionally divided into three parts, each of which was used to assess all physical and

chemical parameters as a separate replicate. Chemical analysis of samples was carried out using standard methods [4,7].

Results. Analysis of the material showed that, under the influence of woody vegetation, almost all morphometric and physicochemical parameters of the meadow alluvial soil changed. The soil-forming role of vegetation is more clearly reflected not by the absolute values of the indicators, but by the value of their ratio between different genetic horizons, which characterizes the direction and rate of change along the profile gradient. Calculations have shown that the leaching of silt particles from the humus-eluvial horizon into the illuvial horizon, formed as a result of the hydrolysis of silicates, occurs most quickly in the meadow biotope, which leads to an increase in the proportion of sand in the upper layer of soil and its decrease in the lower layer.

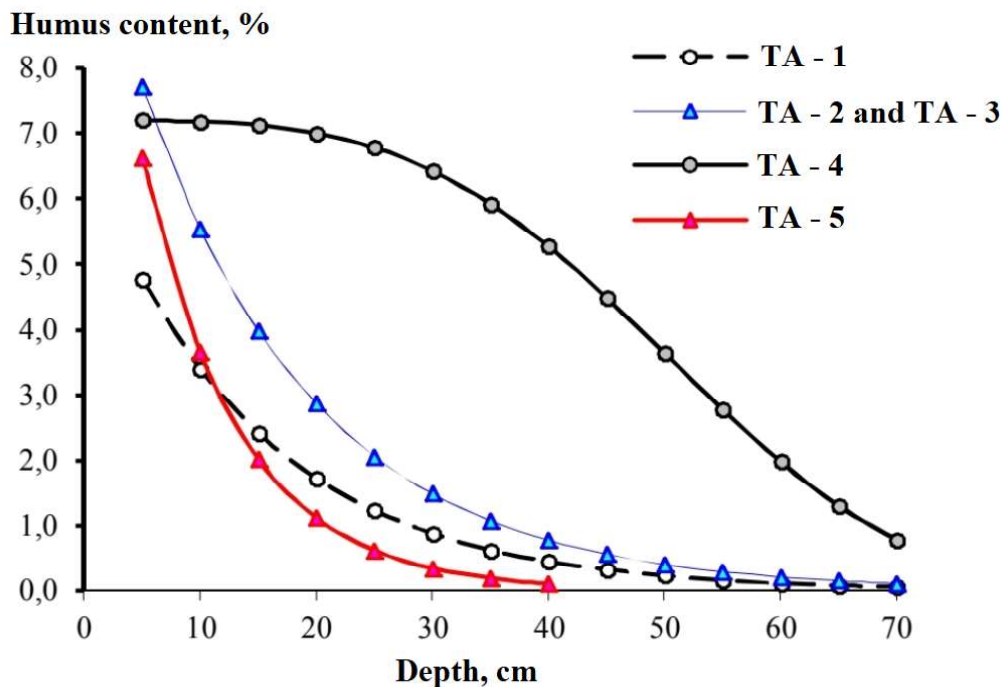


Fig. 1. The changes in soil humus content of various biotopes along its depth gradient and its reserves in the upper layer (TA – trial area)

In the oak-lip biocenoses, the rate of silt washing out is the same, but the dust is destroyed and washed out more slowly than in other biotopes. The process of washing out silt particles occurs most slowly in aspen forests, and in larch and poplar crops its speed is almost the same. The higher the pH value of the environment, the slower the leaching of sludge from the humus-eluvial horizon into the illuvial horizon. Plants are active transformers, ensuring both

their own existence and preparing environmental conditions for changing communities during succession. Ash elements are washed out from the top layer of soil into the lower ones, and plants expend a certain amount of energy to move them back.

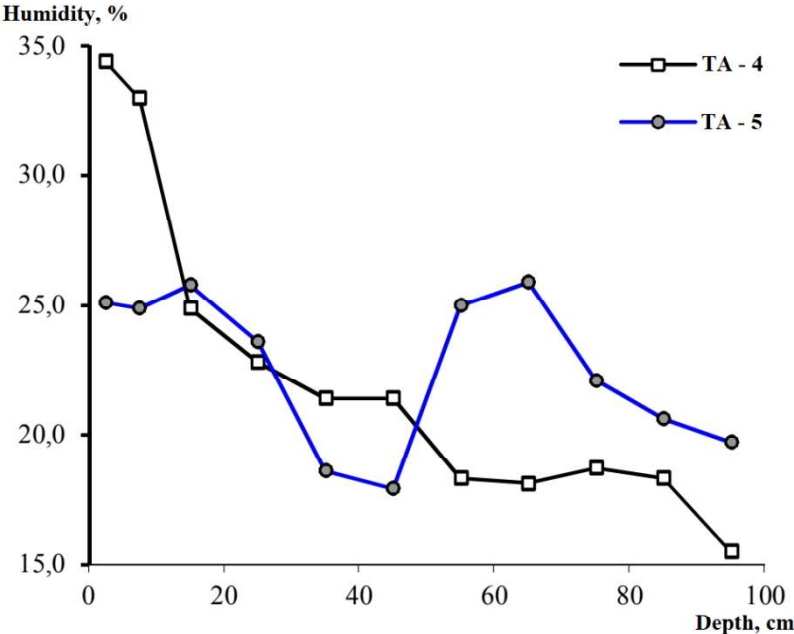


Fig. 2. Changes in soil moisture biotopes along its depth gradient in September 2022 (TA – trial area)

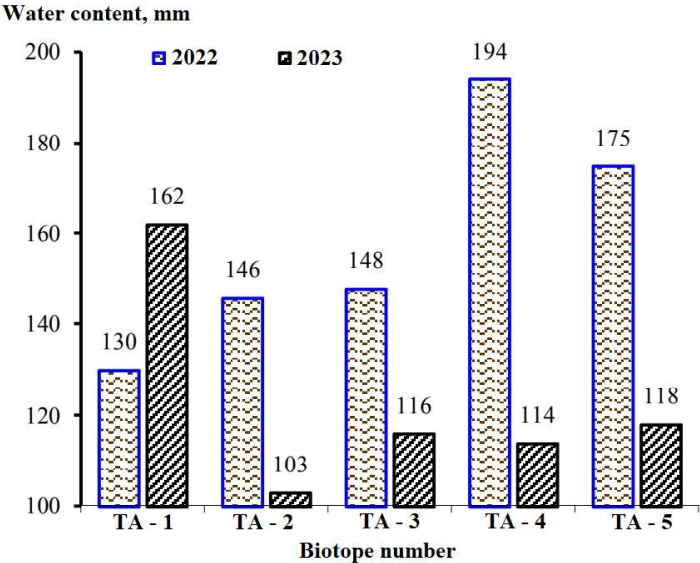


Fig. 3. Change in water content in the upper 70 cm soil layer in September 2022 and 2023 in various biotopes (TA – trial area)

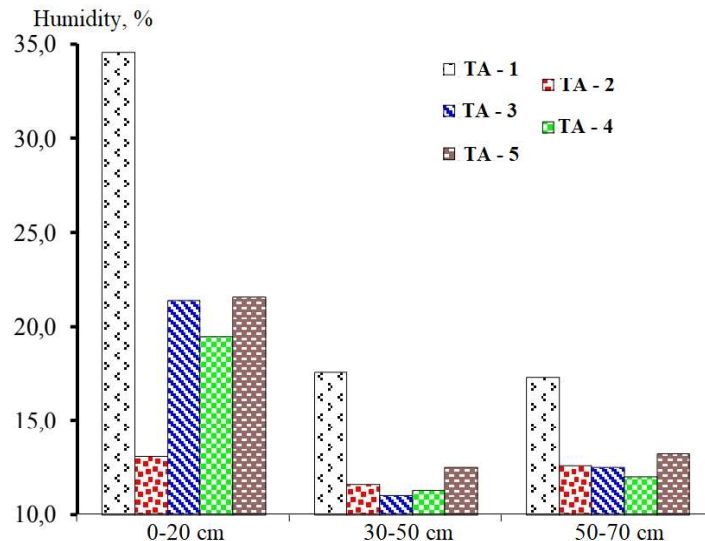


Fig. 4. Change in soil moisture along the profile gradient at the end of September 2023 in various biotopes

References

1. Hasanova T.A., Asgarova G.F. Phytomass of gray-brown soils forming in the arid ecosystem of Azerbaijan. *Bulletin of Science and Practice Scientific journal Publishing Center "Science and Practice"*, Nizhnevartovsk, Russia. 2021. Vol. 7, Issue 9. pp. 110-115
2. Nasirova A.I., Aliyeva M.M., Mammadova R.N., Hasanova T.A. Bioecological edificators of gray-brown soils in Ganja-Gazakh massif (Azerbaijan) // *Environment and Ecology Research*, Horizon publ. Vol. 10, No. 3, USA, CA. 2022. pp. 392 – 397 <http://doi.org/10.13189/eer.2022.100307>
3. Ismayilov, A., Babaev, M., Feyziyev F. The correlation of Azerbaijan arid soils with WRB-2014. *Eurasian Journal of Soil Science*. 2020, Vol. 9, No. 3. pp. 202-207. <https://doi.org/10.18393/ejss.724698> <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1152494>
4. Rowell, D.L., *Soil Science: Methods & Applications*. 1st Edition. Longman Scientific & Technical; Wiley, Harlow, Essex, New York publ. 1994. UK London. 368 p. <https://doi.org/10.4324/9781315844855>
5. Hasanova, T.A. Complexes (Ecogroups) of the invertebrates, phytomass and dynamics of microbiological population and their importance at grey-brown soils diagnostics in Azerbaijan. *Universal Journal of Agricultural Researches*, Horizon Researches Publishing, Vol. 3, No. 4, USA, 2015. pp. 130-135. <https://doi.org/10.13189/ujar.2015.030403> . https://www.hrpub.org/journals/jour_archive.php?id=4&iid=669
6. Hasanova, T.A., Mammadova, G.I., Bunyatova, L.N., Gahramanova, A.Y. Importance of biodiagnosics and irrigation grey-brown soils. *Universal Journal of Agricultural Research*, Vol. 9, No. 3, USA. CA. Horizon publishing. 2021. pp. 63-69, https://www.hrpub.org/journals/article_info.php?aid=11006 <http://doi.org/10.13189/ujar.2021.090301>
7. Solomon, J. *Red list of the endemic plants of the Caucasus: Armenia, Azerbaijan, Georgia, Iran, Russia, and Turkey*. J. Solomon, T. Shulkina, G. Schatz. USA, Missouri Botanical Garden Press. 2014. 451 p.
8. Talibi, S.M., Hasanova, T.A. Ecologically significant indicators of mountain meadow soils in Azerbaijan. *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*. Nizhnevartovsk State University press., Vol. 1., No. 57. 2022. Russia. pp. 102-108 <https://vestnik.nvsu.ru/2311-1402/article/view/106053> <https://doi.org/10.36906/2311-4444/22-1/11>

HARMFUL FLY (DIPTERA) SPECIES ON BARLEY (*HORDEUM VULGARE* L.) IN NORTHERN CYPRUS

Celalettin GÖZÜAÇIK

Iğdır University, Agriculture Faculty, Department of Plant Protection, Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5643-7663>

Ayda KONUKSAL

Agricultural Research Institute, Lefkoşa, Turkish Republic of Northern Cyprus
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1250-4447>

Nazife ARAP

Agricultural Research Institute, Lefkoşa, Turkish Republic of Northern Cyprus
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-4559-9271>

Hakan HEKİMİHAN

Aegean Agricultural Research Institute, İzmir, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6531-6490>

ABSTRACT

Among the cultivated field crop plants in Northern Cyprus, grains take the first place. The most planted crop among grains is barley (*Hordeum vulgare* L.). Many harmful insect species have been identified on the barley plant so far. However, among these pests, many species of pests that do not attract attention are also encountered. This study was conducted to determine the fly (Insecta: Diptera) species that coexist with the Hessian fly on the barley plant. Samplings were carried out on barley varieties Ahna, Athenais, Beşparmak, Galopsida and Morfou, which are widely cultivated in Turkmenköy and Güzelyurt districts where the trials were conducted in 2021-2022. Plant samples were collected at 15-day intervals between December and February when the flies were in their larval and pupal stages and were cultured in laboratory conditions at 25 °C and 65±10% humidity in 5-liter plastic jars covered with tulle, 20 in each container. Adult individuals emerging from the cultures were classified and counted. In the studies, 97 adult flies (Diptera) harmful to barley were obtained from cultures. These are *Mayetiola destructor* (Say) (Cecidomyiidae), *Delia coarctata*, Fallén, (Anthomyiidae), *Oscinella pusilla* (Meigen), *Thaumatomyia notata* (Meigen) (Chloropidae) and *Opomyza florum* (Fabricius) (Opomyzidae). Among these species, *M. destructor* (n=90) was detected at 92.7%, *O. florum* (n=3) at 3.1%, *D. coarctata* (n=2) at 2.1% and *O. pusilla* also (n=2) at 2.1%, respectively. Additionally, during the studies, the species *Thaumatomyia notata* (Meigen) (Chloropidae), which is a root aphid predator, was also obtained from cultures. In the studies, 4 species belonging to the Anthomyiidae, Chloropidae, Cecidomyiidae and Opomyzidae families of the Diptera order that cause damage to the barley plant were recorded, and 5 species, including the *Phorbia fumigata* (Meigen) species recorded from previous studies. *T. notata* is a root aphid predator. It was understood that the most dominant species among the harmful species obtained was *M. destructor*, while the population of other species remained at low rates. As a result of this study, 3 more fly (Diptera) species, except *M. destructor* and *P. fumigata*, were included in the insect species harmful to the barley plant in Northern Cyprus.

Keywords: Barley; Diptera; Harmful; Northern Cyprus

INTRODUCTION

Among the crops cultivated in field agriculture in Northern Cyprus, cereals rank first. The most cultivated plant among cereals is barley. Barley (*Hordeum vulgare* L.) is cultivated in very large areas (92.7%) among cereal plants. Due to being planted in the same areas consecutively every year, barley has become an attractive plant for many harmful species. Therefore, it has become a suitable habitat and an important food source for many pests. In the barley agro-ecosystem of Northern Cyprus, a total of 28 insect species have been identified, including the following significant species: the cereal moth, *Syringopais temperatella* (Lederer) (Lepidoptera: Scythrididae); the Hessian fly, *Mayetiola destructor* (Say) (Diptera: Cecidomyiidae); the cereal weevil, *Pachytychius hordei* (Brulle) (Coleoptera: Curculionidae); the grain tortrix, *Cnephasia pasiuana* (Hübner) (Lepidoptera: Tortricidae); and the cereal bug, *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae) (Güllü et al., 2014a). In another study by Güllü et al. (2014b), species from the Hemiptera: Aphididae family, including *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856), *Sitobion avenae* (Fabricius, 1775), *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758), *Anoecia corni* (Fabricius, 1775), and *Tetraneura ulmi* (Linnaeus, 1758), were identified. Additionally, a total of 11 species from the Thysanoptera order, including *Aeolothrips intermedius* Bagnall, 1934, *Melanthrips fuscus* (Sultzter, 1776), *Melanthrips pallidus* Priesner, 1919, *Rhipidothrips brunneus* Williams, 1913, *Rhipidothrips gratiosus* Uzel, 1895, *Haplothrips bolacophilus* Priesner, 1938, *Frankliniella tenuicornis* (Uzel, 1895), *Limothrips cerealium* Haliday, 1836, *Sitothrips arabicus* Priesner, 1931, *Stenothrips graminum* Uzel, 1895, and *Thrips angusticeps* Uzel, 1895, were identified (Güllü et al., 2021). Furthermore, a species from the Diptera order, *Phorbia fumigata* (Meigen), was recorded by Konuksal et al. (2017).

This study focuses on determining the fly species that cause damage in barley plants, including the Hessian fly, *M. destructor*, and *P. fumigata*, as well as other fly (Diptera) species found together with them.

MATERIALS AND METHODS

Sampling was conducted on Ahna, Athenais, Beşparmak, Galopsida, and Morfou barley varieties, which are widely cultivated in Türkmenköy and Güzelyurt districts where the experiments were carried out between 2021 and 2024. Plant samples were collected at intervals of 15 days between December and February, when the larvae and pupae of the flies were present. The upper parts of the plants with larvae and pupae were cut and the remaining stems were cultured in 5-liter plastic jars, each containing 20 stems, with the mouths covered with gauze, under laboratory conditions at 25°C and 65±10% humidity. The emergence of adult individuals from the cultures was classified and counted.

RESULTS AND DISCUSSION

In the studies, a total of 97 adult flies (Diptera) were obtained, including *Mayetiola destructor* (Say) (Cecidomyiidae), *Delia coarctata* Fallén (Anthomyiidae), *Oscinella pusilla* (Meigen) (Chloropidae), and *Opomyza florum* (Fabricius) (Opomyzidae) species. Among these species, *M. destructor* (n=90) was determined at a rate of 92.7%, *O. florum* (n=3) at 3.1%, *D. coarctata* (n=2) at 2.1%, and *O. pusilla* (n=2) at 2.1%. Identified alongside economically significant species such as *M. destructor*, *D. coarctata*, *O. pusilla*, and *O. florum* in the barley ecosystems of Northern Cyprus, *Phorbia fumigata* (Meigen) was noted, forming a group of five fly species that cause damage during the early stages of barley growth. While *M.*

destructor and *P. fumigata* have been previously identified in Cypriot wheat fields (Konuksal et al., 2017), the species *D. coarctata*, *O. pusilla*, and *O. florum* were identified for the first time in this study as barley pests in Northern Cyprus. Additionally, alongside the harmful dipteran species examined in the study, *Thaumatomyia notata* (Meigen) larvae, which prey on root aphids, were obtained from barley roots. *T. notata* is recorded in the fauna of the Cyprus island (Anonymous, 2024) and was first obtained from barley roots in Northern Cyprus through this study.

The most dominant and economically damaging fly species in the barley agro-ecosystems of Northern Cyprus is *M. destructor*. This species is one of the major pests of cereals. Studies have reported that this species causes a yield loss of approximately 37.1% (43.5 kg ha⁻¹) per hectare in barley fields in Northern Cyprus (Konuksal et al., 2021). *M. destructor* also inflicts damage in other hosts, causing damage rates ranging from 32-42% in triticale (x *Triticosecale* Witmack) (Krusteva et al., 2013), 42% in bread wheat (*Triticum aestivum* subsp *aestivum* L.), and 32% in durum wheat (*Triticum turgidum* subsp *durum* L.) (Lhaloui et al., 1992). Another species, *O. florum*, is also a significant pest in cereals. It is considered the most damaging fly species to winter wheat in Bulgaria (Krusteva, 2002; Krusteva et al., 2006). *D. coarctata* feeds on crops such as wheat, barley, and rye (Rogers et al., 2013) and has been recorded as a serious pest of winter wheat in many regions of Europe (Young et al., 1996), causing up to 44% damage in years of high population density (Oakley & Young, 2000). *O. pusilla* can cause damage of up to 10% in cereals (Kozulina et al., 2021). *P. fumigata* has also been reported as an economically damaging species in cereals (Krusteva et al., 2011). It is evident that the damage caused by these fly species is significant during the early stages of cereal growth (1-4 leaf stage). These fly species can coexist in the same field. In studies conducted in Ukrainian cereal fields, harmful fly species such as *Oscinella frit* (Linnaeus), *O. pusilla*, *M. destructor*, *D. coarctata*, *Phorbia securis* Tiensum, and *Opomyza florum* were identified (Kozak, 2007). Brief descriptions of some morphological and bio-ecological characteristics of the fly (Diptera) species identified in barley in Northern Cyprus are listed below.

Hessian fly, *Mayetiola destructor* (Say) (Cecidomyiidae): This species is the main pest in cereal fields in the Turkish Republic of Northern Cyprus. The wings of adult flies are blackish, and their bodies are quite small (5 mm). The eggs are orange, with females laying 250-300 elliptical, red-orange eggs from early December to the 1-4 leaf stage of the plant, usually scattered on the leaf surface. Larvae emerging from the eggs move towards the stem, settling at the base of the plant. Here, larvae, which pass through three larval stages, cause swelling in the roots due to feeding by the first and second larval stages. Larvae that pass through three larval stages pupate where they are located. In Northern Cyprus conditions, it produces 2-3 generations per year. The first generation of adult flies is observed in wheat fields after wheat emergence (before the tillering period) in December. Females die after laying eggs, and the second generation of adults is observed from late January to mid-February, laying eggs especially on late-developing plants (younger). The third generation of adults can be observed in early March depending on climate conditions and plant phenology. From early April to December, they spend approximately 8-9 months in the field in the pupal stage during the summer period (aestivation) (Konuksal et al., 2017). The primary damage of *M. destructor* occurs during the larval stage of the first generation. Larvae cause more significant damage when the plant is at the 3-4 leaf stage. They prevent the plant from tillering, and in the stem where they feed, they cause cell growth with secretions they produce. This blocks the plant's vascular bundles, causing the plant to dwarf, resulting in small spikes and undeveloped grains. Additionally, by preparing the ground for the

development of secondary pathogens in the feeding root part, they further increase the yield loss.

Yellow cereal fly, *Opomyza florum* (Fabricius) (Opomyzidae): It is one of the significant pests of cereals. Adults are 3.5-4 mm in size, rusty-yellow in color. The wings are oval, transparent, yellowish, with smoky brown spots around the cross veins and longitudinal veins at the tips. There are several rows of dark setae on the mesonotum and 4 bristles on the scutellum. The abdomen is slender, pointed at the tip in females, and oval in males. Females, because of their underdeveloped ovaries, remain in a pseudo-diapause state until autumn. The egg is long-oval, slightly narrowed on one side. It is a significant pest of winter wheat in Bulgaria (Krusteva, 2002; Krusteva et al., 2006). Larvae feeding during the emergence of wheat plants cause damage to the plant and lower grain yield. *O. florum* is most effectively managed by planning the sowing date. They form dense populations in early-sown wheat fields and cause significant damage to plants (Zagovora et al., 1981; Vickerman, 1982; Krusteva et al., 2012). Adult flies appear active in late November and early December, during the sowing period of winter wheat. They lay their eggs on the plant or in the soil and spend the winter in this period. Larvae emerge from the eggs in January-February, cutting the central leaf and elongation cone without damaging the tillering node's embryonic tissue. The growth of affected shoots stops. The central leaf turns yellow and curls, while other leaves remain green, but the shoots die after the larvae complete their development (Krusteva et al., 2012). The damage caused by *O. florum* is similar to that of *O. pusilla* and *D. coarctata*. Feeding on the plant results in the central leaf of the stem turning yellow first and then dying. They produce one generation per year (AgroAtlas, 2024).

Wheat bulb fly, *Delia coarctata* Fallén (Anthomyiidae): It is a significant pest of cereals such as wheat, barley, and rye (Rogers et al., 2013). It is the most serious pest of winter wheat in many regions of Europe (Young et al., 1996). Adults are gray, with relatively long setae on the arista, the height of the gena less than half the height of the compound eye. The distance between the cross veins dm-cu is 1.5 times the length of the cross vein dm-cu. There is no prealar seta, the hind femur is elongated on the medial side, there is no posteroventral seta, the hind tibia has 2-3 anteroventral setae and is without an apical posteroventral seta, the middle tibia is without anterodorsal and anteroventral setae. The abdomen is flattened at least in the proximal half, the abdomen is distinctly long and narrow, with the lateral edges almost parallel (Joneidi et al., 2017). Eggs spend the winter in the soil and hatch in January and February. Larvae feed inside the plant stem, and as a result of feeding, the central stem first turns yellow and then dies. If the plant is not sufficiently developed, the seedling can be killed directly due to feeding. At the same time, when the feeding stem is exhausted, the larvae move to new stems to feed (Gough, 1947). They pupate in late March-early April in the soil. Adults usually emerge in the first half of October and lay their eggs in freshly plowed soil. They produce one generation per year (Jones et al., 1990).

Barley fly, *Oscinella pusilla* (Meigen) (Chloropidae): Also known as the frit fly. The body length of adults is 1.5-2 mm, black, with wings. Halteres, abdominal sternites, and anterior and middle tibia are yellow; the hind tibia has dark bands. The femur is black. The antennae consist of four segments parallel to each other. The white or cream-colored cylindrical eggs are 0.7 mm long. Mature larvae are cylindrical, white-yellow in color, and 4 mm long. Their bodies are pointed forward and rounded backward. Two fleshy round tubercles with spiracles are found in the anal segment. Each segment has a row of large and a row of small spicules on the cuticle. The ventral part of the abdomen is yellow. The female is significantly larger than the male (AgroAtlas, 2024). *O. pusilla* feeds on wheat, barley, oats, rye, triticale, and even

corn and wild grasses (Rajabiand Behrozin, 2003; Krusteva and Karadjova, 2011), but it prefers barley more. *O. pusilla* spends the post-harvest summer period in the stems of cereal plants in the mature larval stage. The first generation of flies emerges when the plants have 1-3 leaves. Adults feed on pollen and nectar on wild plants. Egg laying begins 9-13 days after emergence. Males die after mating. Females lay their eggs singly or in groups (1-15 eggs) on the coleoptile or leaf sheath. One female can lay 25-30 eggs. Egg development takes 4-10 days. Larvae emerging from the eggs create brown galleries by piercing the embryonic tissue along the central leaf (Tschirnhaus and Nartshuk, 2012; Memari et al., 2016). The first generation is highly dangerous and causes the death of the main shoots. Larval period lasts 13-20 days. Only one larva lives in a stem. Before entering the pupal stage, they gnaw the stem to the epidermis and pupate where they feed. The pupal stage lasts 10-14 days at an air temperature of 12°C. The lifespan of a generation is 22-46 days. The second generation is less harmful. They produce two generations per year (Kozulina et al., 2021). The pest is resistant to winter cold. They remain active at temperatures between 10-35°C (AgroAtlas, 2024).

Wheat root fly, *Phorbia fumigata* (Meigen): Its larvae feed on the shoots and roots of cereals and are particularly serious cereal pests in Eastern Europe (Griffiths, 1997). The body length of adults is 3.4-6 mm, and their wings are gray or brown. The last abdominal segment of the male is clavate, and the inner edge of the V. sternite is regularly covered with fine hairs. There are no dark longitudinal stripes on the thorax of the female or they are indistinct (Ackland, 1993). Females lay their eggs inside the coleoptile sheath or palea. Eggs develop within 3-7 days. Larvae are white, cylindrical, and 8 mm long. Larvae emerging from the eggs feed along the central leaf toward the tillering node. Feeding causes the leaf to yellow first and then gradually dry up. The larval period lasts 25-30 days. Mature larvae pupate in late May to early June by entering the soil. They damage wheat, rye, triticale, barley, and *Bromus* sp. plants (Krusteva et al., 2011) but do not feed on oats (AgroAtlas, 2024).

Grass fly, *Thaumatomyia notata* (Meigen) (Chloropidae): It is 2.0-2.5 mm in body length. The thorax and eye margins are bright yellow, with longitudinal brown stripes on the mesonotum and yellow lines. The abdomen is yellow with large horizontal brown lines. In autumn, adults fly in large swarms and disturb people (Marshall, 2012). Adults are harmless. Larvae are predators (Nartshuk, 2012). They live in the soil at the base of plants such as cereals, clover, carrot, pea, and some weeds (Yarkulov, 2019). They feed on root aphids (*Pemphigus* spp. and *Smynthuodes* spp.), living on the roots of plants (Yarkulov, 1972; Nartshuk, 2000).

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

In barley plants in Northern Cyprus, five species of Diptera belonging to the families Anthomyiidae, Chloropidae, Cecidomyiidae, and Opomyzidae, including *D. coarctata*, *O. pusilla*, and *O. florum*, along with *M. destructor* and *P. fumigata* recorded from previous studies, have been identified as pests. It is understood that among the obtained species, *M. destructor* is the dominant species, and the populations of other species remain at low rates. As a result of this study, three more Diptera species harmful to barley plants in Northern Cyprus have been included, except for *M. destructor* and *P. fumigata*. These species cause significant damage in the early stages of cereal plants. Repeated cultivation of cereal crops in the same areas for many years leads to an increase in the populations of these pests. Crop rotation, planting non-host plants, appears to be the most suitable method for reducing or controlling their damage. With these studies, the species *T. notata* has been identified, and the larvae of this species are known as predators of root aphids.

REFERENCES

- Ackland, D.M. (1993). Revisionary notes on the genus *Phorbia* (Diptera: Anthomyiidae) with descriptions of three new species from the Czech Republic and Georgia (Palaeartic Region). *European Journal Entomology*, 90: 209-226.
- AgroAtlas (2024). http://agroAtlas.ru/en/content/pests/Opomyza_florum/index.html (Accessed to: 27.02.2024).
- Anonymous, (2024), Terrestrial Arthropods of Cyprus. <https://cyarthros.myspecies.info/content/checklist#table2> (Accessed to: 24.02.2024).
- Griffiths, G.C.D. (1997). Anthomyiid flies (Diptera: Anthomyiidae) of the Yukon. In Danks, H.Y. and Downes, J.A. (eds.), *Insects of the Yukon*, pp. 687-722. Biological Survey of Canada (Terrestrial Arthropods), Ottawa.
- Gough, H.C. (1947) Studies on wheat bulb fly, *Leptohylemyia coarctata* Fall. II. numbers in relation to crop damage. *Bulletin of Entomological Research* 37, 439–454.
- Güllü, M., Gözüaçık, C., Hekimhan, H., Fidan, H., Konuksal, A., Değirmenci R. & Akerzurumlu, E. (2014a). Kuzey Kıbrıs Tahıl Alanlarında Bulunan Bazı Zararlı Böcek Türleri, Yayılışları ve Zarar Durumları Üzerinde Araştırmalar. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi Bildiri Özetleri, sayfa 5, 3-5 Şubat 2014, Antalya.
- Güllü, M., Gözüaçık, C., Fidan, H., Hekimhan, H., Konuksal, A., Akerzurumlu & A., Değirmenci, R., (2014b). Kuzey Kıbrıs Tahıl Alanlarında Tespit Edilen Yaprakbiti (Hemiptera: Aphididae) Türleri, Yayılışları ve Doğal Düşmanları. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi Bildiri Özetleri, sayfa 307, 3-5 Şubat 2014, Antalya. 9.
- Güllü, M, Gözüaçık C & Konuksal A. (2021). Thrips (Thysanoptera) species and distribution areas in Northern Cyprus cereal fields. 3rd International Symposium on Biodiversity Research, 20 - 22 October 2021, Erzurum, Turkey, ISBN: 978-605-82906-2-4, 31p
- Jones, T. H., Young J.E.B., Norton G.A. & Mumford J.D. (1990). An Expert System for Management of *Delia coarctata* (Diptera: Anthomyiidae) in the United Kingdom. *J. Econ.Entomol.*83(5):2065-207.
- Konuksal, A., Hekimhan, H., Gözüaçık, C., Güllü, M., Fidan, H., Değirmenci, R. & Karaca, C. (2017). Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Tahıl Alanlarındaki Zararlı Böcek, Nematod, Hastalık Ve Yabancı Otların Tespiti, Önemli Olanların Biyo Ekolojileri ve Mücadelesi Üzerinde Araştırmalar. Proje Sonuç Raporu. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, Tarım ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı, Lefkoşa Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 157 sayfa.
- Konuksal, A, Güllü M, Gözüaçık C, Hekimhan H, Değirmenci R & Karaca, C. (2021). Arpa (*Hordeum vulgare* L.)’da Hesse Sineği [(*Mayetiola destructor* (Say) (Diptera: Cecidomyiidae)]’ne Karşı Tohum İlaçlarının Verim, Morfolojik ve Bazı Agronomik Özelliklerine Etkileri. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(Özel Sayı): 3465-3475.
- Kozak, G.P. (2007) Influence of ecological factors on the state of phytophagous insect populations on winter wheat in the ForestSteppe of Ukraine. Doctoral dissertation. Kyiv: UAAN Institute of Plant Protection. (in Ukrainian)
- Kozulina, N.S., Vasilenko, A.V., Vasilenko, A.A. & Shmeleva, Z.N. (2021). Effective protection of grain crops from pests. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 677 pp.
- Krusteva, H. & Karadjova, O. (2011). Impacts of triticale crop sowing date on the insect pest species composition and damage caused. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 17: 411-416.
- Krusteva, H., Karadjova, O. & Ventsislavov, V. (2012). Monitoring methods and prognosis of *Opomyza florum* Fabr. (Diptera: Opomyzidae) – A Pest Of Wheat In Bulgaria. *Journal Of Plant Protection Research*, 52(4): 472-478.

- Krusteva, H. (2002). Studies on phenology, density dynamics and harmfulness of cereal and grass fly *Opomyza florum* F. (Diptera: Opomyzidae) on wheat in Southwestern Bulgaria. p. 131–134. In: Scientific Conference with International Participation “Stara Zagora 2002”. Stara Zagora, 6–7 June, 2002, 360 pp.
- Krusteva, H. (2003). Density dynamics of *Opomyza florum* F. (Opomyzidae: Diptera) in winter wheat crops. Sampling methods. p. 108–112. In: Proc. International Scientific Conference “50 years university of forestry”. Sofia, 1–2 April, 2003, 292 pp.
- Krusteva, H., Ventsislavov V. & Nikolova G. (2006). Sowing date impacts the dipterous pests species composition and damage on wheat crop. *Plant Sci.* 5 (XLIII): 391–396.
- Krusteva, H., Karadjova O., Beschovski, V. & Ventsislavov, V. (2011). Studies on harmful dipterans on winter wheat in small grain regions of North Bulgaria. *Plant Sci.* 48 (3): 308–315.
- Krusteva, H., Krumov, V. & Karadjova, O., (2013). Effect of sowing date on species composition of insect pests on winter Triticale during the spring and summer in Bulgaria. IV International SymposiumA grosym 2013, 559-564 pp.
- Lhaloui, S., Buschman L., L Bouhssini, M., Amri, A., Hatchett J.H., Keith, D., Straks, K. & El Houssaini, K. (1992). Control of *Maveyiola* species ((Diptera: Cecidomyiidae) with carbofuran in bred wheat , durum wheat and barley with yield loss assessmant and its economic analysis. *Al Awamia* 77, 55-73.
- Marshall, S.A. (2012) *Flies. The Natural History & Diversity of Diptera.* Firefly Books Ltd, Ontario, Canada. 616 pp.
- Memari, F., Hakimitabar M., Mohamadzadeh Namin, S. & Nartshuk, E P. (2016). Frit flies (Diptera: Chloropidae) fauna of central part of Khorasan Razavi Province. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 2(4): 405–410
- Nartshuk, E.P. (2000). Periodicity of outbreaks of predatory fly *Thaumatomyia notata* M.G.(Diptera, Chloropidae) and its possiblereasons. *Entomological Review*, 80: 911–918.
- Nartshuk, E.P. (2012) Chloropidae (Diptera) of Turkey with descriptions of new species records. *Israel Journal of Entomology*, (2011), 4–42, (2012), 115–14.
- Oakley, J.N. & Young, J.E.B. (2000). Economics of pest control in cereals in the UK. The BCPC Conference – Pests and Diseases 2000. 663-670.
- Rajabi, G. & Behrozin, M. (2003). Pests and diseases of wheat in Iran. *Agricultural Education Publications*, 186 page.
- Rogers, C.D. & Evans, K.A. (2013). Wheat bulb fly (*Delia coarctata*, Fallen, Diptera: Anthomyiidae) larval response to hydroxamic acid constituents of host-plant root exudates. *Bulletin of Entomological research*. 103: 261-268.
- Tschirnhaus, M. & Nartshuk, E.P. (2012). *Oscinella* Becker, 1909 (Insecta, Diptera, Chloropidae): proposed conservation by reversal of precedence with *Melanochaeta* Bezzi, 1906 and *Pachychaetina* Hendel, 1907. *Bulletin of Zoological Nomenclature*, 69, 37-43.
- Ventsislavov, V. & Krusteva, H. (2006). Effect of planting date on density dynamics and damage rate of *Opomyza florum* Fabr. (Diptera: Opomyzidae) in winter wheat. *Plant Prot.* XVII: 54–62.
- Vickerman, G. (1982). Distribution and abundance of adult *Opomyza florum* (Diptera: Opomyzidae) in cereal crops and grassland. *Ann. Appl. Biol.* 101 (3): 441–447.
- Yarkulov, F.Y. (1972). Entomophages of the Sugar Beet Root Aphid,” *Zashchita Rastanii* 6, 29pp.
- Yarkulov, F.Y. (2019). Biology of *Thaumatomyia* Zenker, 1833 (Diptera, Chloropidae) Frit Flies, Predators of Root Aphids in Middle Asia. *Entomological Review*, 99 (8): 1069–1082.
- Young, J.E.B. & Ellis, S.A. (1996). Impact of changes in arable agriculture on the biology and control of wheat bulb fly. Home Grown Cereals Authority.

Zagovora, A., Kravchenko, A. & Budennaja, K. (1981). Opomyza on wheat. *Zashita Rastanii* 10: 44–45

**HIGH VALUE ADDED AGRICULTURAL PRODUCTS; PHYTOCHEMICAL
CONTENT OF SALVIA HYDRANGEA**

**KATMA DEĞERİ YÜKSEL TARIMSAL ÜRÜNLER; SALVIA HYDRANGE'NİN
FİTOKİMYASAL İÇERİĞİ**

Musa KARADAĞ

Iğdır University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Chemistry and
Chemical Processing Technologies, Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2498-3403>

Yunus BAŞAR

Iğdır University, Research Laboratory Application and Research Center, Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7785-3242>

Fatih GÜL

Iğdır University, Research Laboratory Application and Research Center, Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4297-786X>

Mehmet Hakkı ALMA

Iğdır University, Research Laboratory Application and Research Center, Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6323-7230>

İbrahim DEMİRTAŞ

Iğdır University, Research Laboratory Application and Research Center, Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8946-647X>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Medicinal and aromatic plants are widely used in both modern and traditional medicine. Among these plants is *Salvia hydrangea* DC. Ex Bentham (sage) has been found to have a wide range of pharmacological effects such as anticancer, anti-inflammatory, antioxidant, antimicrobial, antimutagenic, anti-dementia and hypoglycemic due to the compounds it contains. It is reported that these very important effects are caused by very different and abundant secondary metabolites, especially terpenic and phenolic compounds. Therefore, determining the quantity and quality of sage plant can provide important academic data to researchers in determining both its commercial and potential pharmacological activity potential. **Materials and Methods:** Essential oil and methanol-chloroform (1:1 v/v) extract of the aerial part of *S. Hydrangea* were obtained. Content analysis of essential oil and crude extract was performed by GC-MS/MS and LC-MS/MS. **Results:** As a result of the volatile component analyzes performed with the GC-MS device, the main components were camphor (28.68%), α -Pinene (12.29%), camphene (12.18%), limonene (8.30%), 6-camphenone (7.77%) and It was found to be β -Pinene (7.41%). According to the results of phenolic analyzes performed by LC-MS/MS, vanillic acid (982.01 ng/mg), protocatechuic acid (713.87 ng/mg), syringic acid (198.84 ng/mg), shikimic acid

(142.62 ng/mg), chlorogenic acid (138.66 ng/mg) were determined to be the main ingredients. **Discussion and Conclusion:** Thanks to its high essential oil and phenolic content, sage can be transformed into products with high added value such as food, pharmacology and cosmetics.

Key Words: Sage; antioxidant; antimicrobial; essential oil; phenolic compounds

ÖZET

Giriş ve Amaç: Tıbbi ve aromatik bitkiler hem modern, hem de geleneksel tıpta oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bitkiler arasında yer alan *Salvia hydrangea* DC. Ex Bentham (adaçayı), içerdiği bileşiklerden dolayı antikanser, antiinflamatuvar, antioksidan, antimikrobiyal, antimutagenik, antidemans, hipoglisemik gibi çok çeşitli farmakolojik etkisi olduğu tespit edilmiştir. Oldukça önemli olan bu etkilerin, başta terpenik ve fenolik bileşikler olmak üzere çok farklı ve fazla miktarda sekonder metabolitlerden kaynaklandığı rapor edilmektedir. Dolayısıyla adaçayı bitkisinin nicelik ve niteliklerinin belirlenmesi hem ticari hem de olası farmakolojik aktivite potansiyelini tespit etmede araştırmacılara önemli akademik veri sağlayabilir. **Gereç ve Yöntem:** *S. Hydrangea*'nın toprak üstü kısmının uçucu yağı ve metanol-kloroform (1:1 v/v) ekstraktı elde edildi. Uçucu yağ ve ham ekstraktın içerik analizi GC-MS/MS ve LC-MS/MS ile yapıldı. **Bulgular:** GC-MS cihazı ile yapılan uçucu bileşen analizleri sonucunda ana bileşenlerin kafur (%28,68), α -pinen (%12,29), kampen (%12,18), limonen (%8,30), 6-kanfenon (%7,77) ve β -pinen (%7,41) olduğu tespit edildi. LC-MS/MS cihazı ile yapılan fenolik analizleri sonucuna göre, vanilik asit (982.01 ng/mg), protokatekuik asit (713.87 ng/mg), siringik asit (198.84 ng/mg), şikimik acid (142.62 ng/mg) ve klorojenik asit (138.66 ng/mg) ana bileşenler olduğu belirlendi. **Tartışma ve sonuç:** Adaçayının sahip olduğu yüksek esansiyel yağ ve fenolik içeriği sayesinde gıda, farmakoloji, kozmetik gibi pekçok sektörde katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Adaçayı; antioksidan; antimikrobiyal; esansiyel yağ; fenolik bileşikler

INTRODUCTION

Without plants, neither animals nor humans would exist. This is because plants are the main food source on earth. Plants also synthesize compounds called secondary metabolites to provide their own defense. One of the important groups of these compounds (secondary metabolites) with commercial and medical potential are terpenes. Terpenes are the main component of essential oils (EO). EO are aromatic substances found in certain parts of some plants and used to protect the plants themselves from some negative factors (such as fungi, pests and predators) (Butnariu, 2021; Saroj et al., 2020). EO are used in simple house type medical application to reduce stress, inflammation and headache, improve the quality of sleep (Ali et al., 2015; Dobetsberger & Buchbauer, 2011; Lizarraga&Valderrama, 2021). Essential oils are very complex mixtures due to the compounds they contain that differ in their chemical structures. The fact that each of these compounds has bioactive properties enables EO and plants containing EO to have a wide range of biological activities, especially anti-fungal, anti-inflammatory and anti-microbial. The genus *Salvia* L. (GS) is largest genus of the Lamiaceae family with 1000 species (González-Gallegos et al., 2020). GS has a pleasant scent because it

contains a high amount of essential oil, and due to this feature, it is used as a flavourings, food condiments, cosmetics, and perfume additives (Dobetsberger & Buchbauer, 2011; González-Gallegos et al., 2020; Lizarraga&Valderrama, 2021). In addition to this, GS have commonly been widely used as folk medicines as antibacterial, antitumor, antioxidant, antiviral, spasmolytic and anti-inflammatory treatments, thanks to the compounds (Asgarpanah, 2021).

For this purpose, GS harvested in July; the essential oil was extracted with neo-clevenger and essential oil of GS content was determined in GC-MS. *Salvia L.* crude extract was obtained in methanol solvent and content analysis was performed on the LC-MS/MS device. Thus, the phytochemical content analysis of lavender was determined and its usability and commercial potential in the food, cosmetic and pharmaceutical industries was determined.

MATERIAL AND METHOD

Plant

S. Hydrangea plants were cultivated in experimental fields in Iğdır University Şehit Bülent Yurtseven Campus. The plants were harvested at the end of June. Aerial parts of the plant were shade-dried and then powdered for subsequent hydro-distillation.

Obtaining essential oil and crude extract

To obtain essential oils, 50 g of the dried and powdered aerial parts of the plant were weighed and transferred into a 1-liter volumetric flask. 600 ml of pure water was added and left to boil in the Neo Clevenger device for 2 hours. The essential oil obtained after 2 hours was placed in an eppendorf tube and stored in a +4 °C refrigerator. In order to obtain the crude extract, 50 g of plants were extracted in the methanol-chloroform (1:1 v/v) solvent system for 1 week. Then the solvent extract mixture was filtered and the solvent was evaporated in a rotary evaporator. The resulting extract was then stored at +4 degrees.

LC-MS/MS Analysis

We determined the phenolic contents and amounts of *S. Hydrangea* methanol-chloroform extract by LC-MS/MS analysis as explained in our previously published article (Başar et al., 2024a; Başar et al., 2023; Yenigün et al., 2023). Also 41 phenolic standards were used for analysis.

GC-MS/MS Analysis

EO composition of *S. Hydrangea* was determined using GC-MS/MS, as explained in our former study (Başar et al., 2024b).

RESULTS

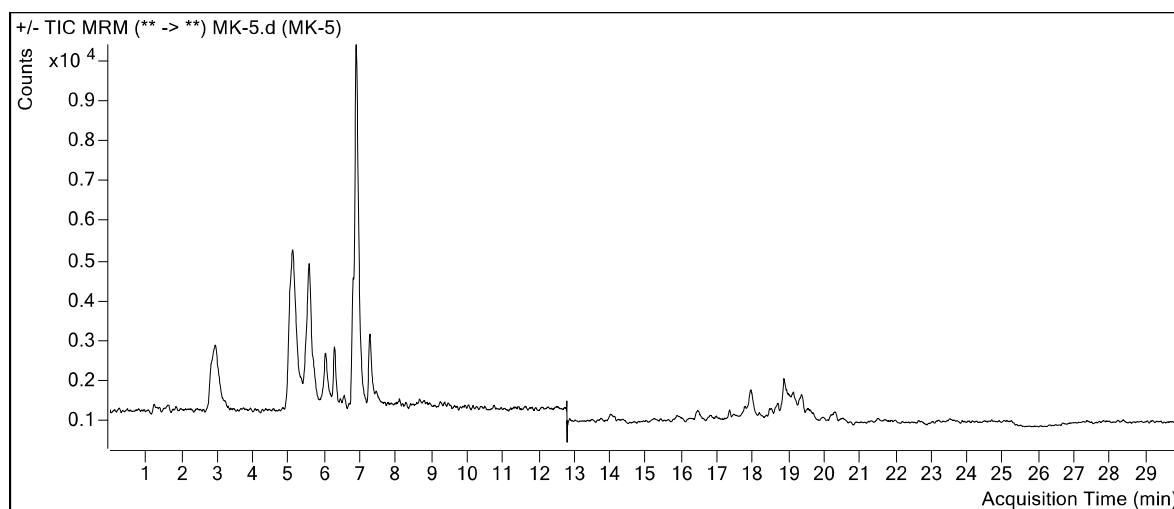


Figure 1. LC-MS/MS chromatogram of crude extract

Content analysis of polar phytochemicals in the plant was performed using LC-MS/MS device (Figure 1). LC-MS/MS analysis results showed that the plant contains high amounts of vanillic acid (982.01 ng/mg), protocatechuic acid (713.87 ng/mg), syringic acid (198.84 ng/mg), shikimic acid (142.62 ng/mg), chlorogenic acid (138.66 ng/mg) (**Table 1**). Additionally, as a result of the analysis, it was found that the plant contains a total of 29 phenolic substances.

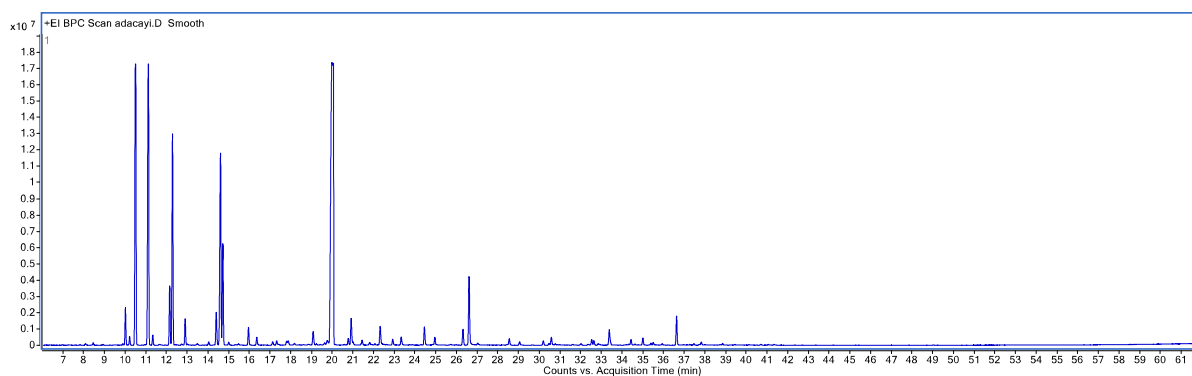


Figure 2: Total ion chromatogram (TIC) of *Salvia hydrangea* from GC-MS/MS

Table 1. Analysis results of polar compound content obtained from *Salvia hydrangea* LC-MS/MS

Rank	Compound Name	RT (min.)	Concentration (ng/ml)
1	Shikimic acid	1.351	142.62
2	Protocatechuic acid	6.108	713.87
3	Chlorogenic acid	7.263	138.66
4	Hydroxybenzaldehyde	7.665	6.59
5	Caffeic acid	7.781	4.86
6	Vanillic acid	8.079	982.01
7	Syringic acid	8.383	198.84
8	Vanillin	8.561	9.16
9	p-coumaric acid	9.425	7.44
10	Salicylic acid	9.472	53.34
11	Polydatin	9.725	0.19
12	trans-ferulic acid	10.276	18.42
13	Sinapic acid	10.447	16.87
14	Scutellarin	11.125	0.19
15	Isoquercitrin	11.429	1.87
16	Protocatechuic ethyl ester	11.590	5.65
17	Hesperidin	11.969	18.44
18	Quercetin-3-D-xyloside	12.254	2.25
19	Kaempferol-3-glucoside	13.021	2.65
20	Fisetin	13.369	7.66
21	Baicalin	13.746	2.53
22	Quercetin	14.830	27.59
23	Naringenin	14.864	17.63
24	Hesperetin	15.747	11.74
25	Morin	15.769	0.14
26	Kaempferol	16.515	61.46
27	Luteolin	17.800	8.23
28	Biochanin A	17.893	0.21
29	Diosgenin	23.500	18.64

The phytochemical content of essential oil obtained from *Salvia hydrangea* was determined by GC-MS (**Figure 2**). As a result of the analysis made with GC-MS/MS technique, the main components of the plant's essential oils were camphor (28.68%), α -pinene (12.29%), camphene (12.18%), limonene (8.30%), 6-camphenone (8.30%), (7.77%) and β -pinene (7.41%) (**Table 2**). These values are consistent with previous articles in the literature (Kotan et al., 2008; Temel et al., 2023; Toplan et al., 2022).

Table 2. Analysis results of essential oil content obtained from *Salvia hydrangea* GC-MS/MS

Peak	RT	RI (calc.)	RI (NIST lib.)	Compound Name	%
1	10.019	918	925	Tricyclene	1.21
2	10.222	923	929	α -Thujene	0.27
3	10.502	931	937	α -Pinene	12.29
4	11.125	947	952	Camphene	12.18
5	11.341	952	956	Dehydrosabinene	0.34
6	12.159	971	974	Sabinene	2.03
7	12.293	974	979	β -Pinene	7.41
8	12.904	986	991	β -Myrcene	0.89
9	14.043	1011	1001	2-Carene	0.12
10	14.404	1020	1023	β -Cymene	1.26
11	14.611	1025	1030	Limonene	8.30
12	14.727	1028	1032	Eucalyptol	3.53
13	15.008	1034	1038	cis- β -Ocimene	0.10
14	15.962	1056	1060	γ -Terpinene	0.65
15	16.360	1064	1070	cis-Sabinenhydrate	0.31
16	17.127	1080	1083	Camphenilone	0.15
17	17.326	1084	1086	Isoterpinolene	0.18
18	17.801	1093	---	Unknown	0.15
19	17.882	1094	1099	Linalool	0.19
20	19.084	1122	1125	α -Campholenal	0.56
21	19.774	1138	1139	trans-Pinocarveol	0.30
22	19.991	1142	1143	Camphor	28.68
23	20.053	1144	1149	Camphenone. 6-	7.77
24	20.779	1160	1167	endo-Borneol	0.26
25	20.920	1163	1177	4-Terpineol	1.07
26	21.449	1174	1183	p-Cymen-8-ol	0.21
27	21.814	1181	1193	Myrtenal	0.11
28	22.321	1191	1205	Verbenone	0.83
29	22.926	1204	1229	cis-Carveol	0.23
30	23.336	1214	1242	Carvone	0.34
31	24.456	1240	1257	Linalyl acetate	0.73
32	24.961	1252	1284	Bornyl acetate	0.30
33	26.319	1281	1291	Thymol	0.62
34	26.614	1287	1299	Carvacrol	2.71
35	28.556	1333	1338	δ -Elemene	0.27
36	29.052	1345	1350	Terpinyl acetate	0.13
37	30.201	1372	1376	α -Copaene	0.17
38	30.588	1381	1384	β -Bourbonene	0.33
39	32.534	1429	1432	β -Gurjunene	0.22
40	32.64	1432	1435	α -Bergamotene	0.16
41	33.386	1452	1454	Humulene	0.72
42	34.433	1478	1481	Germacrene D	0.22
43	35.008	1492	1495	Bicyclogermacrene	0.28
44	36.635	1540	1543	cis-Sesquisabinene hydrate	1.10
45	37.826	1576	1576	Spathulenol	0.13

RT: Retention time, **RI:** Retention index, **calc:** calculate, **lib.** Library

CONCLUSION

In this study, the *Salvia hydrangea* plants grown under ecological conditions of Iğdır were subjected a secondary metabolite analysis. In this respect, essential oil and phenolic compound analysis were achieved. For analysis, the plants were harvested at their flowering stage and the aerial parts of the plants were used. When GC-MS results are examined, it is seen that the main components of the plant are camphor, α -pinene, camphene, limonene, 6-canphenone and β -pinene. For phenolic compounds, the major compounds identified were as vanillic acid, protocatechuic acid, syringic acid, shikimic acid and chlorogenic acid. Considering the findings, *Salvia hydrangea* plants, due to rich compounds in essential oil and water extract, can be transformed into different high value-added products in areas such as pharmacology, cosmetics and food.

Financing: These researches were carried out with advanced analyzes at Iğdır University Research Laboratories (ALUM), specialized by YÖK in the field of High Added Value Agricultural Products (within the scope of Project No. YİP0723İ08), and were carried out with raw materials, extraction processes and other studies

REFERENCES

- Ali, B., Al-Wabel, N. A., Shams, S., Ahamad, A., Khan, S. A., & Anwar, F. (2015). Essential oils used in aromatherapy: A systemic review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(8), 601-611.
- Asgarpanah, J. (2021). A review on the essential oil chemical profile of *Salvia* genus from Iran. *Natural Volatiles and Essential Oils*, 8(3), 1-28.
- Başar, Y., Demirtaş, İ., Yenigün, S., İpek, Y., Özen, T., & Behçet, L. (2024a). Molecular docking, molecular dynamics, MM/PBSA approaches and bioactivity studies of nepetanudoside B isolated from endemic *Nepeta aristata*. *J Biomol Struct Dyn*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/07391102.2024.2309641>
- Başar, Y., Yenigün, S., GÜL, F., Ozen, T., Demirtaş, İ., Alma, M. H., & Temel, S. (2024b). Phytochemical profiling, molecular docking and ADMET prediction of crude extract of *Atriplex nitens* Schkuhr for the screening of antioxidant and urease inhibitory. *International Journal of Chemistry and Technology*. <https://doi.org/10.32571/ijct.1389719>
- Başar, Y., Yenigün, S., İpek, Y., Behçet, L., Gül, F., Özen, T., & Demirtaş, İ. (2023). DNA protection, molecular docking, enzyme inhibition and enzyme kinetic studies of 1,5,9-epideoxyloganic acid isolated from *Nepeta aristata* with bio-guided fractionation. *J Biomol Struct Dyn*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/07391102.2023.2250461>
- Butnariu, M. (2021). Plants as source of essential oils and perfumery applications. *Bioprospecting of plant biodiversity for industrial molecules*, 261-292.
- Dobetsberger, C., & Buchbauer, G. (2011). Actions of essential oils on the central nervous system: An updated review. *Flavour and Fragrance Journal*, 26(5), 300-316.
- González-Gallegos, J. G., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, G., Fernández-Alonso, J. L., Fragoso-Martínez, I., García-Peña, M. d. R., Harley, R. M., Klitgaard, B., Martínez-Gordillo, M. J., & Wood, J. R. (2020). Richness and distribution of *Salvia* subg. Calosphace (Lamiaceae). *International Journal of Plant Sciences*, 181(8), 831-856.
- Kotan, R., Kordali, S., Cakir, A., Kesdek, M., Kaya, Y., & Kilic, H. (2008). Antimicrobial and insecticidal activities of essential oil isolated from Turkish *Salvia hydrangea* DC. ex Benth. *Biochemical Systematics and Ecology*, 36(5-6), 360-368.
- Lizarraga-Valderrama, L. R. (2021). Effects of essential oils on central nervous system: Focus on mental health. *Phytotherapy Research*, 35(2), 657-679.

- Saroj, A., Oriyomi, O. V., Nayak, A. K., & Haider, S. Z. (2020). Phytochemicals of plant-derived essential oils: A novel green approach against pests. In *Natural remedies for pest, disease and weed control* (pp. 65-79). Elsevier.
- Temel, I., Dönmez, M. F., & Temtek, E. (2023). Control of bacterial cancer and wilt agent *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* using different plant essential oils. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 26(4), 814-829.
- Toplan, G. G., Kürkçüoğlu, M., Göger, F., Taşkın, T., Civaş, A., Işcan, G., Ecevit-Genç, G., Mat, A., & Başer, K. H. C. (2022). Phytochemical screening and biological evaluation of *Salvia hydrangea* Dc. ex Benth. growing in eastern Anatolia. *South African Journal of Botany*, 147, 799-807.
- Yenigün, S., Başar, Y., İpek, Y., Behçet, L., Özen, T., & Demirtaş, İ. (2023). Determination of antioxidant, DNA protection, enzyme inhibition potential and molecular docking studies of a biomarker ursolic acid in *Nepeta* species. *J Biomol Struct Dyn*, 1-18. <https://doi.org/10.1080/07391102.2023.2229440>

KENEVİR POSALARINDAN KANNABİDİOL VE İLGİLİ BİLEŞİKLER GİBİ KATMA DEĞERLİ ÜRÜNLER: KENEVİRDEN İLACA

VALUE-ADDED PRODUCTS SUCH AS CANNABIDIOL AND RELATED COMPOUNDS FROM HEMP PULPS: FROM HEMP TO MEDICINE

İbrahim DEMİRTAŞ

İğdır Üniversitesi, Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi, İğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8946-647X>

ÖZET

Giriş ve Amaç: Kenevir bazlı doğal bileşikler farmakoloji, kozmetik, tarım kimyasalları ve gıda alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Doğal ürünler nörodejeneratif bozukluklarda etkilidir ve çok çeşitli tedavi edici özelliklere sahiptir. Kenevir (*Cannabis sativa*), Cannabaceae familyasına ait şifalı otsu bir bitkidir. Antiinflamatuvar, antikonvülsan, antioksidan, antiemetik, anksiyolitik ve antipsikotik ajan gibi terapötik ve biyolojik aktivitelere sahiptir ve bu nedenle sırasıyla şizofreni, nöroinflamasyon, epilepsi, oksidatif hasar, kusma ve bulantı, anksiyete ve anksiyete tedavisinde potansiyel bir ilaçtır. *Cannabis sativa*'nın ana bileşenleri, *Cannabis sativa* bitkisindeki ana kanabinoid bileşenlerden biri olan ve kenevir ekstraktlarının biyoaktif kısmını temsil edebilen kannabidiol (CBD) gibi bileşiklerdir. Bununla birlikte, terapötik özellikleri bazı önemli yan etkilerle birleştiren başlıca psikoaktif bitki kaynaklı kanabinoid olan D9-tetrahidrokanabinolün (D9-THC) aksine, CBD psikoaktif değildir (CB1 reseptörlerini aktive etmez). Onlarca yıl süren yasaklamaların ardından Türkiye, Kenevirin ekonomik ve çevresel öneminin farkına vardı. Sonrasında, Amasya, Antalya, Bartın, Burdur, Çorum, İzmir, Karabük, Kastamonu, Kayseri, Kütahya, Malatya, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Tokat, Uşak, Yozgat ve Zonguldak'ta kenevir bitkisi katma değeri yüksek ürün olarak tarımda kullanımına izin verildi. Bölgeyi kenevir tarımına dönüştürerek ekonomik açıdan bölge halkına katkı sağlanması amaçlanıyor. Bu çalışma kapsamında hasadı yapılan *Cannabis sativa* ekstraktları elde edildi ve içerik analizi yapıldı.

Gereç ve Yöntem: Bu saf ve organik soğuk sıkım Kenevir Tohumu Yağı, kenevir tohumunun çekirdek kısmının 100 gr tartılarak soğuk sıkım cihazında üç saat preslenmesiyle nöroprotektif bir madde olan CBD'nin elde edilmesi sağlandı. Preslenmiş yağ prosesi sonunda elde edilen posa tüplere konularak süperkritik karbondioksit ile ekstrakte edildi. Posalardan elde edilen kenevir tohumu ekstraktlarının uçucu bileşenleri GC-MS/MS cihazında belirlendi.

Bulgular: Analiz sonuçlarına göre kannabidiol ve yağ asitleri gibi toplam 16 bileşik tespit edildi.

Tartışma ve sonuç: Kenevir tohumları, yağ asitleri ve kannabidiol türevleri açısından zengindir. Bu kannabidiol türevleri, farmakolojik etkiler gibi katma değeri yüksek gıda takviyesi ürünlerine dönüştürülerek nöroprotektif özelliklere katkıda bulunur.

Anahtar Kelimeler: *Cannabis sativa*; scCO₂; kenevir yağı; kanabinoid; GC-MS/MS

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Hemp based natural compounds are widely used in the fields of pharmacology, cosmetics, agricultural chemicals and food. Natural products are effective in neurodegenerative disorders and broad spectrum of therapeutic properties. Hemp (*Cannabis sativa*) is a medicinal herbaceous plant belonging to the Cannabaceae family. It has therapeutic and biological activities such as anti-inflammatory, anticonvulsant, anti-oxidant, anti-emetic, anxiolytic and antipsychotic agent, and is therefore a potential medicine for the treatment of neuroinflammation, epilepsy, oxidative injury, vomiting and nausea, anxiety and schizophrenia, respectively. The main components of *Cannabis sativa* are compounds such as cannabidiol (CBD) is one of the key cannabinoid constituents in the plant *Cannabis sativa* in which it may represent up to 40% of cannabis extracts. However, contrarily to D9 -tetrahydrocannabinol (D9 -THC), the major psychoactive plant-derived cannabinoid, which combines therapeutic properties with some important adverse effects, CBD is not psychoactive (it does not activate CB1 receptors. After decades of banned plant, Türkiye has rediscovered the importance of hemp as a crop for the economy and the environment. Hemp production and cultivation is carried out in the provinces and districts of Amasya, Antalya, Bartın, Burdur, Çorum, İzmir, Karabük, Kastamonu, Kayseri, Kütahya, Malatya, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Tokat, Uşak, Yozgat and Zonguldak. It is aimed to contribute economically to the people of the region by turning the hemp plant into agricultural products with high added value. For this purpose, the bioactive compounds of the *Cannabis sativa* harvested was obtained and content analysis was performed.

Materials and Methods: In order to obtain CBD as a neuroprotective agent, 100 g of the seed part was weighed and this pure and organic cold pressed Hemp Seed Carri Oil is obtained by pressing hemp seeds in the apparatus for three hours. The pulps obtained at the end of the pressed oil process was placed in tubes and extracted with supercritical carbon dioxide. Volatile components of hemp seed extracts obtained from pulps were determined on the GC-MS/MS device.

Results: According to the analysis results, 16 compounds were identified; cannabidiol and fatty acids.

Discussion and Conclusion: Hemp seeds are rich in fatty acids and cannabidiol derivatives. These cannabidiol derivatives contribute to neuroprotective properties by being converted into food supplement products with high added value, such as pharmacological effects.

Key Words: *Cannabis sativa*; scCO₂; hemp oil; cannabinoid; GC-MS/MS

INTRODUCTION

Endüstriyel kenevir (*Cannabis sativa* L.), Orta Asya kökenli bir bitki olup, uyum sağlama ve tepki verme açılarından farklı coğrafi bölgelere geniş ölçüde yayılan tek yıllık ve otsu bir bitkidir. Genetik çeşitliliğe bağlı olarak bu bitki birçok farklı formda bulunabilmektedir. Kadim bir bitki olan kenevir çok uzun zamanlardan beri tıbbi ve beslenme amaçlı kullanılmıştır. *C. sativa* bitkisinde fitokanabinoidler, flavonoidler, terpenoidler ve yağ asitleri dahil olmak üzere yüzlerce farklı bileşik karakterize edilmiştir (Alves vd., 2020). Ancak bu bileşikler bitki genelinde eşit şekilde dağılmadığından kimyasal içerik büyük ölçüde değişebilir (Izzo vd., 2020).

Endüstriyel kenevir olarak adlandırılan kenevir çeşitleri genellikle yüksek konsantrasyonlarda kannabidiolün asidik öncüsüdür (Citti vd., 2018, Citti vd., 2019). Bu sekonder metabolitin geniş bir spektruma sahip olduğu bilinmektedir. Antikonvülsif, antiepileptik ve antimikrobiyal aktiviteler gibi önemli biyolojik özelliklere sahiptir ve ayrıca osteoartrit ve kas-iskelet sistemi hastalıklarının tedavisinde takviye edici gıda olarak kullanılır (Sampson, 2020).

Bu bakımdan kenevir tohumları %30 civarında lipit, %20 oranında protein ve %30 oranında karbonhidrat içermesiyle harika bir besin ve besin dışı kaynak olarak öne çıkmaktadır. Günümüzde kenevirin besinsel kullanımı, çoklu doymamış yağ asitleri bakımından zengin içeriği ve 3:1 oranına ulaşan omega içerikli yağ asitlerinin yüksek oranı nedeniyle esas olarak yağlı tohumlar sınıfına girmektedir. İnsan sağlığı açısından optimal kabul edilmekte ve kardiyovasküler hastalık riskini azaltarak sağlık durumunu olumlu yönde etkilemektedir (Kang, 2003).

Ayrıca, kenevir tohumu yağındaki yüksek oranda doymamış yağ asitleri içeriği, onu lipit oksidasyonuna karşı oldukça duyarlı hale getirmektedir (Callaway vd., 2009). Oksidatif dengesizlik, yağ kalitesinin ve raf ömrünün azalmasından sorumlu olan en önemli faktörlerden biridir (Sharma vd., 2019). Yenilebilir yağlardaki bu süreç beslenmeyi, toksisiteyi, rengi ve aromayı etkileyerek çeşitli istenmeyen tatların ve hoş olmayan tatların oluşmasına neden olur ve bunlar tüketicinin reddetmesinin önemli nedenleridir (Amaral, 2018). Ayrıca kenevir tohumu yağının, oksidatif stabiliteye ve ekşimeye müdahale edebilen büyük miktarda klorofil içerdiği de rapor edilmiştir (Aladic, 2015). Bu doğal pigmentler, yenilebilir yağların ışığa maruz kaldığında ışık kaynaklı oksidasyona veya foto-oksidasyona duyarlılığını artırarak ve yoğun koyu yeşil renkten sarıya değişimi teşvik ederek güçlü pro-oksidanlar olarak görev yapar (Matthaus vd, 2008, Tarchoune vd, 2019). Kenevir tohumu yağı üretimi sırasında, klorofil içeriğini ve yağın kalitesini etkileyebilecek metaller ve fosfolipidler gibi diğer küçük bileşenleri azaltmak için çeşitli rafinasyon işlemlerine ihtiyaç vardır.

Ayrıca kenevir tohumu yağı polifenoller, karotenoidler gibi diğer küçük bileşenleri de içerir ve tokoferollerin tümü antioksidan işlemlerde yer alır. Yenilebilir yağların lipit oksidasyonuna karşı korunması (Frassinetti vd., 2018, Faugno vd., 2019, Moccia vd., 2019), insanlarda bu bileşikler antioksidan ve antiinflamatuvar etkiler gibi önemli biyolojik özelliklere sahiptir (Castalda vd.,2019, Azzi vd., 2007, Li vd., 2012). Kenevir tohumu yağının mevcut diyetlerdeki diğer yağ çeşitlerine alternatif olabileceği ve vejetaryen, vegan veya glutensiz beslenmeye daha da uygun olduğu görülmektedir. Birçok kenevir bazlı yağlı ürün ticari olarak mevcut olmasına rağmen, pazarlamanın yasal çerçevesi bu tür ürünlerin geleceğini belirsiz kılmaktadır. Kimyasal karmaşıklığı ve çeşitli faktörler aracılığıyla farklılaşmasını hesaba katan genetik faktörler (çeşitlilik) veya elde edilmesi için kullanılan yöntemler (örn. presleme ve solvent ekstraksiyonu), rafinasyon ve ağartma işlemleri gibi ortak standartların geliştirilmesi ulusal düzeyde kenevir tohumu yağı kalite yönetimi, derinlemesine takip edilmelidir.

Kenevir tohumu ve kenevir tohumu yağları açısından ticari kenevir tohumunun özellikleri hakkında çok az şey bilinmektedir. Bu araştırma kapsamında kenevir tohumları için, yenilikçi yöntemler kullanılarak (soğuk sıkım), yağlardan arındırıldıktan sonra kalan posaların değerlendirilmesi için super kritik karbondioksit (scCO₂) sıvı akışkan ekstraksiyon sistemi

kullanıldı. Kenevir tohumları soğuk sıkım yağ makinesinde, yağlarından ayrıştırıldıktan sonra kalan posalara super kritik karbondioksit ekstraksiyon sistemi uygulanarak CBD ve diğer uçucu bileşenler ile yağ asitleri elde edildi.

MATERIAL AND METHOD

Kullanılan Bitki Materyali

Endüstriyel Kenevir bitkisinin (*Cannabis sativa*) tarımı için ülkemizde Amasya, Antalya, Bartın, Burdur, Çorum, İzmir, Karabük, Kastamonu, Kayseri, Kütahya, Malatya, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Tokat, Uşak, Yozgat ve Zonguldak illerinde tarımına izin verildi. Ar-Ge çalışmaları kapsamında temin edilen tohumlar, suluova ilçesinde kontrollü şartlardaki ekimleri ve hasadı yapılan bölgeden temin edildi (Resim 1). Kenevirin Narlı, Narlı saray ve Vezir tescilli üç farklı tohum çeşidi bulunmaktadır.



Resim 1. Keneviro firması tarafından Amasya-Suluova ilçesinde ekimi ve hasadı yapılan Endüstriyel Kenevir bitkisi

Kullanılan Kimyasallar

Araştırmalar kapsamında kullanılan materyaller, alet ve ekipmanlar Çizelge 1’de, verilmiştir. Ayrıca ekstraksiyon deneylerinde, çözeltileri hazırlamada, kromatografik analizler sırasında ve spektroskopik cihazlarda yapılan analizler için kullanılan bütün kimyasallar (etanol, metanol, diklorometan, aseton, hekzan, asetonitril, asetik asit) analitik saflıkta olup Merck (Darmstadt, Almanya) veya Sigma (Saint Louis, MO, ABD) gibi firmalardan temin edilmiştir.

Çizelge 1. Deneylerde kullanılan materyaller

Materyaller	Cihazlar	Marka/model
Karbondioksit tüpü	Süperkritik akışkan CO ₂ cihazı	Suprex, F-500, Konya
Filtre kağıdı	Soğuk sıkım yağ makinesi	General Makina, GM-100, Ankara
Cam şişeler	GC-MS/MS	Agilent, Santa Clara, ABD
Beherler	Hassas terazi	Baykon, Polonya
Erlenler	Laboratuvar tipi öğütücü	Yerli öğütücü sistemleri
Organik çözücüler	Etüv	Binder ve Memmert
	Ultra saf su cihazı	MP Minipure, Ankara, Türkiye

Ekstraktların Hazırlanması

Kenevir tohumları (2 kg) yağının ekstraksiyonu soğuk presleme yöntemleriyle gerçekleşti. İlk ekstraksiyondan sonra tohum küspesinde yaklaşık %35 oranında yağ kaldı. 150 gram alınarak scCO₂ ekstraksiyonu cihazında 360 bar ve 40 derece sıcaklıkta 20 dk statik, 40 dk dinamik bekletme ile ekstraksiyon gerçekleştirilerek elde edilen ekstraktın tartımı yapıldı ve 5 gr ekstrakt elde edildi.

GC-MS/MS Analizi

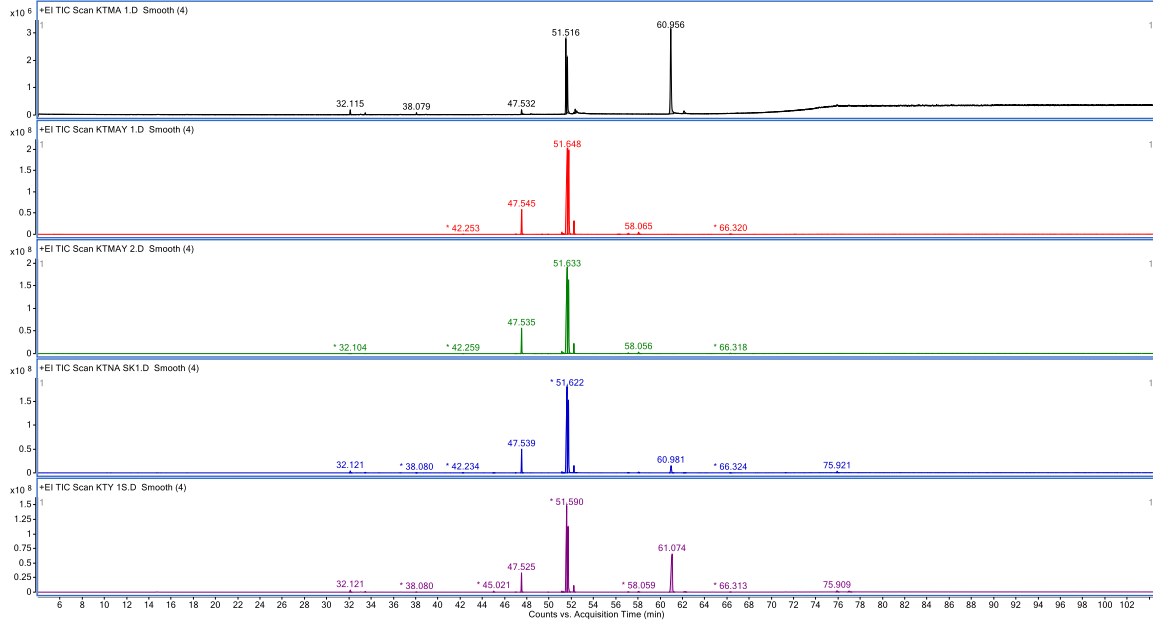
Kenevir tohumları posasının scCO₂ ekstraksiyonu sonucu elde edilen bileşenlerin belirlenmesi için GC-MS/MS (Agilent marka) cihazında çalışma yapıldı. Kenevir tohumu posalarının scCO₂ ekstraktının fitokimyasal içerikleri, daha önce yayınladığımız makalelerde açıklandığı gibi GC-MS/MS analizi ile belirlendi (Başar et al., 2024).

SONUÇ VE TARTIŞMA

Endüstriyel kenevir, karbon tutma kabiliyeti, daha yüksek biyokütle üretimi ve çeşitli son kullanım ürünleri nedeniyle son derece başarılı bir ticari ürün olarak ortaya çıktığı ve son yıllarda tarımının ülkemizde yaygınlaşmaya başladığı bilinmektedir. Kirlenmiş toprakları fitoremediasyon yoluyla iyileştirebildiği ve pestisit olmadan üretilebildiği için örtü bitkisi olarak başarılı bir şekilde kullanılabilir. Kenevir kalıntıları, botanik pestisit veya mitisit (kene öldürücü) ve toprak nematodlarına ve patojenik mantarlara karşı inhibitör görevi görebilmektedir.

Kenevir tohumları yaklaşık %30 protein, %25 karbonhidrat ve %30 yağ içeriyor. Kenevir tohumu yağının ekstraksiyonu soğuk presleme yöntemleriyle gerçekleşti. İlk ekstraksiyondan sonra literatürlerde tohum küspesinde yaklaşık %35 oranında yağ kaldığı belirtildi, yapılan bu çalışmada soğuk sıkımdan sonra posada kalan yağ miktarının %2'nin altında olduğu belirlendi. İlk ekstraksiyon işleminden elde edilen yağın GC-FID analizi sonucu, üstün kaliteli bir yağ olduğu görüldü. Linoleik, oleik ve linolenik yağ asitleri oranı sırasıyla %56, %17 ve %16 olarak belirlendi.

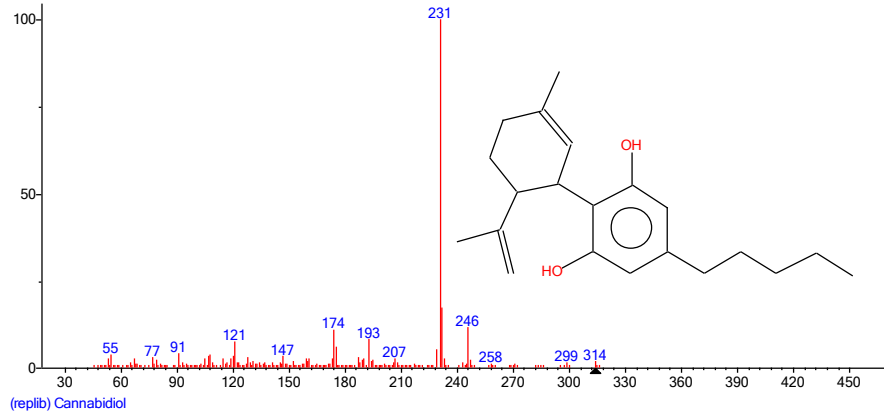
Cannabis sativa bitkisinin Narlı çeşidine ait tohumlara hasattan sonra laboratuvarında kurutma amaçlı iki ısıl işlem uygulandı. Bu ısıl işlemlerden birisi yüksek sıcaklık ve diğeri ise düşük sıcaklıktı. Sonra her iki ısıl işlemin uygulanan kenevir tohumlarının soğuk sıkım ile yağları alındıktan sonra, kalan posalara scCO₂ sıvı akışkan ekstraksiyonu ile özütleri alındı. Bu özütler ile soğuk sıkımdan elde edilen yağların GC-MS/MS analizleri yapıldı (Figür 1).



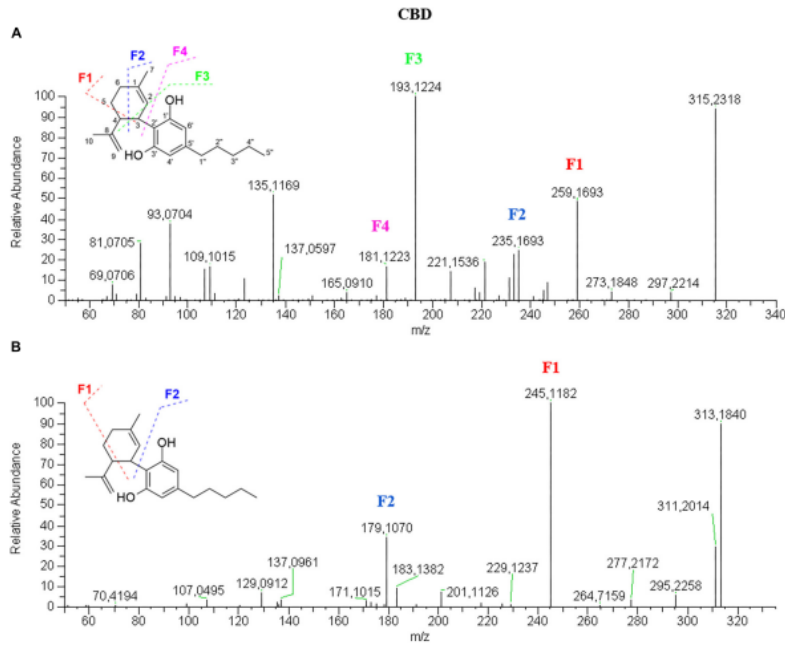
Figür 1. *Cannabıs sativa* bitkisinin Narlı çeşidine ait tohumların GC-MS/MS ile yapılan analizlere ait kromatogramlar üstten aşağıya doğru sırasıyla kenevir tohumu Narlı çeşidinin scCO₂ ekstraktı, soğuk sıkım yağ analizi, yüksek ısıda kurutulmuş kenevir tohumu soğuk sıkım yağ analizi, yüksek ısıda kurutulmuş kenevir tohumu scCO₂ ekstraktı ve düşük ısıda kurutulmuş kenevir tohumu scCO₂ ekstraktı.

Cannabıs sativa bitkisinin GC-MS/MS ile yapılan analizlere ait kromatogramlarda yüksek miktarlarda yağ asitlerinin bulunduğu görülmektedir. Kenevir tohumu Narlı çeşidinin scCO₂ ekstraktı sonucu az miktarda kannabidiol (CBD) olduğu belirlendi. Ancak, yüksek ısıl işlem ve düşük ısıl işlem uygulanan soğuk sıkım yağ analizlerinde CBD bileşiminin bulunmadığı görüldü (Figür 1). Yüksek ve düşük ısıda kurutulmuş kenevir tohumlarında yağ içerikleri açısından çok büyük farklılıklar gözlenmezken, soğuk sıkım yağ analizi alındıktan sonra kalan posaların scCO₂ ekstraktları ile yapılan GC-MS/MS analizleri sonucu elde edilen CBD bileşiminin aynı oranda olmadıkları görüldü.

Figür 2'de görüldüğü gibi *Cannabıs sativa* bitkisinin tohumlarının soğuk sıkım sonrası kalan posalarından scCO₂ ekstraksiyonu sonucu elde edilen ekstraktlarda CBD varlığı GC-MS/MS analizi ile belirlendi.



Figür 2. GC-MS/MS ile yapılan analiz sonucu Narlı çeşidi kenevir tohumu soğuk sıkım sonrası posalarının scCO₂ ekstraktı ile elde edilen CBD'nin kütle spektrumu.



Figür 3. Pozitif (A) ve negatif (B) iyonizasyon modunda kanabidiolün (CBD) HRMS parçalanma spektrumu (Citti vd., 2019).

Yapılan analiz sonucu Narlı çeşidi kenevir tohumu soğuk sıkım sonrası posalarının scCO₂ ekstraktı ile elde edilen CBD'nin kütle spektrumu (Figür 2), literatürle uyumlu olduğu (Figür 3) ve literatürde HRMS sonucunda elde edilen pozitif ve negatif iyonizasyon modundan molekül ağırlığı ve parçalanma ürünleri belirlenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda toplam 23 bileşiğin belirlendiği ve iki bileşiğin tanımlanamadığı Çizelge 1'de görülmektedir. Tanımlanamayan bileşikler çok düşük miktarlarda (%0.02) ve sadece tohumların kurutulması için uygulanan düşük ısı işlem sonucu elde edilen soğuk sıkım

yağda belirlendi. Bu bileşenlerin yüksek ısı işlemde farklı ürünlere dönüşmüş veya buharlaşarak uzaklaşmış olabilirler.

Çizelge 1. *Cannabis sativa* bitkisinin Narlı çeşidine ait tohumların GC-MS/MS ile yapılan analizlere ait kimyasal içeriklerinin scCO₂ ekstraktı, soğuk sıkım yağ analizi, yüksek ısıda kurutulmuş kenevir tohumu soğuk sıkım yağ analizi, düşük ısıda kurutulmuş kenevir tohumu (scCO₂-1) ekstraktı ve yüksek ısıda kurutulmuş kenevir tohumu (scCO₂-2) ekstraktı.

No	Bileşenler	RT	scCO ₂	SS-1	SS-2	scCO ₂ -1	scCO ₂ -2
1	Caryophyllene	32,12	1,85	0,00	0,01	0,72	0,66
2	Humulene	33,47	0,68	0,00	0,00	0,18	0,21
3	Caryophyllene oxide	38,08	0,70	0,00	0,00	0,06	0,05
4	Myristic acid, methyl ester	42,26	0,00	0,01	0,01	0,16	0,00
5	Glutaric acid, ethyl 2-ethylhexyl ester	45,03	0,00	0,00	0,00	0,06	0,31
6	11-Hexadecenoic acid, methyl ester	47,00	0,00	0,04	0,05	0,03	0,02
7	Palmitic acid, methyl ester	47,53	2,01	7,71	8,09	7,89	5,27
8	Methyl 9-heptadecenoate or 9-17:1	49,38	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
9	Heptadecanoic acid, methyl ester	49,93	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01
10	γ -Linolenic acid, methyl ester	51,16	0,00	0,57	0,66	0,39	0,31
11	Methyl stearidonate	51,31	0,00	0,24	0,32	0,19	0,18
12	Linoleic acid, methyl ester	51,52	21,28	51,09	52,68	49,24	36,32
13	Oleic acid, methyl ester	51,66	19,14	35,14	34,00	32,87	24,53
15	Stearic acid, methyl ester	52,35	1,48	3,69	3,09	2,35	1,89
16	Linoleic acid	52,50	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00
17	Belirlenemeyen bileşik	56,18	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
18	Belirlenemeyen bileşik	56,34	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
19	sis-11-Eicosenoic acid, methyl ester	57,13	0,00	0,36	0,27	0,16	0,13
20	Arachidic acid methyl ester	58,06	0,00	0,90	0,70	0,35	0,33
21	Adipic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	60,96	50,35	0,00	0,00	4,57	28,51
22	Cannabidiol	62,14	1,85	0,00	0,00	0,10	0,31
23	Behenic acid, methyl ester	66,32	0,00	0,16	0,10	0,06	0,08
24	Nonacosane	75,92	0,00	0,00	0,00	0,63	0,46
25	<i>p,p</i> -Dioctyldiphenylamine	76,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43

Günümüzde tüketiciler, insan hastalıklarını önlemek veya tedavi etmek amacıyla sürekli olarak insan beslenmesini destekleyecek faydalı doğal ürünler aramaktadır. Bazı tereddütlere rağmen kenevir tohumu yağı ile ilgili bu alandaki çalışmalar, son yıllarda yoğun bir şekilde artmaktadır. Bu nedenle birçok çalışma kenevir tohumu yağının faydalı etkisini bildirmiştir. Aslında, kenevir tohumunun insan beslenmesinde tek başına veya bir yan ürün (örneğin yağ) olarak kullanımı Ülkemizde çok eski yıllara dayanmasına rağmen, kimyasal bileşimi ve değişkenliği hakkında çok az şey bilinmektedir. Bunun nedeni ise bu alanda araştırmalar oldukça yetersizdi ve bu durum 9 Ocak 2019 tarihinde gerçekleştirilen “Cumhurbaşkanlığı Hükümet Sisteminde Yerel Yönetimler Sempozyumunda” gerçekleşen açıklamalar ile değişmiştir. Bunun birkaç ana

sonucu olabilir: Bunlar, analitik-kantitatif açıdan çok farklı ürünlerin pazarlanmasını içerir. Kenevir tohumu yağı ürünlerinin benzersizliği daha fazla dikkat edilmesi gereken konu/nesne olmalıdır. İyi gıda hedefine ulaşmak için tarımsal ve hasat sonrası konuları ve yönetim koşullarını iyi tanımlayan bir disiplin uygulama yöntemlerine olan ihtiyacı ortaya koymaktadır.

Günümüzde kenevirin değişik kısımlarından bir çok gıda takviyesi ürünleri bulunmakta ve sağlık alanında kullanılmaktadır. Ancak bu alanda ülkemizde çalışmalar oldukça yetersizdir. Bu alandaki çalışmalar teşvik edilmeli ve araştırmaların önündeki en büyük engellerden birisi olan yönetmeliklerin ve düzenlemelerin bir an önce tamamlanması gerekmektedir.

Finansman: Bu araştırmalar *Katma Değeri Yüksek Tarımsal Ürünler* alanında YÖK tarafından ihtisaslaşan Iğdır Üniversitesi Araştırma Laboratuvarlarında (ALUM) (YİP0723İ01) nolu Proje kapsamında) ileri düzey analizler ile yapılmış olup hammadde ve ekstraksiyon işlemleri Keneviro Firması ile yapılan ortak çalışmalar ile gerçekleştirilmiştir.

Teşekkür: Kenevir tohumları temini için KENEVİRO firması Yönetim Kurulu Başkanı Uğur BALKUV tarafından temin edilmiş, scCO₂ ekstraksiyon çalışmaları Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Teknoparkında faaliyet gösteren Keneviro Firma çalışanları tarafından gerçekleştirilmiş ve GC-MS/MS analizleri için Dr. Öğretim Üyesi Fatih GÜL tarafından yapılmıştır.

REFERENCES

Aladi'c, K., Jarni, K., Barbir, T., Vidovi'c, S., Vladi'c, J., Bili'c, M., Joki'c, S. (2015). Supercritical CO₂ extraction of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. *Ind. Crops Prod.*, 76, 472-478.

Alves, P., Amaral, C., Teixeira, N., Correia-da-Silva, G. (2020). *Cannabis sativa*: Much more beyond D9-tetrahydrocannabinol. *Pharmacol. Res.*, 157, 104822.

Amaral, A.B.; Silva, M.V.d.S.; Lannes, S.C.d.S. (2018). Lipid oxidation in meat: Mechanisms and protective factors-A review. *Food Sci. Tech.*, 38, 1-15.

Azzi, A. (2007). Molecular mechanism of α -tocopherol action. *Free Radic. Biol. Med.*, 43, 16-21.

Başar, Y., Yenigün, S., Gül, F., Demirtas, İ., Alma, M. H., & Temel, S. (2024). Phytochemical profiling, molecular docking and ADMET prediction of crude extract of *Atriplex nitens* Schkuhr for the screening of antioxidant and urease inhibitory. *International Journal of Chemistry and Technology*. <https://doi.org/10.32571/ijct.1389719>

Başar, Y., Yenigün, S., GÜL, F., Ozen, T., Demirtas, İ., Alma, M. H., & Temel, S. (2024). Phytochemical profiling, molecular docking and ADMET prediction of crude extract of *Atriplex nitens* Schkuhr for the screening of antioxidant and urease inhibitory. *International Journal of Chemistry and Technology*. <https://doi.org/10.32571/ijct.1389719>

- Başar, Y., Yenigün, S., İpek, Y., Behçet, L., Gül, F., Özen, T., & Demirtaş, İ. (2024). DNA protection, molecular docking, enzyme inhibition and enzyme kinetic studies of 1,5,9-epideoxyloganic acid isolated from *Nepeta aristata* with bio-guided fractionation. *J Biomol Struct Dyn*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/07391102.2023.2250461>
- Callaway, J.C.; Pate, D.W. (2009). Hempseed oil. In *Gourmet and Health-Promoting Specialty Oils*; AOCs PRESS: Urbana, IL, USA, pp. 185–213.
- Castaldo, L., Narváez, A., Izzo, L., Graziani, G., Gaspari, A., Di Minno, G., Ritieni, A. (2019). Red Wine Consumption and Cardiovascular Health. *Molecules*, 24, 3626.
- Citti, C., Linciano, P., Panseri, S., Vezzalini, F., & Cannazza, G. (2019). Cannabinoid profiling of hemp seed oil by liquid chromatography coupled to high-resolution mass spectrometry. *Frontiers in Plant Science*, 10, 440700.
- Citti, C., Linciano, P., Panseri, S., Vezzalini, F., Forni, F., Vandelli, M.A., Cannazza, G. (2019). Cannabinoid profiling of hemp seed oil by liquid chromatography coupled to high-resolution mass spectrometry. *Front. Plant. Sci.*, 10, 120.
- Citti, C., Pacchetti, B., Vandelli, M.A., Forni, F., Cannazza, G. (2018). Analysis of cannabinoids in commercial hemp seed oil and decarboxylation kinetics studies of cannabidiolic acid (CBDA). *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 149, 532-540.
- Faugno, S., Piccolella, S., Sannino, M., Principio, L., Crescente, G., Baldi, G.M., Fiorentino, N., Pacifico, S. (2019). Can agronomic practices and cold-pressing extraction parameters affect phenols and polyphenols content in hempseed oils? *Ind. Crops Prod.*, 130, 511-519.
- Frassinetti, S., Moccia, E., Caltavuturo, L., Gabriele, M., Longo, V., Bellani, L., Giorgi, G., Giorgetti, L. (2018). Nutraceutical potential of hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds and sprouts. *Food Chem.*, 262, 56-66.
- Izzo, L., Castaldo, L., Narváez, A., Graziani, G., Gaspari, A., Rodríguez-Carrasco, Y., Ritieni, A. (2020). Analysis of Phenolic Compounds in Commercial *Cannabis sativa* L. Inflorescences Using UHPLC-Q-Orbitrap HRMS. *Molecules*, 25, 631.
- Kang, J.X. (2003). *The Importance of Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio in Cell Function*; Karger: Basel, Switzerland.
- Li, G., Lee, M.-J., Liu, A.B., Yang, Z., Lin, Y., Shih, W.J., Yang, C.S. (2012). The antioxidant and anti-inflammatory activities of tocopherols are independent of Nrf2 in mice. *Free Radic. Biol. Med.*, 52, 1151-1158.
- Matthäus, B., Brühl, L. (2008). Virgin hemp seed oil: An interesting niche product. *Eur. J. Lipid. Sci. Tech.*, 110, 655-661.
- Moccia, S., Siano, F., Russo, G.L., Volpe, M.G., La Cara, F., Pacifico, S., Piccolella, S., Picariello, G. (2019). Antiproliferative and antioxidant effect of polar hemp extracts (*Cannabis sativa* L., *Fedora* cv.) in human colorectal cell lines. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 71, 1-14.
- Sampson, P. B. (2020). Phytocannabinoid pharmacology: medicinal properties of *Cannabis sativa* constituents aside from the “Big Two”. *Journal of Natural Products*, 84(1), 142-160.
- Sharma, S., Cheng, S.-F., Bhattacharya, B., Chakkaravarthi, S. (2019). Efficacy of free and encapsulated natural antioxidants in oxidative stability of edible oil: Special emphasis on nanoemulsion-based encapsulation. *Trends Food Sci. Tech.*, 91, 305–318.
- Tarchoune, I., Sgherri, C., Eddouzi, J., Zinnai, A., Quartacci, M.F., Zarrouk, M. (2019). Olive leaf addition increases olive oil nutraceutical properties. *Molecules*, 24, 545.

DETECTION OF THE REACTIONS OF SOME BARLEY (*HORDEUM VULGARE* L.) GENOTYPES AGAINST *PYRENOPHORA TERES* DISEASE IN FIELD CONDITIONS IN GÜZELYURT AND TÜRKMENKÖY DISTRICTS IN CYPRUS AND THEIR RELATIONSHIP WITH THE NUMBER OF TILLER IN THE PLANT

Dr. Hakan HEKİMHA

Aegean Agricultural Res. Inst., Cereal Rust Diseases Res. Center, Menemen, İzmir, Türkiye.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6531-6490>

Zir. Yük. Müh. Ayda KONUKSAL

Agricultural Research Institute, Lefkoşa, KKTC
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1250-4447>

Prof. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK

Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6543-7663>

ABSTRACT

Barley (*Hordeum vulgare* L.) leaf spot blotch diseases caused by the pathogen *Pyrenophora teres* Drechsler, including net blotch (*Pyrenophora teres* f. *teres* Drechsler) and spot blotch (*Pyrenophora teres* f. *maculata* Smed.-Pet.), are significant fungal diseases worldwide, causing substantial yield losses. Barley is the most widely cultivated field crop in the Turkish Republic of Northern Cyprus (TRNC), and *P.teres* leaf spot diseases are prevalent in the region. This study aimed to determine the disease status of locally cultivated varieties, identify barley genotypes less affected by or resistant to the disease, and establish relationships between disease incidence and tiller numbers. The research was conducted in field conditions in the Türkmenköy and Güzelyurt districts of the TRNC. A total of 29 spring barley genotypes were used in the trial. These genotypes were planted in factorial experimental design with three replications in plots measuring 5x1.2 meters. Tiller numbers and leaf spot disease (*P. teres*) observations were evaluated by counting 50 randomly selected plants from each replication at stem elongation stage (Zadoks 32). Disease assessments were made using a 1-9 scale. Statistical analysis revealed significant effects of genotype, location, and genotype × location interactions on tiller numbers and *P.teres* disease incidence at the 1% level of significance. Maximum tiller numbers ranged from 1 to 7.4, and maximum disease scores reached 8 across all varieties. Tiller numbers were higher in Güzelyurt than in Türkmenköy, while disease values were lower. Among the barley genotypes, three were classified as moderately resistant, 22 as moderately resistant-moderately susceptible, three as moderately susceptible, and one as moderately susceptible-susceptible. Correlation analysis indicated a significant negative relationship between disease incidence and tiller numbers. Variability in responses to disease among barley genotypes was observed, suggesting the presence of promising materials with resistance to the disease, which could be utilized as parents in breeding programs and crop production.

Key words: Barley; Genotype; *Pyrenophora teres*; Number of siblings

INTRODUCTION

Barley, widely cultivated across various geographical regions worldwide due to its adaptability to diverse environmental conditions, is primarily consumed in animal feeding and malt production. According to USDA data, approximately 159 million tons of barley were produced on about 51 million hectares (ha) globally during the 2020/21 season. The EU ranked first in both global barley cultivation areas and production during the 2020/21 period. In Turkey, barley was cultivated on approximately 3.2 million ha in 2021, yielding 5.75 million tons with an average yield of 181 kg/ha. By 2022, the production had increased to 8.5 million tons (TUIK, 2022). Approximately 70-80% of barley production in Turkey occurs in dry and semi-arid areas, negatively affecting grain yield and product quality. However, barley exhibits resilience to limited water conditions compared to other cereals. In Turkey, barley production relies on rainfall-dependent conditions, necessitating the use of varieties adaptable to various environmental and climatic conditions (Aktaş, 2017). The same conditions and requirements apply to the Turkish Republic of Northern Cyprus (TRNC).

Grain cultivation in the TRNC predominantly focuses on important cereal types such as barley and wheat. A significant portion of agricultural land is allocated to cereal production, with barley cultivation being particularly widespread. The climate conditions in the country provide a suitable environment for successful barley cultivation. Grain cultivation holds a crucial position in the country's economy and forms one of the cornerstones of the agricultural sector. Out of the total 1,253,679 hectares of cultivable land in Northern Cyprus, 758,790 hectares are dedicated to cereals. Barley holds the highest share at 87.20% (Konuksal et al., 2017).

Approximately 122,500 tons of barley grains were produced in Northern Cyprus and barley yield was 1,679 kg/ha in 2019 (Anonymous, 2024). Due to the low yield and quality per hectare, the demand for sufficient and high-quality animal fodder cannot be met. Currently, barley varieties from Southern Cyprus such as Athenais, Ahna, Dimitriadis, and Gitrea, as well as some barley varieties imported from Turkey, are being cultivated. In addition to abiotic factors such as drought, salinity, and temperature affecting barley yield, biotic factors also play a significant role. Barley varieties cultivated in Northern Cyprus for approximately 50 years without crop rotation are not sufficiently resistant/tolerant to existing diseases and pests, leading to a high density of disease and pest populations (Konuksal et al., 2017).

One of the significant diseases affecting barley in Northern Cyprus is caused by the *Pyrenophora teres* pathogen, with two forms known as the net form (*P. teres* f. *teres*) and the spot form (*P. teres* f. *maculata*), and the prevalence of the disease is determined to be 70% (Hekimhan et al., 2016a; Konuksal et al., 2017). It has been reported by Çelik and Karakaya (2017) that the prevalent form in Turkey is the spot form. In a study conducted by Göbelez (1956) in Turkey, it was found that *P. teres* related diseases are widespread in Ankara, Eskişehir, Çorum, Çankırı, and Akşehir, with damage rates ranging from 15% to 25% in these areas. According to Aktaş (1987), surveys conducted in barley cultivation areas of the Central Anatolia Region in May 1984 revealed that out of 109 barley fields surveyed, 76 were infected with *Pyrenophora teres*. It was reported that the disease was encountered in 70% of the production areas, with an intensity of 13.4%. Hekimhan et al. (2016b) conducted a two-year survey study in 2014 and 2015, covering a total of 100 barley fields in the Aegean Region Coastal Zone, and determined the prevalence of leaf spot blotch diseases (*Pyrenophora teres*) to be 34%. Çelik & Karakaya (2015), on the other hand, found the prevalence of *P. teres* related diseases in a total of 121 barley fields in Eskişehir province to be 25.5%.

Numerous studies have been conducted in Türkiye to identify sources of resistance in barley genotypes against *P. teres* disease (Aktaş, 1987; Konak & Scharen, 1994; Aktaş, 1995; Akyol, 2004; Karakaya & Akyol, 2006; Aktaş & Katircioğlu, 2008; Taşkoparan & Karakaya, 2009; Aktaş et al., 2013; Usta et al., 2014; Karakaya et al., 2014; Yazıcı et al., 2015; Çelik Oğuz et al., 2017a; 2017b; 2019a; 2019b). In these studies, numerous varieties and breeding materials along with genetic resources have been tested, and sources of resistance have been identified at various levels. Researchers have also noted differences in virulence among isolates of *P. teres*. The continuity of breeding efforts and the changing of breeding materials and varieties over the years necessitate the continuous pursuit of resistance studies.

Net blotch, a significant disease affecting barley, is initially introduced through three primary sources: infected seeds, crop residues, and straw residue. Controlling net blotch begins by removing the primary inoculum of *P. teres* through the use of healthy seeds (Jalli, 2011). Following barley kernel harvest, crop debris and straw residues further contribute to the spread of the disease. Studies indicate that higher levels of infested residues can intensify disease severity, leading to reduced yields (Adee, 1989). Strategies to mitigate the primary inoculum include baling and removing straw from fields after harvest, although open-field burning, once practiced, is now prohibited due to environmental concerns. Modern alternatives such as chopping and burying straw residues aim to reduce inoculum quantity (Jordan & Allen, 1984). Crop rotation is beneficial in minimizing pathogen severity, with a minimum 2-year interval between barley crops recommended to prevent net blotch (Duczek et al., 1999). The choice of seeding method also influences disease severity, with direct seeding becoming increasingly popular in contemporary agricultural practices (Jordan and Allen, 1984; Mclean et al., 2009). However, while direct seeding reduces production costs, it can increase *P. teres* severity (Jørgensen & Olsen, 2007). Cereals are selected based on their resistance to disease (Jonsson et al., 1998), with resistant genotypes exhibiting minimal visible leaf lesions, limited fungal growth on infected leaf tissue, and increased production of antifungal products by barley leaves (Graner et al., 1996). The use of resistant varieties has been demonstrated to be highly effective with minimal environmental impact (Mclean et al., 2009).

The aim of this study was to determine the disease status of locally cultivated varieties, identify barley genotypes that are less susceptible or unaffected by the disease, and establish relationships between disease incidence and sibling numbers.

MATERIAL AND METHOD

The research studies were conducted in two locations, Türkmenköy and Güzelyurt districts, during the 2016-2017 season. A total of 29 spring barley genotypes were utilized as materials in the experiment. Among the genotypes included in the trial, Ahna, Athenais, Gitria, Golopsida, and Lysi are Southern Cyprus varieties grown in the Turkish Republic of Northern Cyprus (TRNC), while Akhisar, Alhisar, Bayrak, Bürküt, Hilal, and Sancak are spring barley varieties belonging to the Aegean Agricultural Research Institute. The genotypes LT3, LT15, and LT20 are advanced spring barley lines developed in the TRNC Agricultural Research Institute's barley breeding program, while the genotypes Baf, Berşparmak, Erenköy, Gaziköy, Girit, Girne, Güzelyurt, Karpaz, Kıbrıs, Lapta, Lefke, Magusa, Raufbey, Selanik, and Türkmenköy are advanced breeding lines designated by code names developed by the Aegean Agricultural Research Institute.

The trials were sown with a plot seeder in a factorial experimental design in randomized blocks with three replications, with plot sizes of 5x1.2 meters. Seed density for each genotype was set as 550 seeds/m². Observations on tiller number and leaf blotch disease (*P. teres*) in

plants were conducted at the stem elongation stage (Zadoks 32) by counting and evaluating 50 randomly selected plants from each replication. Tiller number was calculated by recording the number of stems formed per plant. Disease assessments were counted using Tekauz's (1985) 1-9 scale under natural conditions (Figure 1).

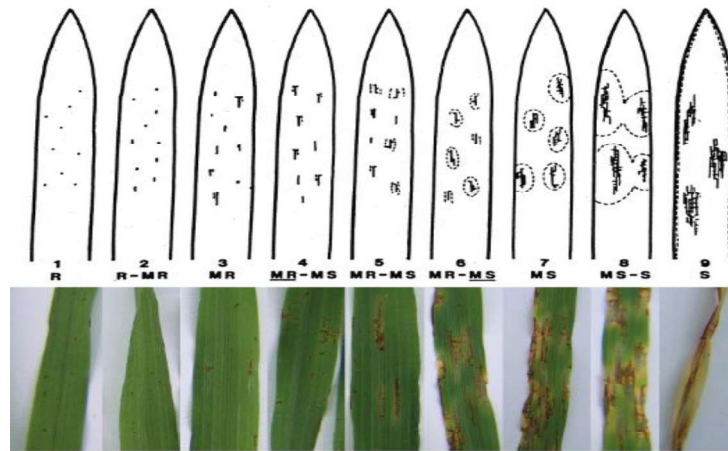


Figure 1. Scale used for the evaluation of *Pyrenophora teres* diseases (Tekauz, 1985).

According to this scale, the reactions of genotypes are evaluated as follows: 1= Resistant (R); 2= Resistant- Moderately Resistant (R-MR); 3= Moderately Resistant (MR); 4, 5, and 6= Moderately Resistant-Moderately Susceptible (MR-MS); 7= Moderately Susceptible (MS); 8= Moderately Susceptible-Susceptible (MS-S); 9= Susceptible (S).

The data obtained from the study were analyzed using the SAS software JMP Pro 13 (64 bit) package program (Anonymous, 2016). Differences between the means of the data, which were designed as three replications according to the Randomized Complete Block Design and subjected to analysis of variance, and groupings were made using the least significant difference (LSD) test at $P \leq 0.05$ (Kalaycı, 2005). Excel software was used to create the graphs.

RESULTS AND DISCUSSIONS

The variance analysis conducted on the obtained data revealed significant differences at the 1% level ($P < 0.01$) for the factors of Location, Genotype, and Genotype x Location concerning sibling numbers. The sibling numbers ranged from 1 to 7.4, with an average of 3.07 across all varieties and locations. Based on observations taken before heading, the average sibling number was determined to be 3.69 in Güzelyurt and 2.44 in Türkmenköy. Variations in sibling numbers were also observed among genotypes, with the Girit genotype having the highest average of 4.1 siblings, while the Erenköy and LT15 genotypes had the lowest average of 2.30 siblings (Figure 2). Furthermore, there were differences in sibling numbers among varieties across locations. While the Gaziköy genotype exhibited the highest value (5.40 siblings) in Güzelyurt, the Gitria variety had the highest value (3.20 siblings) in Türkmenköy. The lowest values were recorded for Ahna (2.25) in Güzelyurt and Sancak (1.45) in Türkmenköy. The highest sibling count within replications was observed for the Gaziköy genotype (7.4) in Güzelyurt (Table 1).

In the variance analysis conducted for *Pyrenophora teres* disease, statistically significant differences were found at the 1% level ($P < 0.01$) among all factors examined. Disease scores ranged from 1 to 8, with an average disease score of 3.96 across all varieties and locations. Disease development varied among locations, with Güzelyurt (3.43) experiencing lower disease development compared to Türkmenköy (4.48). Evaluation based on variety averages

revealed that the lowest scores were obtained from the Raufbey (2), Hilal (2.25), and Baf (2.50) genotypes, while the highest scores were recorded for the Karpaz (5.50), Bayrak (5.38), Bürküt (5.38), and Alhisar (5.13) genotypes (Figure 3). Differences were also observed in genotype responses across locations, with the Beşparmak genotype having the highest disease score (5.00) in Güzelyurt, while the Karpaz and Bürküt genotypes had the highest scores (7.50) in Türkmenköy (Table 2).

In the evaluation of disease reaction values for varieties, the highest value within replications was considered. Most genotypes (22) fell into the moderately resistant-moderately susceptible (MR-MS) group. Three genotypes, Raufbey (3), Hilal (3), and Baf (3), were classified as moderately resistant (MR). These three genotypes are considered more tolerant and resistant to disease compared to others. Tree genotypes, Alhisar (7), Selanik (7) and Lapta (7), fell into the moderately susceptible (MS) group. The most susceptible genotypes, Bayrak (8) and Karpaz (8), fell into the moderately susceptible-moderately resistant (MS-S) group. Similar studies have identified sources of resistance by obtaining disease values at different levels in different materials (Aktaş, 1987; Konak & Scharen, 1994; Aktaş, 1995; Akyol, 2004; Karakaya & Akyol, 2006; Aktaş & Katircioğlu, 2008; Taşkoparan & Karakaya, 2009; Aktaş et al., 2013; Usta et al., 2014; Karakaya et al., 2014; Yazıcı et al., 2015; Çelik Oğuz et al., 2017a; 2017b; 2019a; 2019b).

A correlation analysis was conducted to investigate the relationships between disease and sibling numbers by examining the minimum, maximum, and average values (Table 2). According to the results, significant relationships were found at the 0.01% level between minimum disease scales and maximum sibling numbers, minimum disease score and average sibling numbers, and average disease scores and average sibling numbers. The correlation coefficients were determined as -0.2643, -0.2720, and -0.2117, respectively (Table 3). It can be observed that there is a negative relationship between disease and sibling numbers. Since the minimum and maximum values are the highest values obtained within replications, they may not necessarily correspond to each other, so it is appropriate to evaluate them based on average values. This indicates the need to examine the relationship between average disease values and average sibling numbers. Thus, at the statistically significant level of 5%, the correlation coefficient (r) of -0.2117 explains the relationship, indicating approximately a 21% relationship between disease and sibling numbers. Considering that the disease is a leaf disease, expecting a very high relationship would be incorrect. Considering that the disease infects the plant shortly after emergence from the soil, especially in the early stages, this could cause such a change in sibling numbers. Mathre (1997) and Gangvar et al. (2018) have reported a decrease in sibling numbers due to leaf diseases such as powdery mildew in barley. Indeed, despite having a higher sibling count in Güzelyurt, the disease score was lower compared to Türkmenköy.

Tablo 1. Values related to the number of siblings formed by the varieties included in the trial in Güzelyurt and Türkmenköy locations in the 2015-2016 season

Genotype ¹	Güzelyurt			Türkmenköy			Overall /Mean		
	Lowest	Highest	Mean	Lowest	Highest	Mean	Lowest	Highest	Mean
AHNA ¹	2,8	3,4	2,25 ır	1,6	2,8	2,25 ov	1,6	3,4	2,63 gi
AKHİSAR ²	3,2	6,6	4,75 ae	1,4	3,8	2,40 nv	1,4	6,6	3,58 ae
ALHİSAR ²	3,2	3,6	3,50 fn	1,2	2,0	1,55 uv	1,2	3,6	2,53 gi
ATHENAİS ¹	1,8	4,0	2,95 ır	1,6	2,4	1,95 pv	1,6	4,0	2,45 hi
BAF ³	2,8	4,6	3,95 cj	2,8	5,4	3,55 fn	2,8	5,4	3,75 ac
BAYRAK ²	2,4	4,0	3,10 ip	1,8	3,2	2,50 lv	1,8	4,0	2,80 ei
BEŞPARMAK ³	2,2	3,6	2,85 js	1,2	3,4	2,25 ov	1,2	3,6	2,55 gi
BÜRKÜT ²	2,8	4,2	3,55 fn	1,0	3,8	2,65 ku	1,0	4,2	3,10 ci
ERENKÖY ³	2,4	3,0	2,75 kt	1,0	3,6	1,85 rv	1,0	3,6	2,30 i
GAZİKÖY ³	4,0	7,4	5,40 a	2,2	2,8	2,55 kv	2,2	7,4	3,98 ab
GİRİT ³	3,8	6,8	5,25 ab	2,6	3,6	2,95 ır	2,6	6,8	4,10 a
GİRNE ³	4,0	5,4	4,40 ag	1,6	4,6	2,90 jr	1,6	4,6	3,65 ad
GİTRİA ¹	2,4	3,6	3,20 ho	2,4	4,8	3,20 ho	2,4	4,8	3,20 bh
GOLOPSİDA ¹	1,8	3,2	2,80 jt	2,2	2,8	2,45 mv	1,8	3,2	2,63 gi
GÜZELYURT ³	3,2	4,4	3,70 dk	2,2	2,8	2,45 mv	2,2	4,4	3,08 ci
HİLAL ²	3,4	5,2	4,50 af	1,2	3,4	2,15 ov	1,2	5,2	3,33 ag
KARPAZ ³	4,4	6,0	5,10 ac	1,6	4,2	2,90 jr	1,6	6,0	4,00 ab
KIBRIS ³	2,8	4,0	3,45 fn	1,6	2,4	1,90 qv	1,6	4,0	2,68 fi
LAPTA ³	2,0	3,6	2,85 js	2,8	3,4	3,05 iq	2,0	3,6	2,95 ci
LEFKE ³	2,0	5,0	3,05 iq	2,2	3,0	2,60 kv	2,0	5,0	2,83 di
LT15 ⁴	2,6	3,4	2,95 ır	1,0	2,6	1,65 tv	1,0	3,4	2,30 i
LT20 ⁴	3,0	3,6	3,25 go	2,0	4,2	3,15 ho	2,0	4,2	3,20 bh
LT3 ⁴	2,4	5,2	3,60 em	1,2	2,2	1,55 uv	1,2	5,2	2,58 gi
LYSİ ¹	2,4	4,8	3,65 el	1,0	4,0	2,80 jt	1,0	4,8	3,23

¹ Varieties planted in TRNC, ² Aegean Agr. Res. Ins. (ETAЕ) varieties, ³ Advanced materials codenamed by ETAЕ, ⁴ TRNC advanced materials, **P<0.01, Levels connected by same letter are significantly different

									bh
MAGUSA ³	3,8	6,0	4,85 ad	2,0	2,8	2,45 mv	2,0	6,0	3,65 ad
RAUFBEY ³	2,6	5,4	4,10 b1	1,8	3,8	2,90 jr	1,8	5,4	3,50 af
SANCAK ²	3,4	6,0	4,30 ah	1,0	2,0	1,45 v	1,0	6,0	2,88 d1
SELANİK ³	2,2	4,2	3,10 ip	2,2	3,6	2,95 ir	2,2	4,2	3,03 c1
TÜRKMENKÖY ³	2,6	4,2	3,25 go	1,4	2,2	1,70 sv	1,4	4,2	2,48 h1
Ortalama	1,8	7,4	3,69 a	1	5,4	2,44 b	1	7,4	3,07
Varyasyon Katsayısı (%)	8								
EÖF _{0,05}	Çeşit	0,18**							
	Lokasyon	0,22**							
	Lokasyon x Çeşit	1,16**							

Tablo 2. Pyrenophora teres disease scale values for the varieties included in the trial in Güzelyurt and Türkmenköy locations in the 2015-2016 season

Genotype	Güzelyurt			Türkmenköy			Overall /Mean			Reaction
	Lowest	Highest	Mean	Lowest	Highest	Mean	Lowest	Highest	Mean	
AHNA	3	6	4,50 eg	3	3	3,00 hj	3	6	3,75 eg	MR-MS
AKHİSAR	2	5	3,50 gı	2	2	2,00 jk	2	5	2,75 hj	MR-MS
ALHİSAR	2	4	3,25 gj	7	7	7,00 ab	2	7	5,13 ac	MS
ATHENAİS	4	4	4,00 fh	5	5	5,00 df	4	5	4,50 be	MR-MS
BAF	2	3	2,50 ık	2	3	2,50 ık	2	3	2,50 hj	MR
BAYRAK	3	4	3,50 gı	6	8	7,25 ab	3	8	5,38 ab	MS-S
BEŞPARMAK	4	6	5,00 df	3	4	3,50 gı	3	6	4,25 ce	MR-MS
BÜRKÜT	1	6	3,25 gj	7	8	7,50 a	1	6	5,38 ab	MR-MS
ERENKÖY	1	2	1,50 k	6	6	6,00 bd	1	6	3,75 eg	MR-MS
GAZİKÖY	2	4	3,00 hj	2	4	3,00 hj	2	4	3,00 gı	MR-MS
GİRİT	3	5	4,00 fh	4	5	4,50 eg	3	5	4,25 ce	MR-MS
GİRNE	3	5	4,00 fh	5	6	5,50 ce	3	5	4,75 ad	MR-MS
GİTRİA	2	3	2,50 ık	6	6	6,00 bd	2	6	4,25 ce	MR-MS
GOLOPSİDA	3	3	3,00 hj	4	5	4,50 eg	3	5	3,75 eg	MR-MS
GÜZELYURT	2	3	2,50 ık	4	6	5,00 df	2	6	3,75 eg	MR-MS
HİLAL	2	3	2,50 ık	2	2	2,00 jk	2	3	2,25 ij	MR
KARPAZ	3	4	3,50 gı	7	8	7,50 a	3	8	5,50 a	MS-S
KIBRIS	4	5	4,50 eg	2	4	3,25 gj	2	5	3,88 dg	MR-MS
LAPTA	2	5	3,50 gı	5	7	6,00 bd	2	7	4,75 ad	MS
LEFKE	2	4	3,00 hj	5	6	5,50 ce	2	6	4,25 ce	MR-MS
LT15	2	5	3,50 gı	4	5	4,50 eg	2	5	4,00 df	MR-MS
LT20	3	4	3,50 gı	3	3	3,00 hj	3	4	3,25 fh	MR-MS

LT3	3	5	4,00 fh	4	5	4,50 eg	3	5	4,25 ce	MR-MS
LYSİ	4	5	4,50 eg	3	3	3,00 hj	3	5	3,75 eg	MR-MS
MAGUSA	3	6	4,50 eg	3	5	4,00 fh	3	5	4,25 ce	MR-MS
RAUFBEY	2	3	2,50 ık	1	2	1,50 k	1	3	2,00 j	MR
SANCAK	3	5	4,00 fh	2	3	2,50 ık	2	5	3,25 fh	MR-MS
SELANİK	2	3	2,50 ık	3	7	6,50 ac	2	7	4,50 be	MS
TÜRKMENKÖY	3	4	3,50 gı	4	4	4,00 fh	3	4	3,75 eg	MR-MS
Ortalama	1	6	3,43 b	1	8	4,48 a	1	8	3,96	MR-MS
VK	22,98									
EÖF _{0,05}	Çeşit	0,897**								
	Lokasyon	0,235**								
	Lokasyon x Çeşit	1,26**								

Levels connected by same letter are significantly different, **P<0,01

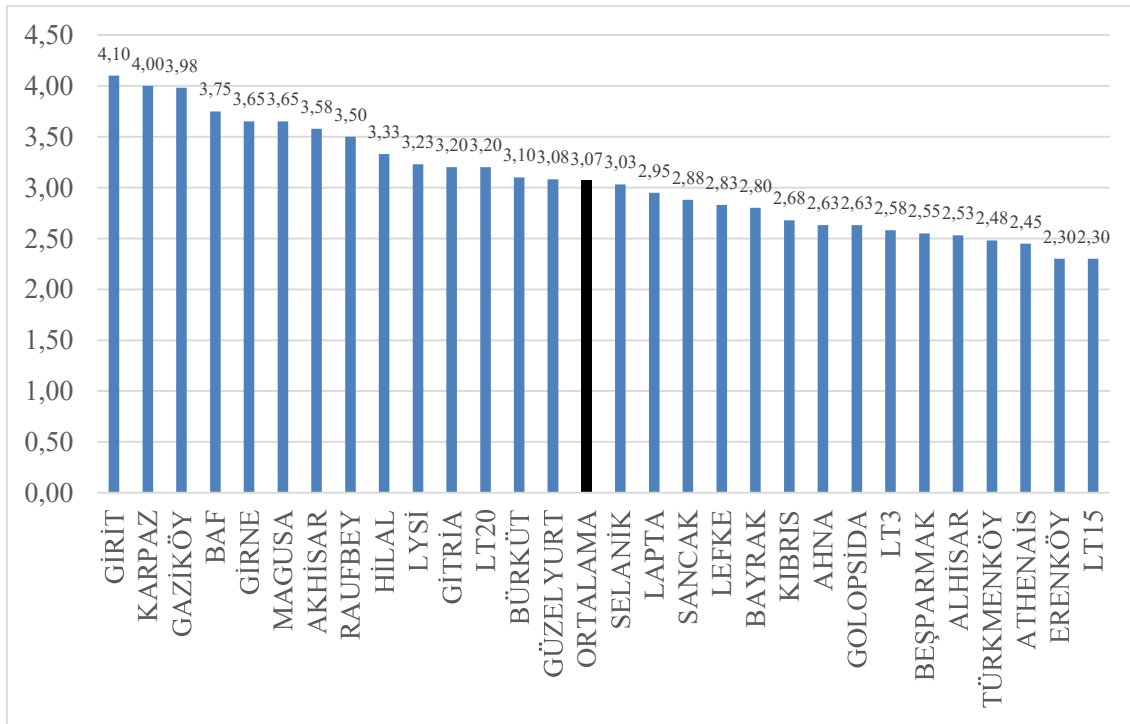


Figure 2. Mean sibling numbers of the genotypes

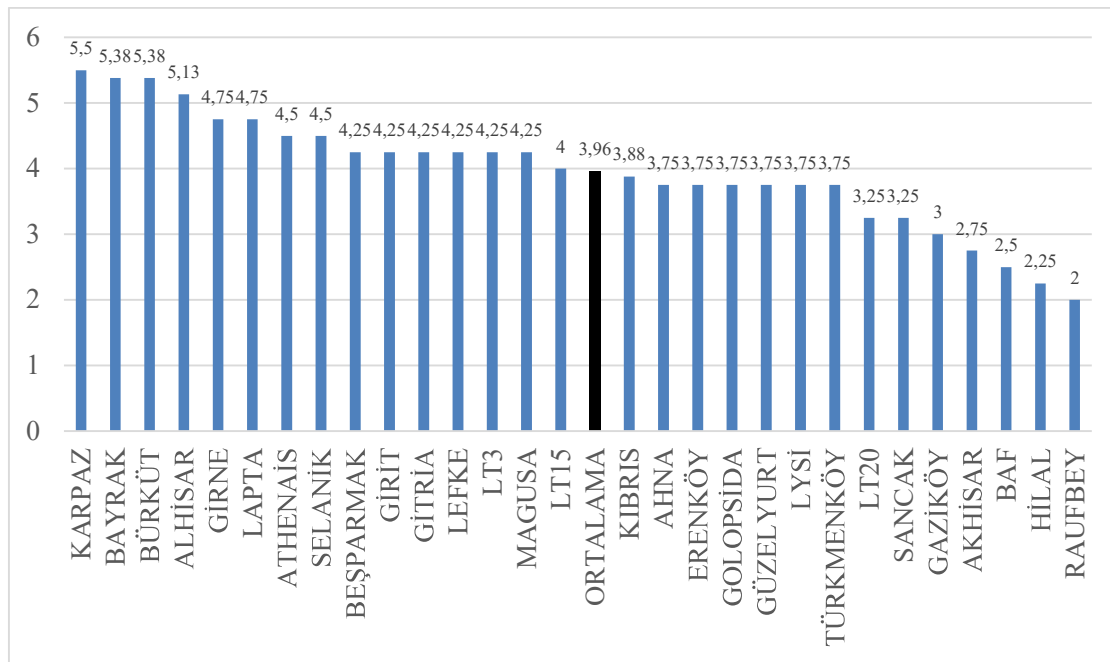


Figure 3. Mean *Pyrenophora teres* disease scale values of the genotypes

Table 2. Analysis result of pairwise correlations between the mean, minimum and maximum value numbers of siblings and *P. teres* disease scores

Variable	by Variable	Correlation	Count	Lower 95%	Upper 95%	Signif Prob
Min. <i>P. teres</i>	Min. Sibling	-0,1480	87	-0,3478	0,0647	0,1714
Min. <i>P. teres</i>	Max Sibling	-0,2643	87	-0,4499	-0,0569	0,0134*
Min. <i>P. teres</i>	Mean Sibling	-0,2720	87	-0,4565	-0,0651	0,0108*
Max. <i>P.teres</i>	Min. Sibling	-0,1251	87	-0,3271	0,0879	0,2483
Max. <i>P.teres</i>	Max Sibling	-0,0500	87	-0,2579	0,1624	0,6457
Max. <i>P.teres</i>	Mean Sibling	-0,1020	87	-0,3060	0,1111	0,3473
Mean <i>P.teres</i>	Min. Sibling	-0,1738	87	-0,3709	0,0382	0,1073
Mean <i>P.teres</i>	Max Sibling	-0,1865	87	-0,3822	0,0251	0,0836
Mean <i>P.teres</i>	Mean Sibling	-0,2117	87	-0,4043	-0,0011	0,0491*

Table 3. Correlation coefficients between *P. teres* disease and number of siblings

Variables	Min. sibling	Max. sibling	Mean sibling	Min. <i>P. teres</i>	Max. <i>P.teres</i>	Mean <i>P.teres</i>
Min. siblings	1,0000	0,4524	0,7718	-0,1480	-0,1251	-0,1738
Max. siblings	0,4524	1,0000	0,8499	-0,2643	-0,0500	-0,1865
Mean siblings	0,7718	0,8499	1,0000	-0,2720	-0,1020	-0,2117
Min. <i>P. teres</i>	-0,1480	-0,2643	-0,2720	1,0000	0,5020	0,7869
Max. <i>P.teres</i>	-0,1251	-0,0500	-0,1020	0,5020	1,0000	0,8855
Mean <i>P.teres</i>	-0,1738	-0,1865	-0,2117	0,7869	0,8855	1,0000

CONCLUSIONS

As a result; out of the 29 genotypes examined for *P. teres* disease, 3 were found to be moderately resistant, 22 were moderately resistant-moderately susceptible, 3 were moderately susceptible, and 1 was moderately susceptible-susceptible. Among the genotypes, the Hilal variety, Raufbey, and Baf advanced breeding lines were identified as moderately resistant. Correlation analysis revealed significant results, indicating a negative relationship between the disease scores and the number of siblings. It is observed that the three identified moderately resistant genotypes also have higher sibling numbers. Additionally, in locations with higher sibling numbers, such as Güzelyurt, disease severity was lower. A negative relationship was found between the siblings' number capacity and disease severity. Furthermore, the ability of the pathogen to be transmitted through seeds and its early onset may contribute to the decrease in sibling numbers. Combatting the disease may lead to increased dry matter and water consumption by the plant, while the pathogen may also utilize nutrients and water from the plant, causing this decrease in sibling numbers. Overall, it is evident that there are varying responses to the disease among barley genotypes, and promising materials against the disease have been identified. These materials can be utilized as parents in production and variety development concerning disease resistance.

REFERENCES

- Adee, E.A. (1989). The effect of primary inoculum level of *Pyrenophora tritici-repentis* on tan spot epidemic development in wheat. *Phytopathology* 79, 873–877. doi: 10.1094/Phyto-79-873
- Aktaş, H. (2017). Türkiye’de Yoğun Ekim Alanına Sahip Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin Destek Sulamalı ve Yağışa Dayalı Koşullarda Değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(03):86-97.
- Aktaş, D.D., Karakaya A., Çelik Oğuz A., Mert Z., Sayim İ., Ergün N. & Aydoğan S. (2013). Bazı arpa genotiplerinin *Drechslera teres* f. *maculata* (Smed.-Pet.,1971)'ya karşı fide dönemi reaksiyonlarının Belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 53(3), 175-783, ISSN 0406-3597.
- Aktaş, H. (1987). Die Untersuchungen über die Physiologische Variationen von *Drechslera teres* (Sacc.) Shoem. An den Mittelanatolien anbauten Gersten und die Feststellung der Reaktionen der Gerstensorten gegendieser Erreger. *J. Turkish Phytopath.*, 16 (2): 53-65.
- Aktaş, H. (1995). Reaction of Turkish and German barley varieties and lines to the virulent strain T4 of *Pyrenophora teres*. *Rachis*, 14, ½, 9-13.
- Aktaş, H. & Katırcıoğlu, Z. (2008). Bazı buğday ve arpa çeşit ve hatlarının önemli bazı fungal patojenlere karşı reaksiyonları. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 2008, Cilt 14, Sayı 4, 381-385.
- Akyol, A. (2004). Bazı Arpa Çeşitlerinin Ağ Benek Hastalık Etmeni *Pyrenophora teres* (Died.) Drechs.'e Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı. 43 sayfa, Ankara.
- Anonymous (2024). Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Tarım ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı, <http://tarim.gov.ct.tr/%C4%B0statistikler>. (Accessed in date 06.03.2024)
- Anonymous (2016). JMP® Pro 13.0.0, Copyright © 2016, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA

- Backes, A., Guerriero, G., Ait Barka, E. & Jacquard, C. (2021). *Pyrenophora teres*: Taxonomy, Morphology, Interaction With Barley, and Mode of Control. *Front. Plant Sci.* 12:614951. doi: 10.3389/fpls.2021.614951
- Çelik, E. & Karakaya, A. (2015). Eskişehir ili arpa ekim alanlarında görülen fungal yaprak ve başak hastalıklarının görülme sıklıklarının ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni* 55(2): 157-170.
- Çelik, O.A. & Karakaya, A. (2017). Pathotypes of *Pyrenophora teres* on barley in Turkey. *Phytopathologia Mediterranea*, 56: 224–234.
- Çelik, O. A., Karakaya, A., Ergün, N. & Sayim, İ. (2017). Turkish barley landraces resistant to net and spot forms of *Pyrenophora teres*. *Phytopathologia Mediterranea*, 56: 217–223.
- Çelik, O. A., Karakaya, A., Duran, R.M. & Özbek, K. (2019b). Identification of *Hordeum spontaneum* genotypes resistant to net blotch disease. *Tarım Bilimleri Dergisi* 25:115-122.
- Çelik, O.A., Rahimi, A. & Karakaya, A. (2019a). Seedling response of Iranian barley landraces to *Pyrenophora teres* f. *teres* and *Pyrenophora teres* f. *maculata*. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 25: 86-92.
- Duczek, L.J., Sutherland, K.A., Reed, S.L., Bailey, K.L., & Lafond, G.P. (1999). Survival of leaf spot pathogens on crop residues of wheat and barley in Saskatchewan. *Can. J. Plant Pathol.* 21, 165–173. doi: 10.1080/07060669909501208
- Gangwar, O.P, Bhardwaj, S.C., Singh, G.P., Prasad, P., & Kumar, S. (2018). Barley disease and their management: An Indian perspective. *Wheat and Barley Research* 10(3): 138-150. doi.org/10.25174/2249-4065/2018/83844
- Göbelez, M. (1956). Orta Anadolu'nun bazı illerinde yetiştirilen kültür bitkilerinde tohumla geçen bakteri ve mantari hastalıkların türleri yayılış alanları ve bunların takribi zarar derecelerinin tespiti üzerinde araştırmalar. A.Ü. Zir. Fak. Yay. No: 107, 131.
- Graner, A., Foroughi-Wehr, B. & Tekauz, A. (1996). RFLP mapping of a gene in barley conferring resistance to net blotch (*Pyrenophora teres*). *Euphytica* 91, 229–234.
- Hekimhan, H., Gencer, R., Çelik, Ş.N., İmamoğlu, A., Pelit, S., Eğerci, Y., Kalın, A. (2016b). Incidence of Some Fungal Diseases of Barley Production Areas in the Aegean Coastal Region. VII International Scientific Agriculture Symposium, “Agrosym 2016”, Jahorina, 6-9 October 2016, Book of Abstracts, 559p, Jahorina, Bosnia and Herzegovina.
- Hekimhan, H., Konuksal, A., Fidan, H., Gözüaçık, C., Güllü, M., Değirmenci, R& Akerzurumlu, E. (2016a). Important Fungal Disease Problems of Cereal Production Areas in Turkish Republic of Northern Cyprus and Solution Offers. VII International Scientific Agriculture Symposium, “Agrosym 2016”, Jahorina, 6-9 October 2016, Book of Abstracts, 557p, Jahorina, Bosnia and Herzegovina.
- Jalli, M. (2011). Sexual reproduction and soil tillage effects on virulence of *Pyrenophora teres* in Finland. *Ann. Appl. Biol.* 158, 95–105. doi: 10.1111/j. 1744-7348.2010.00445.x
- Jonsson, R., Bryngelsson, T., Jalli, M., & Gustafsson, M. (1998). Effect of growth stage on resistance to *Drechslera teres* f. *teres* in barley. *J. Phytopathol.* 146, 261–265. doi: 10.1111/j.1439-0434.1998.tb04688.x
- Jordan, V.W. L., & Allen, E.C. (1984). Barley net blotch: influence of straw disposal and cultivation methods on inoculum potential, and on incidence and severity of autumn disease. *Plant Pathol.* 33, 547–559. doi:10.1111/j.1365-3059.1984.tb02879.x

Jørgensen, L.N. & Olsen, L.V. (2007). Control of tan spot (*Drechslera tritici-repentis*) using cultivar resistance, tillage methods and fungicides. *Crop Prot.* 26, 1606–1616. doi: 10.1016/j.cropro.2007.01.009

Kalaycı, M. (2005). Örneklerle Jump Kullanımı ve Tarımsal Araştırma İçin Varyans Analiz Modelleri. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 21. ISBN: 975-407-173-X.

Karakaya, A., Mert, Z., Çelik, O.A., Azamparsa, M.R., Çelik, E., Akan, K., & Çetin, L. (2014). Current status of scald and net blotch diseases of barley in Turkey. IWBLD – 1st International Workshop on Barley Leaf Diseases, Salsomaggiore Terme, Italy, June 3-6, 2014.

Karakaya, A. & Akyol, A. (2006). Determination of the seedling reactions of some Turkish barley cultivars to the net blotch. *Plant Pathology Journal*, 5(1): 113-114.

Karki, C.B. (1985). Biology of *Pyrenophora* spot blotch on barley (*Hordeum vulgare* L.) incited by *Pyrenophora teres* Drechs. f.sp. *maculata* Smedeg. and genetics of resistance. Doctora thesis, Montana State University, 99 pages, Bozeman, Montana. <http://scholarworks.montana.edu/xmlui/bitstream/handle/1/4405/31762100109501.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Access date 05.03.2024).

Konuksal, A., Hekimhan, H., Gözüaçık, C., Güllü, M., Fidan, H., Değirmenci, R. & Karaca, C. (2017). Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Tahıl Alanlarındaki Zararlı Böcek, Nematod, Hastalık ve Yabancı Otların Tespiti, Önemli Olanların Biyo Ekolojileri ve Mücadelesi Üzerinde Araştırmalar. Proje Sonuç Raporu. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, Tarım ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı, Lefkoşa Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 157 sayfa.

Mathre, D.E. (1997). *Compendium of Barley Diseases*. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.

Mclean, M. S., Howlett, B. J. & Hollaway, G. J. (2009). Epidemiology and control of spot form of net blotch (*Pyrenophora teres* f. *maculata*) of barley: a review. *Crop Past. Sci.* 60, 303–315. doi: 10.1071/CP08173

Taşkoparan, H. & Karakaya, A. (2009). Assessment of the seedling reactions of some barley cultivars to *Drechslera teres* f. *maculata*. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(50): 60-62.

Tekauz, A. (1985). A numerical scale to classify reactions of barley to *Pyrenophora teres*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 7: 181-183.

TUİK (2022). Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2022. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2022-45504> . (Access date: 05.03.2024).

Usta, P., Karakaya, A., Çelik Oğuz A., Mert Z., Akan, K. & Çetin L. (2014). Determination of the seedling reactions of twenty barley cultivars to six isolates of *Drechslera teres* f. *maculata*. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (1): 20-25.

Yazıcı, B., Karakaya, A., Çelik, O.A. & Mert, Z. (2015). Determination of the seedling reactions of some barley cultivars to *Drechslera teres* f. *teres*. *Bitki Koruma Bülteni*, 55(3):239-245, ISSN 0406-3597

MEASURES TO COMBAT POISONOUS PLANTS IN THE PASTURES OF THE NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC

NAHÇIVAN ÖZERK CUMHURİYETİ MERALARINDAKİ ZEHİRLİ BİTKİLERLE MÜCADELEYE YÖNELİK ÖNLEMLER

Feride SEFEROVA

Doctor of Philosophy in Biology. Associate Professor, Nakhchivan State University, Department of Natural Sciences and Agriculture, Department of Plant Systematics. Nakhchivan. Azerbaijan
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-3350-6093>

Leylabeyim SEYIDOVA

Nakhchivan State University, Department of Natural Sciences and Agriculture, Department of Zoology. Nakhchivan. Azerbaijan
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-2206-7823>

ABSTRACT

Introduction and Objective: There are 68.923 hectares of winter pasture and 29.736 hectares of summer pasture in Nakhchivan Autonomous Republic. 16.643 hectares of winter pasture and 15.415 hectares of summer pasture are suitable for agriculture. It is aimed to investigate poisonous plants in pastures and to prepare control measures for prevention. **Materials and Methods:** In order to investigate the poisonous plants in the existing plant species, sample plots of 1 m² were selected and the research was carried out in three options. Botanical and economic groups of plants taken from the sample plots were analysed. Classical and modern - botanical, floristic, systematic, areological, ecological and statistical methods were used in the processing of materials. Phenological observations were based on the methods of E.M. Lavrenko, I.N. Beydeman and I.P. Lapina. **Results:** 36,238.22 hectares of the total area of the region are covered with pastures and grasslands, of which 18,454.25 hectares (51%) are usable, and the remaining 17,783.97 hectares (49%) are almost unusable, as they consist of stony-gravelly, rocky and eroded lands. **Discussion and Conclusion:** According to the conducted researches, Armenia's placement of trenches in the border region, construction of military-technical facilities, overuse of pastures, increasing tendency of lands to desertification and swamping under the influence of strong environmental and anthropogenic factors, poisonous plants not eaten by animals and not used by humans, contributing to unfavourable climatic conditions, faster adaptation and occupation of new habitats with abundant seeds are factors affecting the dynamics of development of poisonous plants in pastures. Considering the results, it is important to remove poisonous plants that are not eaten by animals in pastures by various methods until the flowering period, to cut and uproot poisonous plants in pastures, to apply herbicides, to make grass restoration and to implement control measures using rotational grazing system.

Keywords: Nakhchivan AR, poisonous plants, pest plants, summer pastures, winter pastures, herbicides

Ö Z E T:

Giriş ve Amaç: Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nde 68.923 hektar kışlık mera, 29.736 hektar yazlık mera bulunmaktadır. Kışlık meranın 16.643 hektarı, yazlık meranın 15.415 hektarı tarıma uygundur. Meralardaki zehirli bitkilerin araştırılması ve önlenmesine yönelik kontrol tedbirlerinin hazırlanması amaçlanmaktadır. **Gereç ve Yöntem:** Mevcut bitki türlerindeki zehirli bitkileri incelemek amacıyla 1 m²'lik örnek parseller seçilerek üç seçenekte araştırma yürütülmüştür. Örnek alanlardan alınan bitkilerin botanik ve ekonomik grupları analiz edildi. Malzemelerin işlenmesinde klasik ve modern - botanik, floristik, sistematik, areolojik, ekolojik ve istatistiksel yöntemler kullanıldı. Fenolojik gözlemler E.M. Lavrenkonun, İ. N. Beydeman ve I.P. Lapina'nın yöntemlerine dayanmaktadır. **Bulgular:** Bölgenin toplam alanınının 36.238,22 hektarı yaylak ve otlaklarla kaplı olup, bunun 18.454,25 hektarı (%51) kullanılabilir durumda olup, geri kalan 17.783,97 hektarı (%49) taşlı-çakıllı, kayalık ve aşınmış arazilerden oluştuğundan. neredeyse kullanışsız durumda. **Tartışma ve Sonuç:** Yapılan araştırmalara göre, Ermenistan'ın sınır bölgesine hendekler yerleştirmesi, askeri-teknik tesisler yapması, meraların aşırı kullanımı, güçlü çevresel ve antropojenik faktörlerin etkisiyle arazilerin çölleşme ve bataklığa eğiliminin artması, hayvanlar tarafından yenmeyen ve insanlar tarafından kullanılmayan zehirli bitkiler, olumsuz iklim koşullarına katkıda bulunmaktadır. daha hızlı adaptasyon ve bol miktarda tohum vererek yeni habitatların işgal edilmesi, meralardaki zehirli bitkilerin gelişim dinamiklerini etkileyen faktörlerdir. Sonuçlar dikkate alındığında meralarda hayvanların yemediği zehirli bitkilerin çiçeklenme dönemine kadar çeşitli yöntemlerle temizlenmesi, meralardaki zehirli bitkilerin kesilip sökülmesi, herbisitlerin uygulanması, çim restorasyonu yapılması ve dönüşümlü otlatma sistemini kullanarak kontrol önlemlerinin uygulanması önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Nahçıvan ÖC, zehirli bitkiler, zararlı bitkiler, yazlık meralar, kışlık meralar, herbisitler

Özet

Makalede Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin kışlık ve yazlık meralarında yayılış gösteren zehirli ve zararlı bitkiler ve bunlarla mücadele tedbirleri ele alınmıştır. Özerk cumhuriyetin dağlık floristik bölgesinin alçak, orta ve yüksek dağ kuşaklarını (1200-3906 m) içerdiği biliniyordu. Zengin bir floraya sahip olan Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin bitki örtüsü ağırlıklı olarak kışlık ve yazlık mera olarak kullanılmaktadır.

Bölgede 68.923 hektar kışlık mera, 29.736 hektar yazlık mera bulunmaktadır. Bunun 16.643 hektarı kışlık meraya, 15.415 hektarı ise yazlık meraya uygundur. Hayvancılık işletmelerinin sayısının artması, meraların aşırı otlatılması, güçlü çevresel ve antropojenik faktörlerin doğrudan etkisi meraların çölleşmesine, botanik kompozisyonlarının bozulmasına, zehirli bitkilerin artmasına ve verimlerinin azalmasına yol açmıştır. . Bölgenin toplam yüzölçümünün 36.238,22 hektarı yaylak ve otlaklarla kaplı olup, bunun 18.454,25 hektarı (%51) kullanılabilir durumda olup, geri kalan 17.783,97 hektarı (%49) taşlık ve çakıllı, kayalık ve aşınmış arazilerden oluşmaktadır. hizmet dışı.

Mera ve samanlıklarda hakim olan yabancı otlar, dikenli, kötü kokulu, zararlı ve zehirli bitkilerin kitlesel gelişimi engellenmediği takdirde mera ve samanlıkların yem değerini düşürecektir.

Bu, söz konusu bitkilerin tür kompozisyonu, dağılım alanları ve biyolojik özelliklerini dikkate alarak belirli agroteknik tedbirlerin uygulanmasını bir görev haline getirmektedir.

Uzun süreli araştırmalarımız sonucunda Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti yaylalarının yem alanlarının botanik bileşimi, fitosenolojik yapısı, ekonomik uygunluğu ve modern durumu araştırılmıştır.

Bunlar dikkate alınarak meraların verimli kullanılması için şu önlemlerin uygulanması önerilmektedir: Meralarda zehirli bitkilerin yayıldığı alanlar tarım işçileri tarafından kontrol edilmeli, alana koruyucu ve uyarıcı levhalar konulmalı; zehirli ve zararlı bitkiler kesilmeli (yenilmeli), köklerinden uzaklaştırılmalı, çiçek açmalarına ve tohum vermelerine izin verilmemeli; Zehirli bitkilerin en yaygın olduğu alanlar birkaç yıl süreyle durdurulmalı ve bu bitkiler herbisitlerle

yok edilmelidir. Bunların yanı sıra zehirli bitkilerin yayılış gösterdiği alanlarda çim ıslahı ve yabancı ot mücadelesi çalışmaları yapılarak zehirli bitkilerin olumsuz etkisi ortadan kaldırılabilir.

Giriş

Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti, kabartması nedeniyle dağlık bir bölgedir, genel yüzey yapısı karmaşık ve çeşitlidir. Burada çöl ve yarı çöl, dağ kserofit bitkileri, yüksek dağ bozkırları, alpin ve subalpin çayırlar düzenli olarak dikey bölgeleme oluşturarak yüksek kotlarda yayılır. Zengin bir floraya sahip olan Nahçıvan Özerk Cumhuriyetinin bitki örtüsü ağırlıklı olarak kışlık ve yazlık mera olarak kullanılmaktadır. Kışlık meralar deniz seviyesinden 600-1200 m yükseklikte bulunan Arazboyu ovası ve eteklerini kaplamaktadır. En büyük kışlak meralar bölgenin Sadarak, Şarur, Büyükdüz, Nahçıvan, Gargabazari ve Gülistan ovalarında bulunmaktadır. Mevcut kışlık meralar gördüğümüz gibi hayvancılığın yem ihtiyacını karşılayamıyor. Güçlü ekolojik ve antropojenik faktörlerin doğrudan etkisi çölleşmeye, botanik kompozisyonun bozulmasına ve üretkenliğin azalmasına yol açmıştır [4], [5, s. 332-337]. F.Q. Movsumova'nın yaptığı araştırma ve gözlemlerimize göre kışlık meralarda ikincil tuzlanma süreci sonucunda ovaların Arazboyu alanlarında çöl bitki örtüsü tipi gelişmiştir [4], [5, s. 332-337; 2. s. 247-251].

Hayvancılığın gelişmesiyle bağlantılı olarak ülkemizde doğal yem temeli olan çayır ve meraların ıslahına yönelik bir takım karar, emir ve talimatlar yayımlanmıştır. Azerbaycan Cumhuriyeti Bakanlar Kurulu'nun 17 Ekim 1996 tarihli kararına göre "Yazlık ve Kışlık Meraların Bölünmesi ve Kullanımına İlişkin Kurallar"ın özel maddesinde "Sığırların sürüler halinde otlatılmaması gerektiği" belirtilmektedir. meralar". Daha sonra Azerbaycan Cumhuriyeti Bakanlar Kurulu'nun 15 Mart 2000 tarih ve 42 sayılı Kararı uyarınca cumhuriyetin meralarında yarı göçebe olarak beslenen koyun sayısının 1-4'ü geçmemesi gerektiği kaydedildi. hektar başına kafa. Aynı zamanda Cumhurbaşkanı'nın 22 Mayıs 2004 tarihli Kararnamesi ile "Azerbaycan Cumhuriyeti'nde yazlık ve kışlık mera ve otlakların etkin kullanımı ve çölleşmenin önlenmesine ilişkin" Devlet Programı kabul edildi. Bu belgeye uygun olarak, Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti Yüksek Meclisi Başkanının emriyle "Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nde yazlık ve kışlık meralar ile otlakların etkin kullanımı ve çölleşmenin önlenmesine ilişkin Devlet Programı"nın onaylanması. 27 Mayıs 2004 olağanüstü bir öneme sahiptir. Her ne kadar Yüksek Meclis Başkanı'nın emriyle programın uygulanmasında Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti Ekoloji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı öncü organ olarak onaylansa da, diğer bakanlıklar, komiteler ve bilimsel kurumlar da bu çalışmaya dahil oldu. Bu nedenle Azerbaycan MEA'nın Nahçıvan Bölümü Biyolojik Kaynaklar Enstitüsü'nde ve Nahçıvan Devlet Üniversitesi'nde bu yönde bilimsel araştırmalar yürütülmektedir. 2005 yılından bu yana bakanlık tarafından yürütülen seminer ve izleme çalışmalarına uzman olarak katılmış, yılın farklı aylarında Batabat, Göy-göl, Nurgut ve Demirli meralarındaki mera ve biçme alanlarında çiftçilerle toplantılar yapılmıştır.

Azerbaycan Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı'nın 28 Eylül 2006 tarihli Kararnamesi "Azerbaycan Cumhuriyeti'nde 2006-2010 yılları için ekolojik durumun iyileştirilmesine yönelik kapsamlı eylem planı", cumhuriyette çevre eğitiminin yanı sıra, Devlet Programında ortaya çıkan konuların bilimsel açıdan incelenmesi, mera ve çayırların doğru kullanılmasının sağlanmasının yanı sıra, aynı zamanda alanların mekanik ve doğal çöplerden temizlenmesinin önemi de halka gösterildi. Devlet Programından kaynaklanan ihtiyaçlar doğrultusunda söz konusu olumsuz durumların giderilmesinin yanı sıra, Cumhuriyet'te hayvancılık için bol miktarda yem rezervi oluşturmak amacıyla, doğal yem alanlarının bilimsel gerekçelerle detaylı olarak incelenmesi yoluyla kültür meralarının oluşturulması. , mevcut biçme ve meraların verimliliğinin artırılması, koruma, doğal gençleştirme, yapay meralar ve saman tarlaları için yeşil bir taşıma sisteminin oluşturulması, karmaşık tarımsal ve mühendislik-teknik çalışmalar günümüzde son derece alakalı ve acildir.

Araştırmanın materyali ve metodolojisi (MATERYAL VE YÖNTEM)

Uzun süren araştırmalarımız sonucunda Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti yaylalarının yem alanlarının botanik bileşimi, fitosenolojik yapısı, ekonomik uygunluğu ve modern durumu araştırılmıştır. Türün kendine özgü bir botanik bileşimi ve floristik yapısı vardır. Mevcut bitki türlerindeki zehirli bitkileri incelemek amacıyla 1 m² lik örnek parseller seçilerek üç seçenekte araştırma yürütülmüştür. Örnek alanlardan alınan bitkilerin botanik ve ekonomik grupları analiz edildi.

Malzemelerin işlenmesinde klasik ve modern - botanik, floristik, sistematik, areolojik, ekolojik ve istatistiksel yöntemler kullanılmıştır, seferler sırasında bitki kaynaklarının metodolojisi ve genel kabul görmüş saha koşullarında jeobotanik arama metodolojisi esas alınarak, zehirli bitki türlerinin biyolojik özellikleri açıklığa kavuşturulmuş, botanik tanımlamalar ve fenolojik gözlemler yapılmıştır. Fenolojik gözlemler E.M. Lavrenko ve diğerleri, İ. N. Beydeman ve I.P. Lapina'nın yöntemlerine dayanmaktadır. Çalışmayla ilgili diğer metodolojik talimatlardan da yararlanılmıştır. Araştırma sırasında bitkilerin ekolojik göstergeleri incelenmiş, bitkilerin yoğunluğu, bitki gruplarındaki rolleri incelenmiş ve genel olarak tüm botanik tanımlamalar en son yöntemler kullanılarak elde edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tablo 1, 2 den, flora ve bitki örtüsünün ana yaşam alanları olan yaz ve kış otlaklarının, saman tarlalarının, kırsal kesimlerin, büyük hayvan nüfusu nedeniyle yoğun bir şekilde sömürüldüğü, bu da genel olarak bitki örtüsünün hızlı bir şekilde bozulmasına, bazı türlerin yok olmasına, diğerlerinin sayısında azalmaya ve en önemlisi bitki örtüsünde kökten bir değişikliğe yol açtığı görülmektedir.

Tablo 1.

Nahçıvan ÖC'de hayvancılığın gelişiminin dinamikleri (2017-2023)

Yıllar	Toplam hayvan (baş)	Bir önceki yıla göre artış	Sığır dağılımı			
			Büyükbaş hayvanlar		Küçük boynuzlu hayvanlar	
			Hayvan sayısı	Bir önceki yıla göre artış	Hayvan sayısı	Bir önceki yıla göre artış
2017-ci il	648046		92624		555422	
2018-ci il	731884	83838	103637	11013	628247	72825
2019-cu il	741736	9852	104908	1271	636828	8581
2020-cu il	747712	5976	105775	867	641937	5109
2021-ci il	749857	2584	105869	395	643988	2189
2022-ci il	752441	12774	106264	1854	646177	10920
2023-cü il	765215	-	108118	-	657097	-

Doğal yem alanlarının iyileştirilmesi, işletme süresinin netleştirilmesi, verimliliklerinin artırılması ve verimli kullanımının bilimsel temellere dayandırılmasıyla bu sorun çözülebilir. Ayrıca mera ve otlakların bulunduğu alanların fiziksel ve coğrafi özelliklerine bağlı olarak bunların iyileştirilmesi için aşağıdaki önlemlerin alınması gerekmektedir.

Nahçıvan MR bölgelerinde biçme, yaz ve kışlık otlatma alanları (hektar olarak)

Tablo 2.

Bitki örtüsünün incelenmesi, araştırılması, verimli kullanılması ve biyolojik temellerinin, bölgenin doğal ekosistemlerindeki tür kompozisyonunun araştırılması temel sorunlardan biridir. Bahsedilen bitki genetik kaynakları, özerk cumhuriyetin ana doğal yem tabanı olarak kabul edilen kışlık ve yazlık meraların yanı sıra köyün çevresindeki çayır ve çayırlara da dağılmaktadır. Nüfusun artan

hayvancılık ürünleri talebini karşılamak için sığır sayısı her yıl artırılmaktadır. Hayvancılığın yoğun gelişimi için sağlam ve güvenilir bir yem tabanının olması gerekir.

Sıra №-si	Rayonlar	01.10.2012-ci ilə mövcuddur (baş)		Biçənlər	Dövlət və bələdiyyədə olan kəndtrafi bəvrişlər	Yay otağı			Qışotlağı		
		İri buyuzlu	Xırda buyuzlu			Cəmi	Norma üzrə tələb olunur	Faktiki 1 ha düşür	Cəmi	Norma üzrə tələb olunur	Faktiki 1 ha düşür
1	Sədərə k	2540	16690	-	1607	-	8	-	7837	4	2,1
2	Şərur	32609	116225	296	6241	1429	8	19,1	30911	4	3,8
3	Kəngərli	8581	89232	-	14844	1180	8	22,9	5550	4	16,1
4	Babək	14789	137895	-	6546	-	8	32,8	13177	4	10,5
5	Şahbuz	21657	115762	2495	16991	12926	8	20,4	-	4	-
6	Culfa	14039	92636	218	16728	5156	8	18,1	3465	4	26,7
7	Ordubad	8610	60262	308	11230	9049	8	12,4	2210	4	27,3
8	Nax. şəhər	3439	17475	19	250	-	8	-	5773	4	3,0
	Naxçıvan MR üzrə	106264	646177	3336	74437	29736	8	21,7	68923	4	9,4

Hayvan başına mera normunun 0,6 hektar olduğu hesablandı. Bu alana rezerv fonundan 0,06 ha veya %10-15 mera alanı eklenmesi kabul edildi. Bu nedenle tüm otlatma dönemi boyunca kişi başına 125 cent verimle toplam 0,66 ha alan tahsis edilmelidir. İstatistiki verilere göre bölgede 116.200 hektar (%21,67) doğal çayır ve mera bulunmaktadır. Söz konusu çayır ve meralar 176.061 baş büyükbaş ve küçükbaş hayvanı besleyebilmektedir. Yine istatistiki rakamlara bakacak olursak, 1 Ocak 2018 tarihi itibarıyla özerk cumhuriyette 658.000 büyükbaş hayvanın (94.000 büyükbaş, 564.000 küçükbaş) bulunduğu bilinmektedir. Otlatmaları için 434.280 ha alan gerekmektedir. Öte yandan meraların veriminin çok yüksek olmadığı, buradaki yeşil yemi yabancı hayvanların ve kuşların da kullandığı, bir kısmının düşmanın kontrolünde olduğu vb. söyleniyor. Buradaki yaylak meraların mevcut durumunu dikkate alırsak, durum netleşir.

Şu anda yazlık meraların alanı Şahbuz ilçesinde 12926 hektar, Culfa ilçesinde 5156 hektar ve Ordubad ilçesinde 9049 hektardır. Özerk Cumhuriyetin 3 ana bölgesinde 27131 ha yazlık mera bulunmaktadır. Bu alanda normlara göre yaklaşık 411107,57 baş büyükbaş hayvan otlatılabilmektedir. Günümüzde çayırların büyük bir kısmı meraya dönüştürüldüğü için doğal çayırların alanı önemli ölçüde azalmıştır. Yaygın olarak saman yapımında kullanılan bölgede sadece 3336 hektar biçilmiş alan kaldı.

Kışlık meralarda zehirli bitkilere yazlık meralara göre çok daha az rastlanır. Bunlar arasında en yaygın olanları Karel tıslaması, kese benzeri keçi kulağı, mareşal süt düvesi, şişmiş porug, uzerrick, yapraksız kilifish, dikenli deve kırıcı vb.'dir. Özerk cumhuriyetin yazlık meraları ve biçme alanları,

bitki örtüsü dağ bozkırları, çimenli bozkırlar, subalpin ve alpin çayırlardan oluşan orta yaylalar, üst yaylalar, subalpin ve alpin bölgelerde yer almaktadır.

Dağ bozkır bitki örtüsünün yem kütlelerinde, çok yıllık otlar arasında karık topal, mor topal, Küçük Kafkas saz, ince saz, ala tongalotus, alp saz, lifli tilki kuyruğu, çayır uzun kuyruk, gerçek dilganada, taş muz, taş delici bulunur. sahte selvi, çoban sazlığı, bozkır kuyruğu, kıyı tongalotu, hakiki dilganada vb. Bu tip bozkırlarda hayvanlar aşırı otlatıldığından köy, orman ve pınar civarında başlıca yem bitkileri ortadan kaybolmakta, yerini hayvanların yemediği tüylü, dikenli, eterli, zehirli ve zararlı otlar almaya başlamaktadır. Bunlar arasında sazlar (kancalı sazlar, sazlar, bükülmüş sazlar), ısırğan otu, siyah sedum, adi kaşır, betonikavari kedi nanesi, kochi kekiği, doğu kadife çiçeği, kadife çiçeği, Pallas'ın kuru çiçeği, Turnefor'un gundelia'sı ve benzeri türler bir orman oluşturur. Bu yabancı otlar kontrol altına alınmadığı için giderek alanlarını genişleterek mera verimini düşürmektedir.

Subalpin çayırlarının yem kütlelerinde beyazımsı, kıllı ve ot yoncası, şüpheli yonca, Kafkas esparaset'i, çoban asası, deniz salyangozu, üç boynuzlu ot otu, çim kesici, kıyı tongalotu, gerçek dilganadan (civanperçemi, etobur), mor bulunur. arpa, şişmiş tilki kuyruğu, ala tongalotus, kafkas ince bacak, kırıksıklı topal gibi türler hakimdir. Subalpin çayırlarda yabancı otların temizlenmesi yaklaşık 15 Temmuz'dan Ağustos ortasına kadar (tahıl mahsullerinin çiçeklenme evreleri sırasında) sürer. Çimler geç hasat edildiğinde bitkilerdeki besin maddeleri azaldığından yem kalitesi düşer.

Alp çayırlarının yem kütleleri ala tongalotus, Kafkas sazlığı, dağ sazlığı, süs sazlığı, taş muz, gerçek dilganadan ve ginseng benzeri bulagottan oluşur. Yoğun otlatılan alanlarda kök başlı yabancı otlar, saz ve saz vb. türler bir orman oluşturur. Alp halılarının yem açısından önemli alanlarında, yıldızlar, yoncalar, sibbaldialar, syrpanlar vb. gösterilebilir. Bunlar arasında yem açısından Kafkas sazını, ambigium yoncayı ve alpin turpgil bitki türlerini sayıyoruz. Alp çayırları küçük meralar oluşturduğundan yalnızca koyun çiftliklerinde büyük önem taşır. Bu meralarda küçük boynuzlu hayvanlar ağırlıklı olarak ağustos ayının ortalarında otlatılmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yazlık meralarda ve çimlerde kontrol edilmesi gereken başlıca zehirli ve zararlı yabancı otlar kancalı kurt, saz, bükülmüş saz, Turnefor gondelia, Seguerov'un süt otu, zehirli safran, adi saz, iriganad kuzinia, ısırğan otu, iris, kara dağ sazıdır vb. gösterilebilir.

Yüksek dağ kuşağında ve yüksek dağ köylerinin bulunduğu bölgelerde, karık topal, mor topal, Kafkas ince bacaklı, ala tongalotu, kıyı tongalotu, alpin ötleğen, süs ötleğen, lifli tilki kuyruğu, tüylü çiçekli tilki kuyruğu, şüpheli yonca vb. yem bitkilerinin tohumları kullanılmaktadır. Dağ ortası kuşağı ve orta dağ köyleri bölgelerinde, çoban kamçısı, karık topal, ot topal, ince ince hanımeli, bozkır uzun kuyruk, çayır uzun kuyruk, üç boynuzlu çim, çim biçme, çayır yonca, Kafkas saz, Atropaten saz, Atropaten bezelye, şeftali yapraklı bezelye, tarla bezelyesi vb. yem bitkileri tohumları kullanılmalıdır.

Kışlık meralarda veya ova köylerinde kuraklığı seven çok yıllık yem bitkileri kullanılmalıdır. Bunlar arasında sert yapraklı lamelli, sinay saz, Steven fasulyesi, Kanchel fasulyesi, mavi köpük, sivri saz, penye saz, saz saz, Atropaten saz, Hohenaker saz, çoban kantaron, mavi yonca vb. kullanmak gerekir. yıllık yem bitkilerinin tohumlarının yanı sıra. Tıbbi bitkilerin etkili bilimsel kullanımı önümüzdeki önemli sorunlardan biridir. Bazen düzenlenmesi gereken önemli bir konu olan birçok şifalı bitkinin toplu olarak toplanmasına tanık oluyoruz.

Yukarıdakilerin tümü dikkate alınarak meraların verimli kullanılması için aşağıdaki önlemlerin uygulanması önerilmektedir:

1. Hayvanlar tarafından yenmeyen, mera ve çayırların ana yem kütlelerinin azalmasına etki eden zehirli bitkiler, kırsal çayırlar çiçeklenmeye kadar çeşitli yöntemlerle (fiziksel, kimyasal, biyolojik, agroteknik vb.) temizlenmeli ve yok edilmelidir. Aynı zamanda zehirli bitkilerin yayıldığı alanlar uzmanlar tarafından uzaklaştırılmalı, kontrol edilmeli, alanlara koruyucu ve uyarı levhaları konulmalı;

2. Meralardaki zehirli ve zararlı bitkiler kesilmeli (doğranmış), kökleri sökülmeli, bu bitkiler uygun herbisitler ile yok edilmeli, çiçek açmalarına ve tohum vermelerine izin verilmemeli;
3. Verimi düşük ve zehirli bitkilerin yayılış gösterdiği alanlarda çim ıslahı ve çim dikim çalışmaları yapılarak zehirli bitkilerin olumsuz etkisi ortadan kaldırılmalıdır. Saman tarlalarının verimliliğini artırmak için, ayıklama zamanının doğru belirlenmesinin yanı sıra, besleyici yem bitkilerinin tohumlarının ekimini organize etmek gerekir;
4. Mera türlerinin özelliklerine göre farklı cins hayvan otlatmalarının düzenlenmesinin yanı sıra, yağmur sonrası erozyon sürecini önlemek amacıyla meraların sert dağ yamaçlarında otlatılmasına izin verilmemeli;
5. Meralarda çiftlik, mera ve köy kampları için kalıcı yer ayrılarak ve değiştirilmesine izin verilmeyerek çevrenin her türlü temizliği kontrol altına alınmalı;
6. Münavebeli otlatma sistemi kullanılarak mera ve çayırların (öncelikle yem bitkilerinden zarar gören alanlar) 1-2 yıl süreyle dinlendirilmesi planlanmalı;
7. Zehirli bitkilerin çoğu şifalı bitki olarak kullanıldığından, bunları kullanan firmaların bu bitkilerin toplanması sürecine dahil olmaları gerekmektedir.

Zehirli bitkilerle mücadele için diğer üstün özelliklerinin yanı sıra faydalı böceklerin de yok olmasına neden olan herbisitlerin uygulanması gerekmektedir [6], 5, s.-332-337; 7, s. 36-33; 9, s, 124-127]

EDEBİYAT

1. Aliyev B.H. Azərbaycan'ın yazlık ve kışlık meralarının yönetimi Bakü: "Ziya-Nurlan", 2007, 510 s.
2. Movsumova F.Q. Nahçıvan MR Beyük-Düz çevresinin çöl bitki örtüsü ve faydalı bitkileri. Azərbaycan Florası: Bitkilerin kullanımı ve korunması. Bakü: Elm, 1999, s. 247-251
3. 3. Nabiyeva F.Kh. Kurak alanların florası ve çölleşme (Kür-Araz ovası boyunca uzanan ovalar). Nahçıvan, Tusi, 2010, 242 s.
4. Guliyev A.M., Guliyev V.Ş. Azərbaycan'ın yaylak meraları ve bunları iyileştirme yolları. Bakü: Azernaşr, 1962, 165 s.
5. Safarova F.A., Talibov T.H. Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti meralarını iyileştirme yolları // Azərbaycan Milli Bilimler Akademisi Biyoloji Bilimler Bölümü, Mardakan Arboretumu. Uluslararası konferans, Bakü: Elm, 2010, s. 332-337
6. Talibov T.H., Safarova F.A. Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin zehirli bitkileri. Yayınevi "Adjemi". 2017, s. 232.
7. Safarova F.A. Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin yazlık meralarının zehirli bitkileri. Nahçıvan Devlet Üniversitesi'nin bilimsel çalışmaları. Nahçıvan: Gayret, 2011, Sayı 2, s. 33-36
8. Mera ve meralarda yabancı otların neden olduğu ekolojik sorunlar ve çözüm yolları. Azərbaycan Cumhuriyeti Milli Eğitim Bakanlığı Nahçıvan Üniversitesi'nin bilimsel çalışmaları. Sayı 3(18), Nahçıvan "NUH", 2020. s. 180-184
9. Сафарова Ф.А. Факторы, влияющие на динамику развития ядовитых растений Нахчыванской Автономной Республики. Международный технико - экономический журнал. Москва № 1, 2012, с.124-127

DAMAGES CAUSED BY DREPANOTHRIPS REUTERI IN VINEYARDS OF THE NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC AND CONTROL MEASURES

Jabbar Najafov

Nakhchivan State University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Reclamation and Environmental Engineering, Department of Agricultural Sciences, Nakhchivan, Azerbaijan

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0104-1261>

Mirmahmud SEYIDLI

Nakhchivan State University, Faculty of Natural Sciences and Agriculture, Department of Veterinary Medicine, Nakhchivan, Azerbaijan

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-6595-1245>

ABSTRACT

When vines are infected with various pests in viticulture, if they are not fought against, the productivity decreases, the quality of the product deteriorates, and the negative consequences caused by one disease or pest lead to the activation of other diseases. One of these pests is the thrips pest (*drepanothrips reuteri*), which is found in all wine-growing regions. The article deals with chemical and integrated control of bunch thrips in grape varieties grown in Nakhchivan Autonomous Republic, as well as their separate application methods.

In the article, the negative impact of this pest on 18 aboriginal grape varieties, the degree and timing of infestation, herbicide spraying intervals, and the evaluation of the degree of resistance of the varieties with points are given. As a result, grape varieties resistant to this pest were selected.

Keywords: disease, pests, thrips, viruses, berries, viticulture, cluster, berries

Introduction and Purpose: Some insects are vine pests, appearing very early in the vineyard, when the eyes are swollen. Their bites damage all green parts of the plant, deform them and slow down the growth and development of shoots, leaves and berries. Grape thrips, *Drepanothrips reuteri*, and orchard thrips (*Thrips tabaci*) are species found in vineyards, especially those that prey on table varieties. Many researchers believe that the most common diseases of grapes within the *vitis* genus are mildew, oidium, anthracnose, leaf mosaic, gray rot (fungal diseases) and phylloxera, grape cluster leaf spot, net mite, may beetle, thrips, etc. as pests. In cases where there is no fight against them, they cause serious damage to vineyards [1, p. 118-120; 2; 3, p. 255-267; 4, p. 788-790; 5, p. 72-79; 6, p. 19-23; 7; 8, p. 25-27; 9, p. 9-13].

Materials and Methods: In the course of the research, 18 aboriginal table and technical (for processing - vinegar, raisins, molasses, etc.) grape varieties were used (2020-2022). Researches were carried out in the field-collection garden of rare grape varieties planted by us in the Botanical Garden. The most observed diseases and pests of the grape plant under the conditions of Nakhchivan MR prof. It was studied according to "New phytopathological and immunological research methods in viticulture" by P.N. Naydenov (1985) and evaluated on a 5-point scale. Experimental work was carried out using advanced methods and their essence [10].

Results: Adults of grape thrips, *Drepanothrips reuteri*, are yellow-brown in color, while most juveniles are yellowish. Grape thrips are smaller than other thrips, reaching a maximum length of 0.7-0.8 mm. The biological cycle is as follows:

The presence of *Drepanothrips reuteri*- thrips is already visible in the vineyards starting from the budding stage, when the insect attacks and damages the vegetation of the vineyard during this mass defoliation period. Thrips feed on plant sap thanks to their sharp sucking mouthparts, and bites slow down the development and growth of thrips by deforming them. These insects find the most suitable place to lay eggs in the young green parts of grapes. Each female can lay up to 100 eggs. The young generation is mainly in the upper part of the gills. The fertilized female overwinters in the stumps (mainly at the base of one-year shoots), moves on young shoots in spring to feed her offspring, and lays eggs in the veins of shoots and in the epidermis of leaves (Picture 1-3).



Picture 1.



Picture 2.



Picture 3.

In the spring season, thrips gather in the crown and upper young leaves to lay eggs. The first generation of thrips completes the cycle in early June and, depending on climatic conditions, 4 generations of thrips may hatch during the growing season by September. As mentioned, this insect is very small in size, which means that it cannot actively fly long distances. However, wind can help spread thrips in the environment.

Damage to stems and leaves

Although older individuals of *Drepanothrips reuteri* do not fly long distances, they are very mobile and prefer to injure young birds. Thrips bites cause necrosis, tearing of leaves during active growth and elongation of tissues, curling of young leaves, retardation of growth, and deformation of gills, taking a "zigzag" shape (Picture 4-5).

Signs of superficial and long-lasting necrotic incisions caused by punctures with the pest's mouth or ovaries are visible at the base of the thrips-affected shoots (Picture 6).

Damage to the grape bunch

Damage to grape clusters by thrips can cause various damages, for example, brown necrosis at the site of the bite, as well as rust disease both on berries and on other organs of the cluster. Initially, the damage is more noticeable around the puncture point near the stalk, and after a while the spot spreads more along the clay (Picture 7).



Picture 4.



Picture 5.



Picture 6.



Picture 7.

Discussion and Conclusion: Monitoring is key to determining when to spray to control thrips. Typically monitoring was done by collecting leaf samples at a threshold of 2-4 thrips per leaf, depending on distribution. When the leaves are examined under light, thrips are

clearly visible to the naked eye, as they advance 4-5 cm on the underside of young leaves (away from direct light). Medications such as pyrethroids and neonicotinoids are used against sucking insects like thrips. If possible, their natural enemies, predatory mites (*Amblyseius cucumeris*), can be used in pest management. Our experiments have shown that the periodic use of Nakhchivan zeolite, rich in trace elements, creates a certain effectiveness against thrips when we apply reclamation measures on arable land.

Conclusion and suggestions

- Grape thrips infects most of the table varieties, but in an uncertain sequence and at an unstable level. White Kalampur and Nakhchivan Khatinis (2 points), White alder, Duzali, Khanimi, Nakhchivan Golden grape, Tula eye, Foxtail, Black Khalili, Black Kurdashi, Khatmi, Sahibi and Yellow alder varieties (1 point), least Bandi, Khazani, Nakhshabi, Shahangiri, Jalali, Dash black, Shahtakhti, Talibi and Zalkha varieties (1 point), White alder, White calampur, Nakhchivan Khatinisi, Khatmi, Yellow alder, Tula eye and Fox tail varieties (1-2 points), Duzali, Khazani, Shahangiri, Kara Khalili, Kara Kurdashi, Nakhchivan Golden grape, Nakhshabi, Sahibi, Jalali, Dash Kara, Talibi and Zalkha varieties are infected (1 point);
- For now, chemical drugs should be used against thrips, but monitoring and control should be carried out no less than once a week in order to prevent timely infection, pheromone traps can also be used here;
- The more careful and timely monitoring control is carried out, the less the number of drug sprayings, the less pollution of the environment and biodiversity, the more eco-friendly crops can be grown and the production costs are lower.

Literary sources

1. Akbarov A.I., Shikhli H.M., Majidli I.G., Salimov V.S. The study of dominance of mildew resistance // Azerbaijan agricultural science, 2006, No. 1-2, p. 118-120
2. Haji Shikhliniski. Grape diseases, pests and methods of combating them. Baku: Azernashr, 2004, 134 p.
3. Majidli I.A., Shikhli N.M., Mansurova M.D. and others. Study of resistance of grape varieties and forms against diseases and pests in the background of natural and artificial infection // Proceedings of ANAS Institute of Genetics and Breeding, 2000, VII c., p. 255-267
4. Gurbanov M.R., Najafov.C.S. Pest resistance of rare grape varieties of Nakhchivan Autonomous Republic / Proceedings of the Society of Zoologists of Azerbaijan, Volume I, Baku, Elm, 2008, p. 788-790
5. Varis Guliyev, Jabbar Najafov. Main fungal diseases of grape varieties of Nakhchivan MR, biology and control rules // News of Nakhchivan Department of ANAS, Nature and technical sciences series, Nakhchivan, "Tusi", 2021, No. 4, p. 72-79
6. Jabbar Najafov, Mirmahmud Seyidov. Pest of grape varieties in Nakhchivan Autonomous Republic - life cycle of grape cluster leafhopper (*lobesia botrana*), traditional and progressive control measures // Scientific works of Nakhchivan State University, ISSN 2223-5124, Nature and medical sciences series, Nakhchivan, 2023, No. 3(124), p. 19-23
7. Viral diseases of berry crops and grapes (translated from English) / Pod. ed. Emelyanovoy N.A. и Tushechkina I.B. Moscow: Kolos, 1975, 384 c.
8. Radzhabov G.R., Aliyeva B.A. Integrated protection of plantations of the intensive type from pests and diseases // Vinograd and wine of Russia, 1996, special edition, p. 25-27
9. Filippenko I.M., Shtin L.T., Filippenko L.I. Perspectives of grape selection for complex resistance to fungal diseases // Vinograd and Wine of Russia, 1996, No. 2, p. 9-13
10. <http://aqro.gov.az>

NUTRITIONALLY IMPORTANT SPECIES OF ROSACEAE JUSS FAMILY IN MOUNTAIN-XEROPHYTE AND STEPPE VEGETATION OF THE NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC FLORA

Dashgin GANBAROV

Professor, doctor of sciences in biology
Nakhchivan State University, Faculty of natural science and agriculture, Department of
Biology, Nakhchivan, Azerbaijan
Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-9819-5554>

Safura BABAYEVA

Nakhchivan State University, Faculty of natural science and agriculture, Department of
Biology, Nakhchivan, Azerbaijan
Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0004-4800-7276>

ABSTRACT

In the presented conference material, information is provided about the nutritional value of the woody species of the Rosaceae Juss family spreading in the mountain-xerophyte and steppe vegetation of the Nakhchivan Autonomous Republic flora. During the comparative analysis of literature sources and collected factual materials, it was determined that in the mountain-xerophytic and steppe flora of the Autonomous Republic, woody species of the Rosaceae Juss family is characterized by 79 species belonging to 12 genera. On the basis of the conducted research, it was determined that 40 species of woody plants of the Rosaceae Juss family spread in the mountain-xerophytic and steppe areas of Nakhchivan MR are medicinal, 52 are food and fodder, 31 are phytoremedial, 47 are decorative and greening, 70 are pollen-providing, 50 - it is used as a useful plant that gives nectar.

That is why our researches allow to determine the important features of the Nakhchivan AR flora, which are characteristic of the woody species of the Rosaceae Juss family of the mountain-xerophyte and steppe zone. According to the literature, the composition of food and fodder species are rich in sugar, pectin, dyes, vitamins B1, B2, B9, potassium, vitamin E, ascorbic acid, lemon salt, phytoncides, carotene (provitamin A), organic compounds of iron and phosphorus. trace elements such as manganese, copper, potassium etc. From this point of view, in the structure of the mountain-xerophyte and steppe complex, woody food species of the Rosaceae family occupy an important place.

Based on the actual materials collected during the research conducted in Nakhchivan AR at different times, detailed information about the prospects of the use of woody species of the Rosaceae Juss family in the mountain-xerophyte and steppe vegetation of the region is reflected in table 1. At the same time, extensive information is provided about the taxonomic spectrum of the available nutritional species and the areas where they are used.

Key words: food, fodder, steppe, mountain-xerophyte, species

INTRODUCTION

Nakhchivan Autonomous Republic is a typical mountainous region with fascinating nature, rich flora and vegetation. The geographical position, relief features, soil and climatic factors have led to the formation of vegetation, which is considered one of the main natural resources of this region. According to the literature information, the Nakhchivan AR flora has a special place for food-important species. Numerous plants found in the wild flora have been studied by people at different times and planted and cultivated as food species. Food plants are not only a product of nature, but also an object of human labor. These species occupy a key place in both phytocenoses and agrophytocenoses, and are used by humans for purposes determined to one degree or another due to their diversity of formation, distribution and systematic status. In the mountain-xerophyte and steppe vegetation of the flora of the Nakhchivan Autonomous Republic, looking at the important woody species of the Rosaceae family (Rosaceae Juss.), it can be seen that the nutritionally important species of the family are more widespread. Thus, there is a need to study more comprehensively, taking into account the relevance of spreading laws of woody food-important species of this family.

MATERIAL AND METHODOLOGY OF THE RESEARCH

During the research, generally accepted floristic, geobotanical, bioecological, etc. methods, phenological observations were used. As the main research material, literature sources and actual data obtained during field research were referred to, and as the research material, edible woody species belonging to the Rosaceae family were selected (Babayeva, 2021; Babayeva 2022; Mammadov, 2018; Babayeva, 2021; Ganbarov & Babayeva, 2022; Ganbarov & Babayeva, 2023). The specification of the names of the researched nutritionally important species is given based on the works of Askerov 2016, "Azerbaijan flora" 1954, Ibrahimov, Piriyeu & Ganbarov 2011 "Trees and shrubs of the Rosaceae family in the territory of the Nakhchivan Autonomous Republic".

DISCUSSION AND CONCLUSIONS OF THE STUDY

One of the economically important floral families of the Nakhchivan AR is Rosaceae family. As a result of the conducted research, it was found that the food-important woody species of the Rosaceae family is represented by 52 species belonging to 9 genera, and the comparative analysis of the species belonging to these genera is reflected in the following table (Babayeva, 2020), (Table 1.).

Table 1.

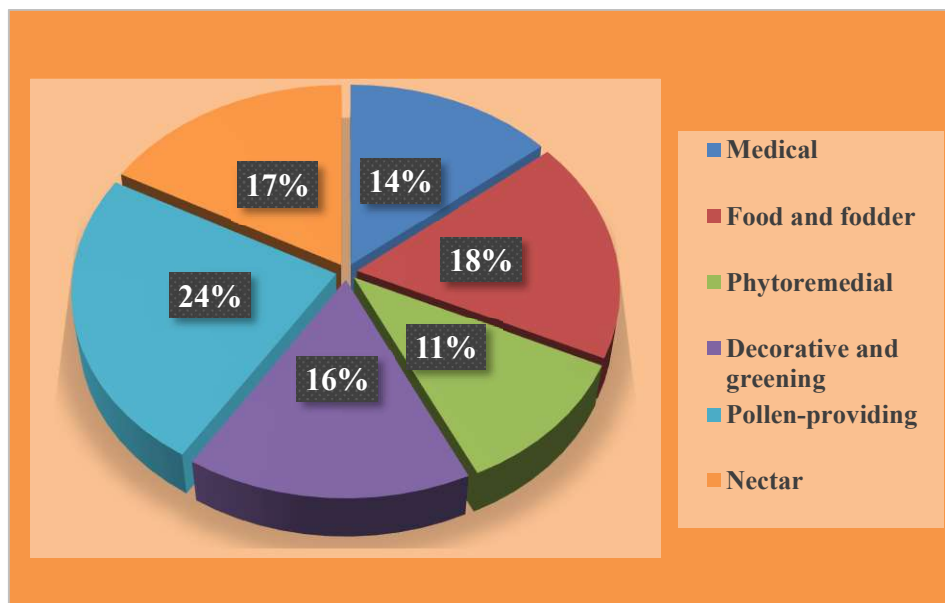
Classification of the important species of the Rosaceae family

S/N	Genera	Species	Medicinal	Food and fodder	Phytoremedial	Decorative and greening	Pollen-providing and nectar
1	Amelanchier Medik	A. ovalis	+	+		+	+
2	Cotoneaster Medik	C. suavis	+				+
3		C. integerrimus		+		+	+
4		C. multiflorus				+	+

5		<i>C. melanocarpus</i>				+	+
6		<i>C. saxatilis</i>				+	+
7	Crataegus L.	<i>C. armena</i>		+	+		+
8		<i>C. caucasica</i>		+	+		+
9		<i>C. cinovskissi</i>		+	+		+
10		<i>C. eriantha</i>	+	+			+
11		<i>C. meyeri</i>	+	+	+		+
12		<i>C. monogyna</i>	+	+		+	+
13		<i>C. orientalis</i>	+	+	+	+	+
14		<i>C. pallasii</i>	+	+			+
15		<i>C. pojarkoviae</i>	+	+		+	+
16		<i>C. pontica</i>	+	+		+	+
17		<i>C. pseudoheterophylla</i>	+	+			+
18		<i>C. szovitsii</i>	+	+			+
19		<i>C. zangezura</i>	+	+			+
20	Louiseania Carr.	<i>L. ulmifolia</i>				+	+
21	Malus Mill.	<i>M. orientalis</i>	+	+			+
22	Prunus L.	<i>P. araxina</i>		+	+	+	+
23		<i>P. communis L.</i>	+	+			+
-		- <i>A. c. forma amicta</i>	+	+			+
-		- <i>A. c. forma amara</i>	+	+			+
24		<i>P. divaricata</i>	+	+	+		+
25		<i>P. fenzliana</i>		+	+		+
26		<i>P. incana</i>		+	+	+	+
27		<i>P. mahaleb</i>	+		+	+	+
28		<i>P. microcarpa</i>		+		+	+
29		<i>P. nairica</i>		+	+		+
30	Pyracantha M. Roem.	<i>P. coccinea</i>		+		+	+
31	Pyrus L.	<i>P. acutiserrata</i>	+	+			+
32		<i>P. medvedevii</i>		+			+
33		<i>P. oxyprion</i>	+				+
34		<i>P. raddeana</i>	+	+	+		+
35		<i>P. salicifolia</i>		+	+		+
36		<i>P. syriaca</i>	+	+			+
37		<i>P. voronovii</i>		+	+		+
38		<i>P. georgica</i>		+	+		+
39		<i>P. megrica</i>		+	+		+
40	Rosa L.	<i>R. brotherorum</i>	+	+	+	+	+
41		<i>R. boissieri</i>				+	+
42		<i>R. buschiana</i>			+	+	+
43		<i>R. canina</i>	+	+		+	+
44		<i>R. chomutoviensis</i>				+	+
45		<i>R. corymbifera</i>	+	+		+	+
46		<i>R. floribunda</i>				+	+
47		<i>R. foetida</i>				+	+
48		<i>R. haemisphaerica</i>				+	+
49		<i>R. hraciana</i>			+	+	+
50	<i>R. iberica</i>		+		+	+	

51		<i>R. karjagini</i>		+	+	+	+
52		<i>R. kazarjanii</i>			+		+
53		<i>R. marschalliana</i>	+			+	+
54		<i>R. multiflora</i>				+	+
55		<i>R. nisami</i>	+	+		+	+
56		<i>R. orientalis</i>			+	+	+
57		<i>R. sachokiana</i>		+	+	+	+
58		<i>R. sosnovskyana</i>	+		+	+	+
59		<i>R. subafzeliana</i>				+	+
60		<i>R. rapinii</i>	+	+		+	+
61		<i>R. spinosissima</i>	+	+		+	+
62		<i>R. pulverulenta</i>	+		+		+
63		<i>R. teberdensis</i>	+				+
64		<i>R. tomentosa</i>	+	+		+	+
65		<i>R. tschatyrdagi</i>				+	+
66		<i>R. tuschetica</i>			+	+	+
67		<i>R. villosa</i>	+	+			+
68		<i>R. zangezura</i>	+			+	+
69	Rubus L.	<i>R. anatolicus</i>	+	+		+	+
70		<i>R. caesius</i>	+	+			+
71		<i>R. ibericus</i>	+	+	+		+
72	Spiraea L.	<i>S. crenata</i>				+	+
73		<i>S. hypericifolia</i>	+	+		+	+
74	Sorbus L.	<i>S. graeca</i>			+		+
75		<i>S. persica</i>			+		+
76		<i>S. luristanica</i>				+	+
77		<i>S. roopiana</i>		+			+
78		<i>S. takhtajanii</i>	+	+	+		+
79		<i>S. turcica</i>		+			+

Woody species of the Rosaceae family are mainly planted and cultivated as food and fodder plants. The role of these plants in human life is irreplaceable. Thus, fodder plants grazed by cattle and eaten by birds have a special role in the life of animals. In addition to being food and feed plants, the plants mentioned in the given table are also of special importance as decorative, medical, pollinating and nectar-giving plants, widely used in phytomelioration measures.



Picture 1. Prospects for the use of woody species belonging to the Rosaceae family plants

The food-important woody species of the Rosaceae family, spreading in the mountain-xerophytic and steppe vegetation of the flora of the Nakhchivan Autonomous Republic, make up 18% of the total species (Ganbarov & Babayeva, 2020). Below there is information on the more commonly used types.

Prunus divaricata – The fruits of the cherry plum tree have been known as a valuable food product since ancient times. The body's thirst is eliminated by using its ripe fruits. It is also widely used in the production of jam, povilla and canning. The fruit contains vitamin C, sugar, lemon salt, and pectin substances. Cherry is known as a fruit especially rich in potassium and magnesium minerals. Cherry lavash is also prepared from cherries and eaten with food.



Picture 2. Prunus divaricata – Cherry plum

Pyrus raddeana-Radde pear is one of the most useful food fruits. Pear fruits are rich in sugar, pectin substances, antioxidants, organic acids, vitamin A, B, C and K, carotene substances. Also, pear fruits contain calcium, magnesium, and folic acid. Pear, which is a rich

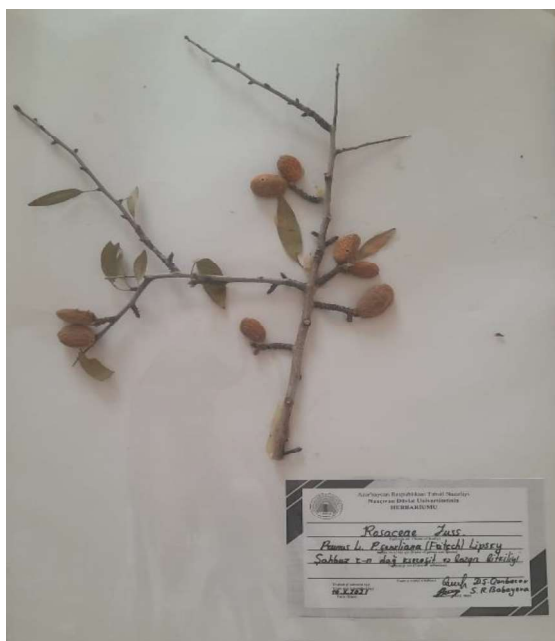
source of fiber, helps to lose weight by keeping you full for a long time, and prevents cancer with its anti-carcinogenic properties. Pears are also rich in potassium, which has a great effect on heart health.



Picture 3. *Pyrus raddeana*– Radde pear

Malus orientalis – Oriental apple is a fruit that has been considered a source of vitamins since ancient times. Apple is also very valuable as a food plant. It is characterized by the high content of biologically active substances. Apple fruits contain organic acids, ascorbic acid, iron, copper, calcium, phosphorus, manganese, B complex vitamins, vaccines, essential oils, etc. is very rich with Also, apple fruits have bactericidal and anti-inflammatory properties.

Prunus fenzliana– Almond is one of the food plants with great benefits for human health. Almonds contain 54% fat, 16.9% starch, and are very rich in vitamins. Its composition is rich in vitamins A, B, C, E, magnesium, iron, calcium, phosphorus, carbohydrates, and potassium. Since the fats in its content keep people full, it also helps to shed excess weight from the body when you eat. As almonds are strong antioxidants, they increase the body's immunity and regulate growth and development. People who eat at least 4-5 almonds in their weekly diet are less likely to have heart problems.



Picture 4. *Prunus fenziiana*- Fenzil almond

Thus, economically important species have always had a special position in people's lives. In this sense, the study of the food-important woody species of the Rosaceae family, spreading in the mountain-xerophyte and steppe vegetation of the Nakhchivan Autonomous Republic flora, has become one of the most important issues today.

CONCLUSIONS

As a result of the conducted research, it was found that the food-important woody species of the Rosaceae family are represented by 52 species belonging to 9 genera, and other areas where these species are used have also been determined.

REFERENCES

- Askerov A.M. Azerbaijan Flora (Higher plants - Embryophyta) / A.M. Asgarov. - Baku: TEAS Press Publishing House, - 2016. p. 216-240
 - Babayeva S.R., "Nectarous and pollinating woody species of the Rosaceae family spreading in the Nakhchivan Autonomous Republic flora". Nakhchivan State University. "Scientific Works" Natural and Medical sciences series. 2021, No3 (112), p. 45-48
 - Babayeva S.R., "The importance of blackberry (*Rubus* L.) species in the Nakhchivan Autonomous Republic flora". Materials of the VII Republican Conference of Scientific Resources, Baku-2022, p. 97-99
 - Babayeva S.R., "Perspectives of use of the *Rosa* L. species spreading in the flora of the Nakhchivan Autonomous Republic". Концепции, теория и методика фундаментальных и прикладных научных исследований, 2021, s. 5-8
 - Babayeva S.R., Floristic analysis of the woody species of the Rosaceae family spreading in the Nakhchivan Autonomous Republic flora // Scientific news, Ganja-2022, No. 1/38, -p. 177-187
- Babayeva, S.R. Taxonomic composition of woody species of Rosaceae family of Nakhchivan Autonomous Republic // Nakhchivan State University, Scientific Works Series of Natural and Medical Sciences, -2020. No. 3 (104), p. 56-60.
- Flora of Azerbaijan. 1950-1961: [in 8 volumes]. – Baku: Publishing House of the Azerbaijan Academy of Sciences. SSR, - vol. 5. - 1954. p. 28-196

- Ganbarov D.Sh., Babayeva S.R., “Biomorphological characteristics and importance of *Prunus Communis* distributed in flora of Nakhchivan Autonomous Republic”. Materials of International Scientific-Practical Conference “MODERN APPROACHES IN THE STUDY OF THE PLANT KINGDOM” dedicated to the Year of Heydar Aliyev, Baku-2023, s. 146-147
- Ganbarov D.Sh., Babayeva S.R., “Ecobiological features of the *Crataegus L.* species spreading in the mountainous-xerophit and flora of the Nakhchivan Autonomous Republic”. *Естественные и технические науки*, № 10, 2022 г, s. 51-55
- Ganbarov D.Sh., Babayeva S.R., “Taxonmic composition and vital forms of woody species of Rosaceae family in the Nakhchivan Autonomous Republic flora” *International Journal of Botany Studies*. Impact Factor: RJIF 5.12., s. 267-268
- Ibrahimov A.S., Piriyeu M.Z., Ganbarov D.S., *Trees and shrubs of the Rosaceae family of the Nakhchivan Autonomous Republic (Methodical materials)* / – Nakhchivan State University: - 2011, p. 19-91
- Mammadov T.S., Abbasova Z.H., Bagirova S.B., Hasanova M.Y. "Species of the genus Dog-Rose in Azerbaijan under natural and cultural conditions. Baku: Science -2018, - p. 8-109

SAĞLIK HEDEFLİ BUĞDAY ISLAHI

WHEAT BREEDING FOR HEALTH BENEFIT

Doç. Dr. Asuman KAPLAN EVLİCE

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi,
Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas-Türkiye
ORCID: 0000-0002-0344-6767

Doç. Dr. Rukiye KARA

Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü,
Tarla Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş-Türkiye
ORCID: 0000-0003-1493-8473

Prof. Dr. Aydın AKKAYA

Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi,
Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş-Türkiye
ORCID: 0000-0001-9560-1922

ÖZET

Dünya genelinde günlük kalori ihtiyacının yarısı tahıllardan karşılanmakta olup, bitki ıslahçılarının büyük bir çoğunluğu ağırlıklı olarak tahıllar üzerinde çalışmaktadır. Geçmişte ıslahçılar, daha çok verimi artırmaya yönelik çalışmalara yoğunlaşmıştır. Sağlıklı beslenme yönünden tahıl tanesi bileşiklerinin önemi ve bu yöndeki ürünlere karşı tüketici talepleri giderek artmakta, tahıl ıslahçılarını bu konular üzerinde çalışmalar yapmaya teşvik etmektedir. Tahıl tanelerindeki biyokimyasal bileşiklerin insan sağlığı üzerindeki diyetetik, profilaktik ve iyileştirici etkilerini destekleyen bilimsel veriler söz konusudur. Tahıl taneleri protein, karbonhidrat, yağlar, vitaminler, mikro besin elementleri ve antioksidanlar yönünden zengindir. Son yıllardaki ıslah çalışmalarında, üstün biyokimyasal ve agronomik karakterlerin tek bir çeşitte toplanmasını hedef alan yeni bir trend başlamıştır. Yüksek protein içeriği yanında yağ, yağ asitleri, B, A, E ve F grubu vitaminler, demir, kalsiyum, fosfor, manganez, bakır, molibden ve diğer iz elementler, polisakkaridler, fenolik bileşikler, karotenoidler, tokoferoller, avenanthramidler yönünden zengin tahıl tanelerine sahip çeşitler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Yeni ıslah teknikleri sayesinde, sağlık yönünden yararlı olan tane bileşenleri ile biyotik streslere dayanıklılık ve yüksek verimin kombine edilebileceği düşünülmektedir. Yararlı tane bileşenlerince zengin olan çeşitlerin hızlı bir şekilde ıslah edilmesinde, markör destekli seleksiyon teknikleri yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Bu amaca yönelik genetik düzenleme çalışmaları da söz konusudur. Son yıllarda markör esaslı seleksiyon yöntemiyle mantari hastalıklara dayanıklı ve yüksek antosiyanin içeriğine sahip buğday çeşitleri geliştirilmiştir. Makarnalık buğdayların karotenoid içeriğini artırmaya yönelik, markör esaslı seleksiyon programları söz konusudur. Bu tebliğde, insan sağlığına yararlı tane özelliklerini esas alan buğday ıslahı konusunda bilgi verilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Buğday, ıslah, sağlık bileşenleri.

ABSTRACT

The half of daily calorie requirement is provided by cereals worldwide and the vast majority of plant breeders work mainly on cereals. In past, breeders have generally focused on the efforts targeting the yield increases. The importance of beneficial compounds in cereal grains for healthy nutrition and consumers demands for these kind of products progressively increase and encourage cereal breeders to carry out studies on these subjects. There are scientific data confirming dietetic, prophylactic and curative effects of biochemical compounds in cereal grains on human health. Cereal grains are rich in protein, carbohydrate, fats, vitamins, micronutrients and antioxidants. In recent years, a new trend targeting to combine high biochemical and agronomic traits in a single genotype has begun in breeding studies. It has been trying to develop new varieties with high protein content as well as rich in fat, fatty acids, vitamins of B, A, E and F groups, iron, calcium, phosphorus, manganese, copper, molybdenum, other trace elements, polysaccharides, phenolic compounds, carotenoids, tocopherols, avenanthramides. It has been considered that the combining of the beneficial compounds of grain for human health with resistance to biotic stress and high yielding could be possible thanks to new breeding techniques. Marker-assisted selection techniques are frequently used to accelerate the development of rich cultivars in useful grain components. There are also studies on genetic editing technologies for this purpose. In recent years, the varieties with high anthocyanin content and resistance to fungal diseases have been developed by marker-based selection method. There are marker-based selection programs aiming to increase carotenoid contents of durum wheats. In this paper, it has been tried to give information about wheat breeding based on grain properties beneficial to human health.

Keywords: Wheat, breeding, health components.

GİRİŞ

Buğday, geniş adaptasyon yeteneğine sahip olması, kolay yetiştirilmesi, depolanma ve nakliyesinin ekonomik olması, yüksek besleyicilik değeri ve toplumların beslenme alışkanlıkları nedeniyle hem ülkemizde hem de birçok ülkede önemli bir yere sahiptir (Okur, 2017). Buğdayın anavatanı, Türkiye, İran, Irak, Suriye, Lübnan, Filistin ve İsrail'in bazı kısımlarını kapsayan ve 'Bereketli Hilal' diye adlandırılan bölgedir (Özberk ve ark., 2016). Yapılan arkeo-botanik çalışmalar, buğday tarımının ilk kez Türkiye'nin güneyinde yer alan Şanlıurfa Göbekli Tepe'de MÖ 10.000-8.000 yıllarında yapıldığını göstermektedir (Dietrich ve ark., 2012).

Buğday insan beslenmesinde büyük bir öneme sahip olup, dünya geneline yaklaşık 770 milyon ton civarında yıllık üretime ve 735 milyon ton civarında tüketime sahiptir (Dhua ve ark., 2021). Ülkemizde 2021-2022 üretim sezonunda yaklaşık 16.0 milyon ton ekmeklik, 3.8 milyon ton makarnalık buğday üretilmiştir (TÜİK, 2023). Verimli ve kaliteli buğday yetiştirmeye elverişli bir ekolojiye sahip olan ülkemizde, 449 adet ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.), 108 adet makarnalık buğday (*T. durum* Desf.), 3 adet kaplıca buğdayı (*T. monococcum* L.), 2 adet kavılca buğdayı (*T. dicoccum* L.) ve 2 adet kavuzlu buğday (*T. spelta* L.) olmak üzere toplamda 564 adet tescilli buğday çeşidi bulunmaktadır (TTSM, 2023).

Buğdaylar farklı kıstaslara göre çeşitli şekillerde sınıflandırılır. Örneğin yetiştirme karakterlerine göre yazlık ve kışlık buğdaylar, tane sertliğine göre yumuşak ve sert buğdaylar,

gluten kalitelerine göre kuvvetli ve zayıf glutenli buğdaylar, tane rengine göre kırmızı, beyaz, sarı, mavi, mor ve siyah renkli buğdaylar şeklinde sınıflandırılır (Dhua ve ark., 2021).

Önemli bir enerji (karbonhidrat) kaynağı olan buğday, aynı zamanda sağlıklı bir beslenmeye katkıda bulunabilecek proteinler, lifler, lipitler, vitaminler, mineraller ve fitokimyasallar gibi küçük bileşenler de dâhil olmak üzere önemli besin maddelerini içerir (Shewry ve Hay, 2015). Bu nedenle geçmişten günümüze değişik ıslah yöntemleri ile üzerinde en çok çalışılan bitkilerden biri buğday olmuştur.

Islah yöntemleri, bitkinin biyolojik özelliklerine, ıslahın yapıldığı ülkedeki genetik araştırma standartlarına, geleneklere, ekonomik hedeflere ve tarım teknolojilerinin düzeyine bağlıdır. Geçtiğimiz yıllarda, yüksek verimli çeşitler geliştirmek ıslahın genel amacı olmuştur. Bazı ülkelerde verimin yanı sıra hastalıklara ve çeşitli abiyotik stres koşullarına karşı bitki direncinin artırılmasına özel önem verilmiştir. Yürütülen ıslah çalışmalarında bu iki hedefe yoğunlaşılması, tanenin biyokimyasal bileşimi yönünden genetik çeşitlilikte belirli bir daralmaya yol açmıştır (Loskutov ve Khlestkina, 2021). Fakat son yıllarda buğday ıslahında, yüksek agronomik ve biyokimyasal özelliklerin bir bitkide toplanması hedeflenmektedir (Gordeeva ve ark., 2020; Morgounov ve ark., 2020). Bunun için de ıslahçılar, klasik ıslah yöntemlerini biyoteknolojik yöntemlerle birleştirerek, ıslah programlarında hızlı bir şekilde çeşit geliştirmeye çalışmaktadır. Bu çalışma, sağlığa yararlı bileşenler açısından buğday ıslahındaki mevcut eğilimleri ve başarıları değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

1.1. MİKRO ELEMENTLER

İnsanlar metabolik ihtiyaçlarını karşılamak için 22'den fazla mineral elemente ihtiyaç duyarlar. Bunlardan Na, Ca, K ve Mg gibi elementlere büyük miktarlarda ihtiyaç duyulurken, Zn, Fe, Cu, Mn, I ve Se gibi elementlere eser miktarlarda ihtiyaç duyulur (Welch ve Graham, 2004). Beslenmede yer alan tahıllar ve tahıl ürünleri, günlük ortalama Fe alımının %40'ından fazlasını, K'un %10'unu, Mg'in %27'sini, Ca'un %30'unu, Zn'nun %25'ini ve Cu'nun ise %33'ünü sağlar (Swan, 2004). Mikro besin eksiklikleri arasında en başta gelen Fe ve Zn eksiklikleri, insan sağlığını etkilemesi açısından önemlidir (Özkan ve ark., 2007). Gelişmekte olan ülkelerde önerilen günlük Zn, Fe ve Ca alımları genellikle karşılanamamaktadır (Brown ve ark., 2001; Gibson, 2006). Buğday Zn, Fe ve diğer biyoaktif bileşikler bakımından oldukça önemli bir besin kaynağıdır (Govindan ve ark., 2022).

Sürdürülebilir bir çözüm olarak, tahılların insanların diyetlerinde yetersiz olan temel minerallerle zenginleştirilmesi / biyofortifikasyon önerilmektedir (Bouis ve Welch 2010; Ficco ve ark., 2009). Biyofortifikasyon, tahıllarda mineral miktarını artırmaya yönelik agronomik ve genetik yöntemlere dayanır (Hawkesford ve Zhao 2007; Hussain ve ark., 2010). Islah çalışmalarında genetik varyasyonun olması oldukça önemlidir. Örneğin, 54 siyez buğdayının (*Triticum monococcum* L.) Zn (0.21 - 2.16 μg tohum⁻¹) ve Fe (3.09- 3.09 μg tohum⁻¹) içeriklerinde görülen varyasyonlar buğday ıslahında biyofortifikasyon için kullanılabilir (Özkan ve ark., 2007). Yabani gernik buğdayı (*T. dicoccoides*), modern buğdaylarda Fe ve Zn içeriğini artırmak için önemli bir genetik kaynaktır (Cakmak ve ark., 2004).

Günümüzde geleneksel ıslah yöntemleri kullanılarak çinko içeriği yüksek buğday genotipleri geliştirilmiştir. Güney Asya ve Latin Amerika'da geleneksel çeşitlere kıyasla çinko içeriği %20-40 daha fazla olan yeni buğday çeşitleri tescil ettirilmiştir. Agronomik ve genetik sinerjinin sağlanmasıyla çinko içeriği yanında selenyum ve iyot gibi diğer minerallerin miktarı da artırılabilir. Ayrıca, modern ve hızlı ıslah yöntemlerinin kullanılmasıyla yüksek

verim ve çinko içeriğine sahip yeni çeşitlerin ıslah süresinin kısaltılması mümkündür. Çinko ve demir içerikleri kantitatif kalıtım göstermektedir (Govindan ve ark., 2022).

Gıda güvenliği bakımından alüminyum içeriği düşük makarnalık buğday çeşitlerinin geliştirilmesi büyük önem taşımakta olup, ıslahçılar alüminyum alımına dirençli yeni çeşitler geliştirmeye çalışmaktadır. Türkiye'de modern ve eski yerel çeşitlerden oluşan makarnalık buğday (T. durum Desf.) genotiplerinin bulunduğu bir koleksiyonda genotiplerin alüminyum seviyeleri değerlendirilmiştir. Çalışmada, 2A ve 3A kromozomları üzerinde bulunan ve %14 ve %71'lik bir fenotipik varyasyonu açıklayan iki markör-özellik ilişkisi tanımlanmıştır. Genom çapında ilişkilendirme çalışmaları (GWAS) ve markör destekli seleksiyon (MAS) yardımıyla, alüminyum seviyeleri azaltılmış yeni makarnalık buğday çeşitlerinin geliştirilmesinin hızlandırılabileceği ileri sürülmüştür (Alsaleh, 2023).

Fitik asit, buğday ve diğer tahıllarda birincil fosfor (P) kaynağıdır, ancak insanlar da dahil olmak üzere tek mideli hayvanlar, fitaz enzimlerinden yoksun oldukları için onu verimli bir şekilde kullanamazlar (Sun ve ark., 2022). Ayrıca fitik asit, Fe, Cu, Zn, Mg gibi +2 değerlikli esansiyel minerallerle kompleks oluşturarak onların vücut tarafından kullanımını engelleyerek yetersiz beslenmeye neden olur (Aggarwal ve ark., 2018). İnositol pentakisfosfat 2-kinaz 1 (IPK1), bir fitik asit biyosentez genidir (Pandey ve ark., 2021). Bu genin CRISPR/Cas9 ile bozulması, fitik asidi azaltır ve buğday tanelerinde demir ve çinko birikimini artırır (Ibrahim ve ark., 2022).

Öğütme işlemi sırasında tanenin dış katmanlarının ve embriyonun ayrılması, buğdayın mineral madde içeriğini etkiler. Makarnalık buğdayın irmik haline dönüştürülmesi sırasında %40-80 oranında Fe, Zn, Cu ve Mg kaybı meydana gelmektedir (Cubadda ve ark., 2009; Lyons ve ark., 2005). De Vita ve ark. (2017) ise, öğütme sırasında Se konsantrasyonunun %11 azaldığını bildirmiştir. Bu nedenle buğdayda bulunan mineral maddelerden yararlanabilmek için tam buğday veya buğdaya yakın hammaddeden yapılmış son ürünler tüketilmesi önerilmektedir.

1.2. FİTOKİMYASALLAR

Fenolikler

Fenolikler buğday tanesinde en bol bulunan fitokimyasallardır (Shewry ve ark., 2020). Fenolik bileşikler, antioksidatif, anti-enflamatuar ve antiproliferatif (kanser ve kalp hastalıklarına karşı önleyici aktivite) gibi etkilere sahiptir (Polonskiy ve ark., 2020). Fenolikler buğday tanesindeki en belirleyici antioksidan bileşikler olup (Migliorini ve ark., 2016), fenolik asitler, flavonoidler ve alkilresorsinollerden oluşur ve bağlı, çözünmeyen ve serbest çözünen formlarda bulunabilirler (Dinelli ve ark., 2009; Migliorini ve ark., 2016).

Buğdayda bulunan en yaygın fenolik asitler arasında 4-hidroksibenzoik asit, kafeik asit, vanilik asit, sirinjik asit, para-kumarik asit, trans-ferulik asit, sinapik asit ve cis-ferulik asit yer alır. Trans-ferulik asit, buğdaydaki baskın fenolik asittir ve toplam fenolik asitlerin % 90'ından fazlasını oluşturur (Adom ve ark., 2003). Ferulik asit, eski ve modern buğday genotiplerinin ayırt edici bir özelliği olup, yerel buğday çeşitleri modern buğday çeşitlerinden daha düşük ferulik asit içeriğine sahiptir (Piergiorganni, 2013).

Fenolik bileşiklerden biri olan alkilresorsinoller, çoğunlukla buğday tanesinin dış katmanlarında yüksek seviyelerde bulunur (Landberg ve ark., 2008). Ziegler ve ark. (2016) tarafından dört lokasyonda yetiştirilen 5 buğday türüne ait 15'er genotipin tam tahıl unu kullanılarak yapılan bir çalışmada; alkilresorsinol içeriğinin her tür içindeki genotipler arasında büyük farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Ekmeklik buğdayın (T. aestivum L.) en

yüksek ortalamaya (761 µg/g) sahip olduğu, bunu kavuzlu (*T. spelta* L.) (743 µg/g), siyez (*T. monococcum* L.) (737 µg/g), gernik (697 µg/g) (*T. dicoccum* L.) ve makarnalık (*T. durum* Desf.) (654 µg/g) buğdayların takip ettiği belirtilmiştir. Yürütülen HEALTHGRAIN projesinde ise 175 adet buğday genotipindeki toplam alkilresorsinol içeriği 191 ile 741 µg/g arasında değişmiştir (Andersson ve ark., 2008). Toplam alkilresorsinol içeriği (%63) fenolik asitlere (%28) göre daha kalıtsaldır (Shewry ve ark., 2012). Bu nedenle toplam alkilresorsinol içeriği yüksek yeni buğday genotiplerinin geliştirilmesi daha ulaşılabilir bir hedeftir (Tian ve ark., 2022).

Fenolikler, buğday çeşitleri, abiyotik ve biyotik stresler gibi çevresel koşullarından etkilenmektedir (Migliorini ve ark., 2016). Genotip, çevre ve genotipxçevre interaksyonu, fenolikler üzerinde önemli etkiye sahip olmalarına rağmen, toplam çözünür fenolik içeriğindeki varyasyonun ana kaynağı çevre faktörüdür (Bellato ve ark., 2013). Dinelli ve ark. (2009), fenolik asit ve flavonoid bileşikler açısından eski ve modern buğday çeşitlerinin ortalama değerleri arasında önemli bir fark olmadığını bulmuştur. Ancak, eski çeşitler modern çeşitlere göre biraz daha yüksek serbest (181.8 ± 37.8 µmol GAE/100 g), bağlı (696.4 ± 53.5 µmol GAE/100 g) ve toplam (878.2 ± 19.0 µmol GAE/100 g) fenolik bileşiklere sahiptir. Bu değerler modern çeşitler için sırasıyla 178.4 ± 51.9 , 687.4 ± 91.0 ve 865.9 ± 128.9 µmol GAE/100 g'dır.

Fenolik bileşiklerden bir diğeri olan flavonoidler ise, iki benzen halkası ve bir heterosiklik halkadan (yani C6-C3-C6 yapısı) oluşan 15 karbonlu bir iskelete sahiptir (Tian ve ark., 2022). C6-C3-C6 iskeletlerine göre antosiyaninler, kalkonlar, flavonlar, flavonoller, flavanonlar ve izoflavonlar olmak üzere altı farklı sınıfa ayrılırlar (Panche ve ark., 2016). Fenolik asitler gibi, tam buğdaydaki flavonoidler de çözünür ve çözünmez formlarda bulunur (Tian ve ark., 2022).

Tanenin dış katmanlarındaki pigmentasyon, antioksidan aktivitenin önemli bir göstergesidir (Loskutov ve Khlestkina, 2021). İlginç bir şekilde, 30 yıl önce mor ve mavi tane karakterlerin "bilimsel açıdan sınırlı bir pratik kullanıma" sahip olduğu kabul edilmiştir (Zeven, 1991). Fakat, günümüzde buğday da dahil olmak üzere bitki antosiyaninlerinin sağlığa faydasını gösteren çalışmalarla (Tikhonova ve ark., 2020), bu eski bakış açısı reddedilmiş ve bu özelliklerin ekonomik olarak önemli olduğu kanıtlanmıştır (Loskutov ve Khlestkina, 2021). Antosiyanin içeriği artırılmış ticari buğday çeşitleri Kanada, Çin, Japonya ve birçok Avrupa ülkesinde piyasaya sürülmüştür (Syed Jaafar ve ark., 2013; King, 2020).

Antioksidan özelliği nedeniyle yüksek antosiyanin içeriğine sahip buğday çeşidi ıslah edilmesine yönelik yeni bir ilgi söz konusudur. Antosiyanin içeriği tane gelişmesi esnasında hızlı bir şekilde artmakta, olgunlaşmadan önce düşme göstermektedir. Olgun talerde antosiyanin içeriği yönünden buğday genotipleri arasında önemli bir genetik varyasyon vardır. Mavi alöron renginin tek bir dominant gen tarafından, mor perikarpın ise 2 lokus tarafından kontrol edildiği, F₂ generasyonunda 11 mor; 5 beyaz alöron şeklinde bir açılım gösterdiği belirlenmiştir. Mavi ve mor renk pigmentli tane özellikleri renksizlik özelliğine karşı dominant durumda olduğu ve yüksek antosiyaninli mavi ve mor buğdayların ıslahının mümkün olduğu sonucuna varılmıştır (Knievel ve ark., 2009). Syed Jaafar ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada ise kırmızı, mor ve mavi taneli buğday genotipleri arasında yapılan melezlemelerden seçilen hatlarda toplam antosiyanin içeriği üzerinde durulmuştur. Çalışma sonucunda farklı genetik yapıya sahip hatların melezlenmesiyle antosiyanin içeriğinin artırılmasının mümkün olduğu sonucuna varılmıştır.

Ekmeklik buğdaylarda perikarpta biriken antosiyaninler Pp genleri, alöron tabakasında biriken antosiyaninler ise Ba genleri tarafından kontrol edilir. Batı Sibirya'da yapılan çalışmalarda, elit çeşit ve hatlar, Pp3 ve Pp-DI tamamlayıcı genlerin dominant allellerini taşıyan donör hatlarla melezlemeye alınmıştır. F₂ melezlerinde 3 adımlık markör esaslı

seleksiyon uygulanmış, dominant Pp-D1Pp-D1Pp3Pp3 genotipler, tekrarlamalı ebeveynlerle geri melezlemeye tabi tutulmuştur. Morfolojik markörler kullanılarak istenilen BC₁F₂₋₃ projenileri seçilmiştir. Seçilen 120 hat başaklanma tarihi, vejetasyon süresi, külleme, kahverengi ve kara pasa dayanıklılık, protein ve gluten içeriği, verim yönünden test edilmiştir. Araştırma sonucunda hastalıklara dayanıklı, kaliteli ve verimli, antosiyanin içeriği yönünden zengin, mor taneli 17 aday hat belirlenmiştir (Gordeeva ve ark., 2020).

Thinopyrum ponticum (Podp.)'un 4Th kromozomunu taşıyan, s:S294Th(4D) (BC7 progeny), mavi taneli substitution hattı Saratovskaya 29 (S29), markör esaslı yöntemle geliştirilmiştir. Geliştirilmiş olan bu mavi taneli yeni hattın antosiyanin içeriği 475.7 µg/g olurken, mor taneli yakın isogenik kontrol hattının antosiyanin içeriği 355.6 µg/g olmuştur. Yeni hat kromozom düzeyinde bir substitution durumuna sahip olmasına rağmen, bin tane ağırlığında, öğütme ve hamur özelliklerinde önemli düzeyde herhangi bir değişme olmamıştır (Gordeeva ve ark., 2019).

Siyah buğday, mor ve mavi buğdayın melezlenmesiyle elde edilmiştir. Tane renginin siyah olması, kabuk tabaksındaki antosiyanine bağlıdır. Geleneksel sarı renkli buğdaya göre siyah buğday, protein oranı, besinsel lifi, kalsiyum, vitamin K, toplam flavonoid, fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi bakımından daha zengindir. Çoğunluğu flavonoid grubuna ait olmak üzere yaklaşık 225 metabolit bakımından siyah ve sarı buğday arasında fark vardır. TaCHI, TaDFR, TaF3H, TaUGT, TaANS ve TaMT genlerinin ekspresyonu diğer buğdaylara kıyasla siyah buğdayda en yüksek durumdadır. Siyah tam buğday tüketimi kardiyovasküler hastalık, inflamasyon, kanser, diyabet, obezite, yaşlanma, kalın bağırsak hastalığı bakımından koruyucu etki yapmaktadır. Besin elementi ve biyoaktif bileşikler bakımından zengin siyah buğday, sağlıklı fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesi bakımından büyük bir potansiyele sahiptir (Dhua ve ark., 2021).

Antosiyanin içeren buğdaydan üretilen unlu mamullerin, antosiyanin içermeyen buğdaydan elde edilenlerle karşılaştırılması sonucunda, antosiyanin varlığının unlu mamullerin raf ömrünü ve küflenmeye karşı direncini artırdığını göstermiştir (Khlestkina ve ark., 2017). Mor buğday kepeği eklenmiş undan yapılmış 100 g ekmek cipsi veya bisküvi tüketilmesi, antosiyanin asimilasyonunu sırasıyla 1.03 ve 0.83 mg'a yükseltmiş, 100 g kepeğin organizmaya 3.32 g antosiyanin sağlayacağı ifade edilmiştir. Ayrıca, mor taneli buğday ürünlerinin kalitesi ve tadı kontrole benzer düzeyde veya daha iyi çıkmıştır (Usenko ve ark., 2018).

Karotenoidler

Yağda çözünen antioksidanlardan olan karotenoidler, çoğu fotosentetik organizma tarafından üretilir ve çok sayıda meyve, çiçek ve kuş tüyündeki turuncu, kırmızı ve sarı renklerden sorumludur. Buğdayda en fazla bulunan karotenoid lutein olup, onu zeaksantin izlemektedir. α-karoten ve β-karoten gibi diğer karotenoidler ise az miktarlarda bulunur (Hidalgo ve ark., 2006; Abdel-Aal ve ark., 2007; Digesù ve ark., 2009). Makarnalık buğday ıslah çalışmalarında sarı renk çok çeşitli yöntemlerle belirlenebilmektedir. Bu yöntemlerden biri olan toplam sarı pigment içeriği yaygın olarak kullanılmaktadır. Toplam sarı pigment içeriği ile lutein (r=0.94, p≤0.01) ve toplam karotenoid (r=0.99, p≤0.01) içerikleri arasında önemli pozitif ilişkiler gözlenmiştir. Bu durum, toplam sarı pigment içeriği veya kolorimetrik yöntemin buğdaydaki lutein ve toplam karotenoid içeriğini tahmin etmek için güvenilir bir

test olduğunu göstermektedir (Abdel-Aal ve ark., 2007). Digesù ve ark. (2009) tarafından da sarı pigment konsantrasyonunun %33.2'sinin karotenoid olduğu bildirilmiştir.

Tüketiciler tarafından genellikle sarı veya amber renkli makarna ve bulgur tercih edildiğinden, makarnalık buğdayda sarı pigment içeriğinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu nedenle, buğday ıslahçıları son yıllarda yeni buğday çeşitlerinin geliştirilmesi sırasında yüksek sarı pigment içeriğine odaklanmıştır. Bu nedenle de son zamanlarda geliştirilen makarnalık buğday çeşitleri, genellikle eski çeşitlere göre daha yüksek sarı pigment içeriğine sahiptir (Digesù ve ark., 2009). Tetraploid 102 buğday çeşidinin toplam karotenoid içeriği 1.18 ile 4.42 µg/g km arasında değişmekte olup, ortalama 2,46 µg/g km'dir. Yeni makarnalık buğday çeşitleri (1991'den sonra) (3.11 µg/g km), daha eski olanlardan (1971-1991 dönemi) (2.56 µg/g km) ve yerel çeşitlerden (1971 öncesi) (2.33 µg/g km) daha yüksek bir ortalama değere sahiptir (Digesù ve ark., 2009). Başka bir çalışmada genotiplerin toplam karotenoid içerikleri 3.28 ile 6.09 µg/g arasında değişirken, lutein içerikleri 1.50 ile 3.23 µg/g arasında değişmiştir (Dinelli ve ark., 2013).

Sarı pigment içeriği buğday çeşitlerinde ve türlerinde farklı seviyelerde bulunmaktadır. Siyez buğdayı en yüksek (6.37 - 8.46 µg/kg) lutein içeriğine sahiptir. Siyez buğdayını sırasıyla makarnalık buğday (5.41 µg/kg), gernik (3.97 µg/kg), ekmeklik (2.11 µg/kg) ve kavuzlu (1.47 µg/kg) buğday türleri izlemektedir (Abdel-Aal ve ark., 2007).

Renk genetik kontrol altındadır (Lachman ve ark., 2013; Ziegler ve ark., 2016). Digesù ve ark. (2009) tarafından toplam karotenoid (0.94), lutein (0.93) ve sarı pigment (> 0.91) konsantrasyonları için yüksek kalıtım değerleri, α-karoten (0.79) ve β-kriptoksantin (0.72) konsantrasyonları için orta derecede kalıtım değerleri ve β-karoten (0.57) ve zeaksantin (0.48) konsantrasyonları için ise nispeten düşük kalıtım değerleri hesaplanmıştır.

Karotenoid pigment içeriği kantitatif bir karakter olup, eklemeli etkiye sahip çok sayıda gen tarafından kontrol edilmektedir. Sarılık indeksi ve sarı pigment içeriği konusunda yapılan haritalama çalışmasında, buğdayın bütün kromozomları üzerinde kantitatif özellik lokusları belirlemiştir. Major kantitatif özellik lokusları (%60'a kadar) 7L homolog kromozomları üzerinde, minor lokuslar bütün kromozomlar üzerinde haritalanmış ve önemli moleküler markörlerle ilişkili oldukları belirlenmiştir. En fazla çalışılan ve tekrarlanabilen QTL'lar; LCYE geni ile ilişkili 3AS kromozomu üzerinde, PSYI genleriyle ilişkili 7AL ve 7BL üzerinde lokalize olmuşlardır. Bu bölgelerin hepsinde MAS uygulamalarıyla ilgili tanımlayıcı markörler bulunmaktadır. Genom düzenleme yöntemine dayalı CRISPR-Cas9 gibi ileri teknolojiler, konuyla ilgili yeni ve yararlı bilgiler ortaya koyacaktır (Colasuonno ve ark., 2019).

Tokoller

Tokoller sadece fotosentetik bitkiler tarafından sentezlenir ve tokoferoller ve tokotrienoller olarak sınıflandırılır. Topluca tokokromanoller olarak bilinen tokoferoller ve tokotrienollerin her ikisi de dört türevden oluşur: α-, β-, γ- ve δ- (Lachman ve ark., 2013; Ziegler ve ark., 2016). Ancak, α- ve β-tokoller mevcut olan başlıca türevlerdir (Lampi ve ark., 2008). Buğdayda tokoferollerden daha fazla tokotrienol vardır ve β-tokotrienol baskın tokol olup, onu α-tokotrienol, α- tokoferol ve β-tokoferol takip eder (Hidalgo ve Brandolini, 2017).

Tüm tokoferoller ve tokotrienoller antioksidan aktiviteye sahip olmasına rağmen, α -tokoferol serbest radikallerin yönlendirdiği zincir reaksiyonlarının kırılmasında en etkili antioksidandır (Packer, 1995). Antioksidan aktivitesinin yanı sıra sadece α -tokoferolün E vitamini aktivitesi vardır (Schneider, 2005). Tahıllardaki tokokromanoller, antioksidan özelliklerinin yanı sıra kandaki LDL kolesterolü düşürmek, kanser risklerini ve kardiyovasküler hastalıkları azaltmak gibi olumlu sağlık etkilerine de sahiptir (Tiwari ve Cummins, 2009). Ayrıca tokotrienoller nöroprotektif potansiyele de sahiptir (Frank ve ark., 2012).

Tokoferoller esas olarak tahılın embriyo kısmında bulunurken, tokotrienoller perikarp ve endospermde bulunur. Yulaf, arpa ve buğdayda tokotrienoller hakim olup, konsantrasyonları bitkiye bağlı olarak 40 ila 60 $\mu\text{g/g}$ arasında değişmektedir (Falk ve ark., 2004). Buğday türlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada ise toplam tokokromanol miktarları 28.0 - 32.9 mg/kg arasında değişmiştir (Hussain ve ark., 2012).

Fitosteroller

Fitosteroller, fazladan bir metil veya etil grubuna sahip olmaları dışında kolesterolünkine benzer kimyasal yapılara sahiptir (Zhu ve Sang, 2017). Diyetle birlikte tüketilen fitosteroller, kolon kanseri (Rao ve Janezic, 1992) ve kardiyovasküler hastalıkların (Piironen ve ark., 2000) önlenmesinde rol oynayabilir. HEALTHGRAIN projesinde yer alan buğday genotiplerinde en düşük (670 $\mu\text{g/g}$ dmb) ve en yüksek (1187 $\mu\text{g/g}$ dmb) toplam fitosterol içerikleri arasındaki fark Nurmi ve ark. (2008) tarafından % 77 olarak belirlenmiştir. Buğdayda en bol bulunan fitosterol β -sitosteroldür (fitosterollerin %34.2-42.7'si) ve bunu kampesterol, sitostanol ve kampestanol takip eder (Giambanelli ve ark., 2016).

1.3. FRUKTANLAR

Fruktanlar (frukto-oligosakkaridler) prebiyotik özelliğe sahiptir. Kolonik bifidobactere büyümesi üzerinde teşvik edici bir etki göstermek suretiyle bağırsak sağlığı üzerinde yararlı etki yaptığı düşünülmektedir. Yüksek fruktan içerikli Berkut çeşidi ile düşük fruktan içerikli Krichauff arasındaki melezlemeden elde edilen double-haploid popülasyonu, Avustralya ve Kazakistan olmak üzere 2 lokasyonda denemeye alınmıştır. Popülasyondaki fruktan içeriğinin, tane ağırlığının % 0.6-2.6'sı oranları arasında olmak üzere geniş bir varyasyon gösterdiği, geniş anlamda kalıtım derecesinin 0.71 olduğu sonucuna varılmıştır. Moleküler markörlerle (528 adet) yapılan ilişkilendirme haritasında, kantitatif özellik lokuslarının 2B, 3B, 5A, 6D ve 7A kromozomları üzerinde bulunduğu tespit edilmiştir. Toplam fenotipik varyasyon içerisinde en yüksek etkiye % 17 ile 6D, % 27 ile 7A kromozomları üzerindeki kantitatif özellik lokusları sahip olmuştur. Buğday tanesindeki fruktan içeriğinin ıslah yoluyla artırılabilceği, buğday genomunun 2 bölgesindeki uygun allellerin etkin bir şekilde seçiminde, moleküler markörlerin kullanılabilceği belirtilmiştir (Huynh ve ark., 2008).

Genomik seleksiyon, fruktanlar gibi sağlık yönünden yararlı bileşikler yüksek oranda içeren buğday çeşitlerini, hızlı bir şekilde ıslah etmeye fırsat verir. İki farklı popülasyonda yapılan genomik seleksiyon buğdayın fruktan içeriğinin %25-34 oranında artmasını sağlamıştır. Fruktan içeriği yönünde yapılan seleksiyon bitki boyu üzerinde etkili olmazken, önemli düzeyde erken başaklanmaya yol açmıştır. Araştırmada buğdayın beslenme kalitesinin genomik seleksiyonla etkin bir şekilde artırıldığı sonucuna varılmıştır (Veenstra ve ark., 2020).

1.4. BESİNSEL LİF VE β -GLUKAN

En önemli besinsel lif bileşenleri, tamamı hücre duvarı bileşenleri olan arabinoksilanlar (AX), β -glukanlar, selüloz ve lignindir (Gebruers ve ark., 2008; Bedö ve ark., 2010). Arabinoksilanların tip II diyabeti önleme, kolesterol düşürücü aktivite, bazı minerallerin emilimini artırma ve prebiyotik aktivite gibi birçok sağlık faydası vardır (Mendis ve Şimşek, 2014). Buğday genotiplerinin toplam arabinoksilan içeriğinde önemli bir varyasyon bulunduğu, genotip ve çevrenin toplam arabinoksilan içeriği üzerinde etkili olduğu açıklanmıştır (Gebruers ve ark., 2010; Simsek ve ark., 2011).

Suda çözülebilir bir polisakkarit olan β -glukan ise buğdaydaki en önemli besinsel lif bileşenlerinden biridir (Marotti ve ark., 2012). Yüksek β -glukan içeriği, kan kolesterol düzeyini düşürdüğü için arzu edilir (Lia ve ark., 1997). β -glukanlar çoğunlukla endospermin hücre duvarında bulunur (Laroche ve Michaud, 2007). Bu bileşen Poaceae familyasının bazı türlerine özgü olup içeriği buğdayda $<1\%$, arpada $3-11\%$ ve çavdarda $1-2\%$ arasında değişirken, diğer tahıllarda sadece eser miktarda bulunur (Wood ve Beer, 1988). Buğday tanesindeki β -glukanların içeriği türler, çeşitler ve çevre koşullarına göre $0.25-1.40\%$ arasında değişmektedir (Marconi ve ark., 1999; Gebruers ve ark., 2008; Biel ve ark., 2016).

1.5.

1.6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Buğday, protein, karbonhidrat ve lipit ana bileşenlerinin yanı sıra özellikle mineraller ve fitokimyasallar olmak üzere sağlığa iyi gelen bileşenlerin önemli bir kaynağıdır.

Besin içeriği yönünden klasik ıslah yöntemleri ile buğday çeşitlerinin geliştirilmesi, yüksek miktarda bir mali kaynağa ve uzun zamana ihtiyaç göstermektedir. Bu nedenle bir amaca yönelik çeşit geliştirme çalışmalarında özellikle klasik ıslah ile yeni biyoteknolojik yöntemlerin (MAS, genom düzenleme vb.) birlikte kullanılması önerilmektedir.

1.7. KAYNAKLAR

Abdel-Aal, E.S.M., Young, J.C., Rabalski, I. Hucl, P., Fregeau-Reid, J. (2007). Identification and quantification of seed carotenoids in selected wheat species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55:787-794.

Adom, K.K., Sorrells, M.E., Liu, R.H. (2003). Phytochemical profiles and antioxidant activity of wheat varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(26), 7825–7834. <https://doi.org/10.1021/jf030404l>.

Aggarwal, S., Kumar, A., Bhati, K.K., Kaur, G., Shukla, V., Tiwari, S., Pandey, A.K. (2018). RNAi-mediated downregulation of inositol pentakisphosphate kinase (IPK1) in wheat grains decreases phytic acid levels and increases Fe and Zn accumulation. *Frontiers in Plant Science*, 9, 259.

Alsaleh, A. (2023). Durum wheat breeding for enhanced safety and nutritional value: A GWAS approach to tackling aluminum uptake. *Uluslararası tarım ve Yaban Hayatı Dergisi*, 9(2), 262-277.

Andersson, A.A.M., Kamal-Eldin, A., Fras, A., Boros, D., Aman, P. (2008). Alkylresorcinols in wheat varieties in the HEALTHGRAIN diversity screen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 9722-9725.

Bedo, Z., Láng, L. Rakszegi, M. (2010). Breeding for grain-quality traits. In: Wrigley CW, Batey IL (eds) *Cereal grains assessing and managing quality*. Woodhead Publishing Limited and CRC Press. pp 369-392.

- Bellato, S., Ciccoritti, R., Del Frate, V., Sgrulletta, D., Carbone, K. (2013). Influence of genotype and environment on the content of 5-n alkylresorcinols, total phenols and on the antiradical activity of whole durum wheat grains. *Journal of Cereal Science*, 57, 162-169.
- Biel, W., Stankowski, S., Jaroszevska, A. Pużyński, S., Boško, P. (2016). The influence of selected agronomic factors on the chemical composition of spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) grain. *Journal of Integrative Agriculture*, 15, 1763-1769.
- Bouis, H.E., Welch, R.M. (2010). Biofortification: A sustainable agricultural strategy for reducing micronutrient malnutrition in the global south. *Crop Science*, 50, 20-32.
- Brown, K.H., Wuehler, S.E., Pearson J.M. (2001). The importance of zinc in human nutrition and estimation of the global prevalence of zinc deficiency. *Food and Nutrition Bulletin*, 22, 113-125.
- Cakmak, I., Torun, A., Millet, E., Feldman, M., Fahima, T., Korol, A., Nevo, E., Braun, H.J., Özkan, H. (2004). *Triticum dicoccoides*: An important genetic resource for increasing zinc and iron concentration in modern cultivated wheat. *Soil Science and Plant Nutrition*, 50, 1047-1054.
- Colasuonno, P., Marcotuli, I., Blanco, A., Maccaferri, M., Condorelli, G.E., Tuberosa, R., Parada, R., de Camargo, A.C., Schwember, A.R., Gadaleta, A. (2019). Carotenoid pigment content in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var *durum*): An overview of quantitative trait loci and candidate genes. *Front. Plant Sci.*, 10, 1347. doi: 10.3389/fpls.2019.01347.
- Cubadda, F., Aureli, F., Raggi, A., Carcea, M. (2009). Effect of milling, pasta making and cooking on minerals in durum wheat. *Journal of Cereal Science*, 49, 92-97.
- De Vita, P., Platani, C., Fragasso, M., Ficco, D.B.M., Colecchia, S.A., Del Nobile, M.A., Padalino, L., Di Gennaro, S., Petrozza, A. (2017). Selenium-enriched durum wheat improves the nutritional profile of pasta without altering its organoleptic properties. *Food Chemistry*, 214, 374-382.
- Dhua, S., Kumar, K., Kumar, Y., Singh, Y., Sharanagat, V.S. (2021). Composition, characteristics and health promising prospects of black wheat: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 112, 780-794. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.04.037>.
- Dietrich, O., Heun, M., Notroff, J., Schmidt, K., Zarnkow, M. (2012). The role of cult and feasting in the emergence of Neolithic communities. New evidence from Göbekli Tepe, south-eastern Turkey. *Antiquity*, 86, 674-695. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00047840>.
- Digesù, A.M., Platani, C., Cattivelli, L. Mangini, G., Blanco, A. (2009). Genetic variability in yellow pigment components in cultivated and wild tetraploid wheats. *Journal of Cereal Science*, 50, 210-218.
- Dinelli, G., Marotti, I., Di Silvestro, R. Bosi, S., Bregola, V., Accorsi, M., Di Loreto, A., Benedettelli, S., Ghiselli, L., Catizone, P. (2013). Agronomic, nutritional and nutraceutical aspects of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars under low input agricultural management. *Italian Journal of Agronomy*, 8, 85-93.
- Dinelli, G., Segura Carretero, A., Di Silvestro, R. Marotti, I., Fu, S., Benedettelli, S., Ghiselli, L., Gutiérrez, A. F. (2009). Determination of phenolic compounds in modern and old varieties of durum wheat using liquid chromatography coupled with time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1216, 7229-7240.
- Falk, J., Krahnstover, A., van der Kooij, T.A.W., Schlenzog, M., Krupinska, K. (2004). Tocopherol and tocotrienol accumulation during development of caryopses from barley (*Hordeum vulgare* L.). *Phytochemistry*, 65, 2977-2985.
- Ficco, D.B.M., Riefolo, C., Nicastro, G. De Simone, V., Di Gesù, A.M., Beleggia, R., Platani, C., Cattivelli, L. De Vita, P. (2009). Phytate and mineral elements concentration in a collection of Italian durum wheat cultivars. *Field Crops Research*, 111, 235-242.
- Frank, J., Chin, X.W.D., Schrader, C. Eckert, G.P., Rimbach, G. (2012). Do tocotrienols have potential as neuroprotective dietary factors?. *Ageing Research Reviews*, 11, 163-180.

- Gebruers, K., Dornez, E., Bedö, Z., Rakszegi, M., Fras, A., Boros, D., Courtin, C.M., Delcour, J.A. (2010). Environment and genotype effects on the content of dietary fiber and its components in wheat in the HEALTHGRAIN diversity screen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 9353-9361.
- Gebruers, K., Dornez, E., Boros, D., Dynkowska, W., Bedö, Z., Rakszegi, M., Delcour, J.A., Courtin, C.M. (2008). Variation in the content of dietary fiber and components thereof in wheats in the HEALTHGRAIN diversity screen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 9740-9749.
- Giambanelli, E., Ferioli, F., D'Antuono, L.F. (2016). Assessing the effect of traditional hulled wheat processing on bioactive compounds retention. *Journal of Cereal Science*, 72, 60-68.
- Gibson, R.S. (2006). Zinc: The missing link in combating micronutrient malnutrition in developing countries. *Proceedings of the Nutrition Society*, 65, 51-60.
- Gordeeva, E., Badaeva, E., Yudina, R., Shchukina, L., Shoeva, O., Khlestkina, E. (2019). Marker-assisted development of a blue-grained substitution line carrying the *Thinopyrum ponticum* chromosome 4Th(4D) in the spring bread wheat Saratovskaya 29 background. *Agronomy*, 9, 723. <https://doi.org/10.3390/agronomy9110723>.
- Gordeeva, E., Shamanin, V., Schoeva, O., Khlestkina, E. (2020). The strategy for marker-assisted breeding of anthocyanin-rich spring bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in West Siberia. *Agronomy*, 10, 1603.
- Govindan, V., Michaux, K.D., Pfeiffer, W.H. (2022). Nutritionally enhanced wheat for food and nutrition security. In: Reynolds, M.P., Braun, H.J. (eds) *Wheat Improvement*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90673-3_12.
- Hawkesford, M.J., Zhao, F.J. (2007). Strategies for increasing the selenium content of wheat. *Journal of Cereal Science*, 46, 282-292.
- Hidalgo, A., Brandolini, A. (2017). Nitrogen fertilisation effects on technological parameters and carotenoid, tocol and phenolic acid content of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*): A two-year evaluation. *Journal of Cereal Science*, 73, 18-24.
- Hidalgo, A., Brandolini, A., Pompei, C., Piscozzi, R. (2006). Carotenoids and tocols of einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum* L.). *Journal of Cereal Science*, 44, 182-193.
- Hussain, A., Larsson, H., Olsson, M.E., Kuktaite, R., Grausgruber, H., Johansson, E. (2012). Is organically produced wheat a source of tocopherols and tocotrienols for health food? *Food Chemistry*, 132, 1789-1795.
- Hussain, S., Maqsood, M.A., Rahmatullah, M. (2010). Increasing grain zinc and yield of wheat for the developing world: A review. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 22, 326-339.
- Huynh, B.L., Wallwork, H., Stangoulis, J.C.R., Graham, R.D., Willmore, K.L., Olsen, S., Mather, D.E. (2008). Quantitative trait loci for grain fructan concentration in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor Appl Genet*, 117, 701-709. <https://doi.org/10.1007/s00122-008-0811-6>.
- Ibrahim, S., Saleem, B., Rehman, N., Zafar, S.A., Naeem, M. K., Khan, M.R. (2022). CRISPR/Cas9 mediated disruption of Inositol Pentakisphosphate 2-Kinase 1 (TaIPK1) reduces phytic acid and improves iron and zinc accumulation in wheat grains. *Journal of Advanced Research*, 37, 33-41.
- Khlestkina, E.K., Usenko, N.I., Gordeeva, E.I., Stabrovskaya, O.I., Sharfunova, I.B., Otmakhova, Y.S. (2017). Evaluation of wheat products with high flavonoid content: Justification of importance of marker-assisted development and production of flavonoid-rich wheat cultivars. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki Seleksii*, 21, 545-553.
- King, C. (2020). New possibilities with purple wheat. Available online: <https://www.topcropmanager.com/new-possibilities-with-purple-wheat-20050/> (accessed on 29 October 2020).

- Kniewel, D.C., Abdel Aal, E.S.M., Rabalski, I., Nakamura, T., Hucl, P. (2009). Grain color development and the inheritance of high anthocyanin blue aleurone and purple pericarp in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Cereal Science*, 50, 113-120.
- Konvalina, P., Grausgruber, H., Dang, K.T., Vlasek, O., Capouchova, I., Sterba, Z., Suchy, K., Stolicikova, M., Kryptova, M., Bernas, J., Kopecky, M. (2017). Rheological and technological quality of minor wheat species and common wheat. In: Wanyera R, Owuoche J (eds) *Wheat Improvement, management and utilization*. InTechOpen, Rijeka, Croatia, pp 255-273.
- Lachman, J., Hejtmánková, K., Kotíková, Z. (2013). Tocols and carotenoids of einkorn, emmer and spring wheat varieties: Selection for breeding and production. *Journal of Cereal Science*, 57, 207-214.
- Lachman, J., Orsák, M., Pivec, V., Jirů, K. (2012). Antioxidant activity of grain of einkorn (*Triticum monococcum* L.), emmer (*Triticum dicoccum* Schuebl [Schrank]) and spring wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Plant Soil and Environment*, 58, 15-21.
- Lampi, A.M., Nurmi, T., Ollilainen, V., Piironen, V. (2008). Tocopherols and tocotrienols in wheat genotypes in the HEALTHGRAIN diversity screen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 9716-9721.
- Landberg, R., Kamal-Eldin, A., Salmenkallio-Marttila, M., Rouau, X., Åman, P. (2008). Localization of alkylresorcinols in wheat, rye and barley kernels. *Journal of Cereal Science*, 48, 401-406.
- Laroche, C., Michaud, P. (2007). New developments and prospective for β (1, 3) glucans. *Recent Patents Biotechnology*, 1, 59-73.
- Lia, A., Anderson, H., Mekki, N., Juhel, C., Senft, M., Lairon, D. (1997). Postprandial lipidemia in relation to sterol and fat excretion in ileostomy subjects given oat bran and wheat test meals. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 66, 357-365.
- Liu, R.H. (2007). Whole grain phytochemicals and health. *Journal of Cereal Science*, 46(3), 207-219. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.06.010>.
- Loskutov, I.G., Khlestkina, E.K. (2021). Wheat, barley, and oat breeding for health benefit components in grain. *Plants*, 10, 86. <https://doi.org/10.3390/plants10010086>.
- Lyons ,G., Ortiz-Monasterio, I., Stangoulis, J., Graham, R. (2005). Selenium concentration in wheat grain: Is there sufficient genotypic variation to use in breeding?. *Plant and Soil*, 269, 269-380.
- Marconi, E., Carcea, M., Graziano, M., Cubadda, R. (1999). Kernel properties and pasta-making quality of five European spelt wheat (*Triticum spelta* L.) cultivars. *Cereal Chemistry*, 76, 25-29.
- Marotti, I., Bregola, V., Aloisio, I., Di Gioia, D., Bosi, S., Di Silvestro, R., Quinn, R., Dinelli, G. (2012). Prebiotic effect of soluble fibres from modern and old durum-type wheat varieties on *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92, 2133-2140.
- Mendis, M., Simsek, S. (2014). Arabinoxylans and human health. *Food Hydrocolloids*, 42:239-243.
- Migliorini, P., Spagnolo, S., Torri, L. Arnoulet, M., Lazzarini, G., Ceccarelli, S. (2016). Agronomic and quality characteristics of old, modern and mixture wheat varieties and landraces for organic bread chain in diverse environments of northern Italy. *European Journal of Agronomy*, 79, 131-141.
- Morgounov, A., Karaduman, Y., Akin, B., Aydogan, S., Baenziger, S., Bhatta, M., Chudinov, V., Dreisigacker, S., Govindan, V., Güler, S., Guzman, C., Nehe, A., Poudel, R., Rose, D., Gordeeva, E., Shamanin, V., Subasi, K., Zelenskiy, Y., Khlestkina, E. (2020). Yield and quality in purple grain wheat isogenic lines. *Agronomy*, 10, 86.

- Nurmi, T., Nyström, L., Edelmann, M., Lampi, A.-M., Piironen, V. (2008). Phytosterols in wheat genotypes in the HEALTHGRAIN diversity screen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 9710-9715.
- Okur, Y. (2017). Ekmeklik buğday kalitesini değerlendirmede kullanılan kimyasal ve fiziksel özelliklerin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Özberk, İ., Atay, S., Altay, F., Cabi, E., Özkan, H., Atlı, A. (2016). Türkiye'nin buğday atlası. WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), İstanbul, Türkiye.
- Ozkan, H., Brandolini, A., Torun, A., Altintas, S., Eker, S., Kilian, B., Braun, H.J., Salamini, F., Cakmak, I. (2007). Natural variation and identification of microelements content in seeds of Einkorn wheat (*Triticum monococcum*). In: *Wheat Production in Stressed Environments*, Springer. Dordrecht, pp 455-462.
- Packer, L. (1995). Nutrition and biochemistry of the lipophilic antioxidants vitamin E and carotenoids. In: Ong ASH, Niki E, Packer L (eds.) *Nutrition, lipids, health, and disease*. AOCS Press, Champaign, pp 8-35.
- Panche, A.N., Diwan, A.D., Chandra, S.R. (2016). Flavonoids: An overview. *Journal of Nutritional Science*, 5, e47. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>.
- Pandey, A.K., Aggarwal, S., Meena, V., Kumar, A. (2021). Phytic acid reduction in cereal grains by genome engineering: Potential targets to achieve low phytate wheat. *Genome Engineering for Crop Improvement*, 146-156.
- Piergiovanni, A.R. (2013). Evaluation of genetic variation and grain quality of old bread wheat varieties introduced in north-western Italian environments. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60, 325-333.
- Piironen, V., Edelmann, M., Kariluoto, S., Bedö, Z. (2008). Folate in wheat genotypes in the HEALTHGRAIN diversity screen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 9726-9731.
- Polonskiy, V., Loskutov, I., Sumina, A. (2020). Biological role and health benefits of antioxidant compounds in cereals. *Biological Communications*, 65, 53-67.
- Rao, A.V., Janezic, S.A. (1992). The role of dietary phytosterols in colon carcinogenesis. *Nutrition and Cancer*, 18, 43-52.
- Schneider, C. (2005). Chemistry and biology of vitamin E. *Molecular Nutrition & Food Research*, 49:7-30.
- Shewry, P.R., Charmet, G., Branlard, G., Lafiandra, D., Gergely, S., Salgó, A., Saulnier, L., Bedö, Z., Mills, E.N.C., Ward, J.L. (2012). Developing new types of wheat with enhanced health benefits. *Trends in Food Science & Technology*, 25(2), 70-77. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.01.003>.
- Shewry, P.R., Hassall, K.L., Grausgruber, H., Andersson, A.A.M., Lampi, A.-M., Piironen, V., Rakszegi, M., Ward, J.L., Lovegrove, A. (2020). Do modern types of wheat have lower quality for human health? *Nutrition Bulletin*. <https://doi.org/10.1111/nbu.12461>.
- Shewry, P.R., Ward, J.L., Zhao, F., Ravel, C., Charmet, G., Lafiandra, D., Bedö, Z. (2011). Improving the health benefits of wheat. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 47 (Special Issue), 169-173. [10.17221/3274-CJGPB](https://doi.org/10.17221/3274-CJGPB).
- Shewry, R.P., Hey, S. (2015). Do “ancient” wheat species differ from modern bread wheat in their contents of bioactive components?. *Journal of Cereal Science*, 65, 236-243.
- Simsek, S., Whitney, K., Ohm, J.B., Mergoum, M. (2011). Refrigerated Dough quality of hard red spring wheat: Effect of genotype and environment on dough syruping and arabinoxylan production. *Cereal Chemistry Journal*, 88, 445-450.
- Sun, T., Zhang, Y., Wang, S., Guo, B., Yang, Q., Zhao, H. (2022). Study on spatio-temporal variation mechanism of phytic acid contents of wheat grains. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(10), 6435-6444.

- Swan, G. (2004). Findings from the latest national diet and nutrition survey. *Proceedings of the Nutrition Society*, 63, 505-512.
- Syed Jaafar, S.N., Baron, J., Siebenhandl-Ehn, S., Rosenau, T., Böhmendorfer, S., Grausgruber, H. (2013). Increased anthocyanin content in purple pericarp × blue aleurone wheat crosses. *Plant Breeding*, 132, 546–552. doi:10.1111/pbr.12090.
- Tian, W., Zheng, Y., Wang, W., Wang, D., Tilley, M., Zhang, G., He, Z., Li, Y. (2022). A comprehensive review of wheat phytochemicals: From farm to fork and beyond. *Comp Rev Food Sci Food Safe*, 21, 2274–2308. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12960>.
- Tikhonova, M., Shoeva, O., Tenditnik, M., Ovsyukova, M., Akopyan, A., Dubrovina, N., Amstislavskaya, T.G., Khlestkina, E. (2020). Evaluating the effects of grain of isogenic wheat lines differing in the content of anthocyanins in mouse models of neurodegenerative disorders. *Nutrients*, 12, 3877.
- Tiwari, U., Cummins, E. (2009). Nutritional importance and effect of processing on tocopherols in cereals. *Trends in Food Science and Technology*, 20, 511-520.
- TTSM. (2023). Milli Çeşit Listesi. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=85>. Erişim tarihi: 25.10.2023.
- TÜİK. (2023). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://www.tuik.gov.tr/>. Erişim tarihi: 25.10.2023.
- Usenko, N.I., Khlestkina, E.K., Asavasanti, S., Gordeeva, E.I., Yudina, R.S., Otmakhova, Y.S. (2018). Possibilities of enriching food products with anthocyanins by using new forms of cereals. *Foods Raw Mater*, 6, 128–135.
- Veenstra, L.D., Poland, J., Jannink, J.L., Sorrells, M.E. (2020). Recurrent genomic selection for wheat grain fructans. *Crop Science*, 60, 1499–1512. DOI: 10.1002/csc2.20130.
- Welch, R.M., Graham, R.D. (2004) Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective. *Journal of Experimental Botany*, 55, 353-364.
- Wood, P.J., Beer, M.U. (1998). Functional oat products. In *Functional Foods: Biochemical and Processing Aspects*; Mazza, G., Ed.; Technomic Publishing Company Inc.: Lancaster, PA, USA, 1998; pp. 1–37.
- Zeven, A.C. (1991). Wheats with purple and blue grains: A review. *Euphytica*, 56, 243–258.
- Zhu, Y., Sang, S. (2017). Phytochemicals in whole grain wheat and their health-promoting effects. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61(7), 1600852. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201600852>.
- Ziegler, J.U., Schweiggert, R.M., Würschum, T. Longin, C.F.H., Carle, R. (2016). Lipophilic antioxidants in wheat (*Triticum spp.*): A target for breeding new varieties for future functional cereal products. *Journal of Functional Foods*, 20, 594-605.

**USAGE PERSPECTIVES OF THE SPECIES OF EREMURUS SPECTABILIS
M.BIEB. (NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC)**

Namig Abbasov

Ministry of Science and Education of the Azerbaijan Republic, Nakhchivan State University,
PhD in Biology, associate prof. Faculty of natural science and agriculture, Department of
Biology, Nakhchivan, Azerbaijan
Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-2255-0826>

Mursal Seyidov

Ministry of Science and Education of the Azerbaijan Republic, Nakhchivan State University,
PhD in Biology, Faculty of natural science and agriculture, Department of Biology,
Nakhchivan, Azerbaijan
Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0007-6161-9826>

Zulfiya Salayeva

Ministry of Science and Education of the Azerbaijan Republic, Nakhchivan State University,
PhD in Biology, associate prof. Faculty of natural science and agriculture, Department of
Biology, Nakhchivan, Azerbaijan
Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0003-4209-8448>

ABSTRACT

The article informs about the agricultural importance, bio-ecological characteristic features, systematic analysis and the distribution of the *Eremurus spectabilis* M.Bieb. This species is spread in limited areas, exposed to negative effects as a sensitive species (VU) was included into the "Red Book" of Nakhchivan MR. Taking into account its worth as a valuable food, medicinal and beautiful decorative properties, our duty is to protect this. In 2023, studies were carried out in the Nakhchivan MR districts of Ordubad, Julfa, and Shahbuz. The study was carried out in the Gaplangaya neighbourhood of Ordubad district Nusnus suburb, the Shahbuz district Kulus suburb, and the Julfa district Gulistan suburb. The primary characteristic material is considered to involve herbarium materials, floristic and phytocenological data, research materials kept in the herbarium fund, and written sources. Despite the fact that valuable ornamental plants are used in the construction of parks in cities in this area, landscape architecture is still not established at the level of modern requirements. The reason for this is that the decorative grass plants used in greening are not selected correctly according to their resistance to environmental factors and decorative features, height, color and shape of their flowers, and spontaneous weeding is carried out in the areas. From this point of view, geophytes should be used in the design of parks, gardens, greening, and further beautification of cities and towns due to their resistance to ecological factors and decorative features.

Key words: *Eremurus*, flora, nutritional value.

INTRODUCTION

As society develops economically and socially, there is a daily rise in the population's demand for food goods, much of which is met by natural products and plant resources. Thus, one of the most pressing issues facing the entire world is meeting the demand for food goods. Eating adequate, safe, and high-quality food is one of the key requirements for a healthy existence. Ensuring the safety of food items is a pressing matter for any nation and state, as it plays a significant role in meeting the nutritional, political, social, and medical demands of those who live there. According to this point of view, food safety performs a crucial role in the advancement of society, ensuring the health of coming generations, preserving of the diversity of human genes, and the growth of economic productivity.

MATERIAL AND METHODOLOGY OF THE RESEARCH

In 2023, studies were carried out in the Nakhchivan MR districts of Ordubad, Julfa, and Shahbuz. The study was carried out in the Gaplangaya neighbourhood of Ordubad district Nusnus suburb, the Shahbuz district Kulus suburb, and the Julfa district Gulistan suburb. The primary characteristic material is considered to involve herbarium materials, floristic and phytocenological data, research materials kept in the herbarium fund, and written sources. Commonly accepted floristic and geobotanical approaches were used for the field experiments (Serebryakov 1964; Seyidov & Ibadullayeva & Gasimov & Salayeva 2014.; Shennikov 1951; Yaroshenko 1969).

DISCUSSION AND CONCLUSIONS OF THE STUDY

The chiris plant, a member of the Asphodelinae family, is one of the most valuable and nutritionally significant natural plant products of the agricultural sector in the flora of Nakhchivan MR. It is also one of the most ecologically risk-free goods. This species is very significant since it is both a lovely decorative plant and a valuable herb. The composition, phytocenology, bioecology, and beneficial characteristics of *Eremurus spectabilis* species have been explained by study carried out and data in literature.



Eremurus spectabilis M.Bieb.- Desert candle

Asphodelaceae - Asphodelaceae Juss. It includes 42 genera and 1500 species distributed in most countries of the world. The majority of the world's vegetation is found in tropical and subtropical regions in the south. These are perennial, herbaceous, rhizome plants. The chapter is divided into several half-chapters and chapters. 2 species of this family are known in Azerbaijan [174].

Chirish - *Eremurus* Bieb. They are plants whose leaves form a rosette around the root. The inflorescence is bell-shaped, united at the base, with 6-15 leaves. The stamens are 6 in number, unequal, columnar, stalk-shaped and with a small mouth. The box should be spherical and partitioned. There are 2 species in Azerbaijan and 1 species in Nakhchivan MR (Salayeva 2021).

Below is the beautiful cypress - *Eremurus spectabilis* M.Bieb. Naming of the species is given according to the latest modern international classification systems (catalogueoflife 2019; worldfloraonline 2024;)

Regnum-Plantae

Divisio-Tracheophyta

Classis-Magnoliopsida

Ordo-Asparagales

Familia- Asphodelaceae

Genus- *Eremurus*

Species- *spectabilis*

Qəbul edilmiş beynəlxalq adı:

Eremurus spectabilis M.Bieb.

Synonyms:

Asphodelus regius Heynh.

Eremurus bachtiaricus Boiss.

Eremurus caucasicus Steven

Eremurus libanoticus Boiss.

Eremurus sibiricus Weinm., nom. nud.

Eremurus spectabilis var. *caucasicus* (Steven) Fisch., C.A.Mey. & Avé-Lall.

Eremurus spectabilis var. *variegatus* Fisch., C.A.Mey. & Avé-Lall.

Eremurus tauricus Weinm., nom. nud.

Eremurus (lat. *Eremurus*) is a plant genus belonging to the *Asphodelina* family of the *Asparagus* family. The word *rot* is called "*Eremurus*" in Latin. This word in Greek is "*eremos*" - desert, and "*ura*" means tail. The dictionary meaning of the word is "desert tail". 50 species of chirish grow in Eastern, Western and Central Asia, 23 in the former USSR, and 2 in the Caucasus and Azerbaijan. Recently, researchers have determined that the plant belongs to the *Asphodelina* family.

Chirish is a perennial plant and its underground organ is a root tuber. The roots are densely shaped. Depending on the age of the plant, the number of concentrated odorous roots is 6-12. They are juicy and fleshy, and the inside is rich in reserve nutrients. The roots are rosette-shaped (star-like) from near the root throat, dense at the base, becoming thinner towards the edges and reminiscent of a kind of carrot. There are traces of old flax-like leaves on the throat of the carrot. The length of its leaves reaches 20-40 cm. The stem emerges from within the rosette leaves. It is 125-140 with a bunch of flowers.

In Absheron, the vegetation of this species starts in the first decade of February, the formation of buds is in the beginning of April, and the flowering is in the third decade of April and lasts for 25 days, depending on the climatic conditions. It is possible to make a beautiful bouquet from its flowers. The number of flowers in a flower cluster is greater under cultivated conditions than under natural conditions.

The seeds are ripen in mid-June. When the seeds are ripen, 152 seed pods form on the cluster. The box is in the shape of a balloon, and the surface is wrinkled. It is smooth in individual cases. The height of the box is 0.1-1 cm, the diameter is 0.6-0.8 cm. The box remains on the trunk until the above-ground part of the plant is completely dry. There are 8 seeds in one box. The shape of the seeds is uneven, the edges are sharp, and the color is variegated. 1146 seeds grow in the plant. The dry weight of 1000 seeds is 16.5 grams. The annual vegetation period of the plant is 229 days. Cultivation of chiris, which doesn't demand much care and effort. But to get a good crop, the soil needs some care.

Rot reproduces through generative (seeds) and vegetative organs. When propagated by seeds, the plant blooms and gives seeds after 5-7 years. This is not so useful for farming and production. Propagation by seeds is widely used only in breeding for the purpose of obtaining a new variety. Despite the late flowering of the chiris plant when propagated by seeds, it is possible to obtain numerous planting material from it. This planting material can be used for various purposes. It is advisable to sow the seeds in autumn, beginning from October 20. Seeds are sown in pre-made and furrowed spots. For this, a little nutritious soil (manure, leaf rot, washed, sea sand in the ratio of 1:1:1) is poured into the furrows in the lower part at a depth of 1-2 cm, and then the seeds are sown inside those furrows. With good agro-technical care, the germination percentage is 90-100%.

When propagated vegetatively, the mother plant is divided and propagated with 2 root shoots on it. By this way, it is possible to get 2-4 planting materials from one mother plant. When those planting materials are planted, they bloom and produce seeds after 2-3 years.

Chiris is collected when vegetation begins, that is, when the leaves are 6-15 cm long above the ground. When collecting, it is cut from the depth of 3-4 cm of the soil, close to the neck of the root. Fresh leaves are rich in mucus. Therefore, it should be cut across and under the soil so that the soil is automatically poured into the cut place. Otherwise, the slimy juice from the roots of the rot, the reserve nutrients will flow out of the cut and weaken the plant, and as a result, the plant will lose strength, its nutrition will be weakened, and it will rot and perish. If you follow these rules, you will never get rid of rot in the area, and you will use it regularly.

Types of chiris grow in Azerbaijan: Azerbaijani chiris (*Eremurus azerbaijdzhanikus* Charkev.) and Spectacular chiris (*Eremurus spectabilis* Bieb.).

Both species are widely used as herbal and food plants. In Azerbaijan, chirish mostly grows in the lower and middle mountain belts, on clay and stony soils in Ordubad, Shahbuz, Babek, Julfa, Saderak, Sharur, Kangarli regions of Nakhchivan MR.

Since 1967, in the Central Botanical Garden of ANAS, a collection of chiris plant has been created in the experimental area of geophytic plants, and a number of features of the plant, its cultivation, propagation procedure, usage and protection measures have been studied.

Chiris plant has been used for various purposes since ancient times. In many regions of Azerbaijan, the local population uses chiris as a vegetable plant. When the plant begins mass vegetation in February-March, new leaves are collected when they are 6-15 cm above the ground. At this time, it is necessary to try to collect the plant from the depth of 3-4 cm of the soil, close to the root throat, without damaging the root throat. 6-10 newly opened leaves are covered with a golden veil. At this time, the leaves are rich in mucus and vitamin C. When the rosette-shaped leaves grow much more than the seed, its nutritional quality decreases. As soon as the collected leaves are touched with a knife, they are separated. The leaves are boiled

in salty water and then fried in oil with onions. Apart from that, delicious keta and kutab (a kind of cake) are prepared by using chiris (11).

Onion, coriander and sorrel are added to chirish and chopped to cook keta and kutab. They add a little salt to the chopped mixture and cook it in the usual way. It is very good for stomach and intestinal diseases, especially in case of inflammatory bowel disease (colitis) as it is very tasty, without adding any greens to taste.

Qualified chiris glue is made from chiris plant. Even well-made glue was widely used in tailoring, hatmaking, and shoemaking in the past. According to the artists who use chiris glue, the chiris applied to the beak of a hat, the collar of a jacket, the heel and toe of boots, and sack cloths can maintain its strength for 200-250 years if it is not exposed to water.

The mixture of chiris powder with a decoction made from elm bark is indispensable in the treatment of the most dangerous fractures and sprains. During the treatment of broken and sprained diseases, doctors often recommend eating poppy seeds so that broken organs and limbs to heal quickly. According to the literature data, during the treatment of sprained and fractured patients, steaming, keta, kutab, etc. made by the leaves of chiris plant are used as food and herbs to be cured extremely quickly.

A substance called "eremuran" was obtained from the chiris plant, and the polyethylene cover impregnated with this substance has the ability to preserve vegetables for 6 months.

The rules for treatment with rot

Chirish's tuber, root, leaf and flower have been widely used in the treatment of various diseases in folk medicine since ancient times. Ointment made by its powder or flour obtained from its root tuber is used in the treatment of fractures and sprains, boils and winding type wounds.

- Chiris flour studied at the Caucasus Silk Plant is described as follows: a thick, cloudy, opaque glue is obtained from a mixture of chiris powder with water. This glue contains 16.37% water, 29.14% ash, 15% clay (gummy, glue), 20% petin. The ash obtained it contains 5.77% chlorine, 4.49% magnesium, 21.83% lime, and 2.54% sulfur anhydride (11)

- Treatment of fractures and sprains

- When the chiris plant finishes its annual vegetation, when the new above-ground part dries up (this happens in June), it is dug up, its roots are cleaned of leaves and soil and dried. Then they are ground in a grinder, in a small grinder or in a coffee grinder. After taking 3 tablespoons of chiris flour (powder) (you can take more or less depending on the size of the fracture), elm bark is boiled in water (the bark is chopped into small pieces and brewed like regular tea, 4 tablespoons of bark are added to 2 cups of water) they prepare. The paste should be a little thicker than the top, the thickness of a new fatir. The broken area is cleaned with clean alcohol. Prepared ointment is applied to a white cloth, and a small amount of egg white is applied to it. A competent, experienced folk doctor fixes broken places. He puts the prepared ointment on the fracture. Then, depending on the fracture, that part is divided into two parts with a piece of wood and a large hook and wrapped with special tools made from it. If the whole operation is carried out by the hands of an experienced Turkish healer, there is no substitute for that prepared medicine. Those who fall from a camel, horse, or cart, and those who get broken during various accidents can benefit from this method.

- The application should be prepared properly, the dressing should be done very neatly. The bandage should be changed every 3 days. It is better to cook fennel from chiris leaves on the eve of treatment and eat fennel during the day. This speeds up the integration of tests.

- Treatment of pus, winding, boil-type wounds

- They take a piece of rotten root, clean it thoroughly, dry it, and then grind it. They take 100 grams of chiris powder, mix it with 100 grams of pure honey and boil it over wood. After it cools down a little, they add 30 grams of azvai juice to the dough. The medicine prepared

according to this method can be used in the form of ointment for the treatment of wound, inflamed blind boil-type wounds.

- Gastrointestinal diseases
- Pus has a special therapeutic value in gastrointestinal, anthrax, intestinal obstruction. Boiled, porridge, keta, kutab etc. made from single leaves of chiris. Foods are more useful for providing and strengthening the body with various vitamins.
- Collected chiris leaves are boiled in salt water, the bitter juice is extracted. A layer of chiris is arranged from the bottom of the pot, then rice, cherry or plum pickles are added to it. Then finely chopped onions are arranged. A glass of warm water is poured over them. The mixture is placed on the fire. 15 minutes after the food boils, you need to add 2 tablespoons of oil. Then you take a spoon and taste it. It is recommended to take it fully cooked. Steaming and porridge prepared according to this method nourishes the body suffering from vitamin deficiency before spring with vitamins, and also softens the walls of the esophagus, stomach and intestines.

CONCLUSIONS

- Acadian as a vulnerable species, distributed in limited areas, exposed to negative impacts. Areas spread in Zangezour National Park named after Hasan Aliyev and Arpachay State Nature Reserve should be under special control and natural species should be protected. Also, unfortunately, we have very weak awareness among the population for the protection of this species. Therefore, mass spontaneous collection of the species as food by the local population may lead to a gradual decrease in its population and even its extinction in the future. It is important to take serious measures for this purpose (Mardanly 2018).
- For example, in the territory of the Russian Federation, very strict laws have been adopted for the protection of this species. This plant is included in the "Red Book" of the Russian Federation. Pursuant to Article 260.1 of the Criminal Code of the Russian Federation, intentional damage or destruction of individuals of this type and its display on the Internet is punishable by imprisonment from 4 to 9 years with a fine in the amount of several million rubles (plantarium.ru).
- Despite the fact that valuable ornamental plants are used in the construction of parks in cities in this area, landscape architecture is still not established at the level of modern requirements. The reason for this is that the decorative grass plants used in greening are not selected correctly according to their resistance to environmental factors and decorative features, height, color and shape of their flowers, and spontaneous weeding is carried out in the areas. From this point of view, geophytes should be used in the design of parks, gardens, greening, and further beautification of cities and towns due to their resistance to ecological factors and decorative features.

REFERENCES

-
- Salayeva Z.K. Bioecological characteristics of the genus *Chiris* distributed in the flora of the Nakhchivan Autonomous Republic // Nakhchivan Institute of Teachers. Scientific works, 2021, No. 1, p. 194-198
-
- Gasimov H.Z., Ibadullayeva S.C., Seyidov M.M., Shiraliyeva G.Sh. "Wild vegetable plants of flora of Nakhchivan Autonomous Republic" monograph. Nakhchivan, "Ajami" Publishing-Polygraphy Union-2018, 416 pages.

-
- Seyidov M.M, Ibadullayeva S.C., Gasimov H.Z., Salayeva Z.K. Flora vegetation of Shahbuz State Reserve. Nakhchivan: Acami, 2014, 524 p.
-
- Serebryakov I.G. Life forms of higher plants and their study. In the book: field geobotany, M.-L., 1964, vol. 3, 530 p.
-
- Shennikov A.P. Ecology of plants. Moscow: Sov. Science, 1951, 375 p.
-
- Yaroshenko P.D. Geobotany (main concepts, directions and methods). L.: Izd-vo AN SSSR, 1969, 200 p.
-
- Medicinal plants of Nakhchivanskoy Autonomnoy Respublika / under general editorship of S.G. Mardanly.. – Orekhovo-Zuevo, 2018, 452 c.
-
- <https://www.plantarium.ru/page/pictures/item/14938.html>
-
- <http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2019>
-
- <https://www.worldfloraonline.org>
-
- <https://az.wikipedia.org/wiki>

**DETERMINATION OF THE INTERACTION BETWEEN PLANT-DERIVED
CHLOROGENIC ACID AND HUMAN LYSOZYME ENZYME (1REX) BY
MOLECULAR DOCKING METHOD**

**BİTKİSEL KAYNAKLI KLOROJENİK ASİT İLE İNSAN LİZOZİM ENZİMİ
(1REX) ARASINDAKİ ETKİLEŞİMİN MOLEKÜLER YERLEŞTİRME YÖNTEMİ
İLE BELİRLENMESİ**

Gencer GÜVERCİN

Yeditepe University, Department of Bioengineering, 34755, İstanbul, Türkiye
<https://orcid.org/0000-0001-5785-2376>

Arzu TAŞPINAR ÜNAL

Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, 76000,
Iğdır, Türkiye
: <https://orcid.org/0000-0003-4427-3169>

Nevin ÇANKAYA

Uşak University, Vocational School of Health Services, 64200, Uşak, Türkiye
<https://orcid.org/0000-0002-6079-4987>

Safiye Elif KORCAN

Uşak University, Vocational School of Health Services, 64200, Uşak, Türkiye
<https://orcid.org/0000-0001-7875-5516>

ABSTRACT

Considering the wide range of functions and pharmaceutical applications of lysozyme in recent years, studies on the interactions between natural small molecules and lysozyme are of great importance in elucidating their pharmacological activities. It has been shown that the antioxidant, anti-inflammatory and anti-apoptotic effects of chlorogenic acid, one of the natural molecules obtained from herbal extracts, in the gastrointestinal tract and liver depend on the reduction of oxidative stress. Thanks to molecular docking studies, information can be obtained about important parameters such as possible interactions of molecules with each other, binding energies, physicochemical properties and biological activities.

In this study, it was observed that there are Van der Waals, conventional hydrogen bonds and other interactions between the Native Human Lysozyme protein structure (PDB ID: 1REX) and chlorogenic acid. Eight van der Waals interactions were observed. It occurred between residues GLU35, ASN46, ASP53, ILE59, GLN58, TRP64, GLN104, ASP102. The fact that the binding energy is -7.4 indicates that the reaction is exothermic and that it binds voluntarily and without consuming energy in nature.

We think that the data obtained will guide experimental studies in the future.

Keywords: Lysozyme, Chlorogenic acid, Molecular docking (Docking)

ÖZET

Son yıllarda lizozimin çok çeşitli fonksiyonları ve farmasötik uygulamaları göz önüne alındığında, doğal küçük moleküller ile lizozim arasındaki etkileşimler üzerine yapılan çalışmalar farmakolojik aktivitelerinin aydınlatılmasında büyük önem taşımaktadır. Bitkisel ekstraktlardan elde edilen doğal moleküllerden biri olan klorojenik asitin gastrointestinal sistem ve karaciğerdeki antioksidan, antiinflamatuvar ve anti-apoptotik etkilerinin oksidatif stresin redüksiyonuna bağlı olduğunu göstermiştir. Moleküler kenetleme (Docking) çalışmaları sayesinde, moleküllerin birbirleriyle muhtemel etkileşimleri, bağlanma enerjileri, fizikokimyasal özellikleri ve biyolojik aktiviteleri gibi önemli parametreler hakkında bilgi elde edilebilmektedir.

Bu çalışmada insan lizozim protein yapısı (PDB ID: 1REX) ile klorojenik asit arasında Van der Waals, konvensiyonel hidrojen bağı ve diğer etkileşimlerin olduğu gözlemlenmiştir. Sekiz adet Van der Waals etkileşimi görülmüş olup; bu etkileşim GLU35, ASN46, ASP53, ILE59, GLN58, TRP64, GLN104, ASP102 rezidüleri arasında gerçekleşmiştir. Bağlanma enerjisinin -7.4 çıkması reaksiyonun ekzotermik olduğunu ve istemli bir şekilde ve doğada enerji sarf edilmeden bağlandığının bir göstergesidir. Elde edilen verilerin gelecekte deneysel çalışmalara yön vereceğini düşünmekteyiz.

Anahtar kelimeler: Lizozim, Klorojenik asit, Moleküler kenetleme (Docking)

GİRİŞ

Düşük toksisiteye ve yüksek verimliliğe sahip bitkisel kaynaklı doğal, mükemmel serbest radikal temizleme aktiviteleri nedeniyle büyük ilgi görmüştür. Polifenoller esas olarak meyvelerde, tahıllarda, sebzelerde ve içeceklerde bulunan doğal olarak oluşan antioksidanlardır. İnsan sağlığına olası faydalı etkilerinden dolayı bilimsel ilginin artmasına neden olmuşlardır. Polifenoller içeceklerin acılığı ve burukluğundan sorumlu olmanın yanı sıra; antiülser, antiinflamatuvar, antiaterojenik, antitrombotik, antimikrobiyal, antikarsinojenik aktiviteler ve benzeri gibi çeşitli biyolojik fonksiyonlara da sahiptir (He Liu ve ark., 2021).

Yaygın bir polifenol olan klorojenik asit, fenolik asitler grubunun bir üyesidir ve bitkilerde aerobik solunum sırasında şikimik asit yolu ile üretilir. Spesifik olarak klorojenik asit, trans-sinamik asit ve kinik asitin yoğunlaşmasından türetilir. Çok çeşitli doğal klorojenik asit izomerleri mevcut olup, bunların arasında en çok çalışılanlar 3-kafeoilkinik asit ve 5-kafeoilkinik asittir. Esas olarak çayda, yeşil kahve çekirdeklerinde (toplam klorojenik asitin %76-84'ü) ve diğer bitki kaynaklarında bulunan 5-kafeoilkinik asit, insan beslenmesinde en bol bulunan izomerdir (La Rosa ve ark., 2023). Fenolik hidroksil gruplarının varlığı klorojenik asitin etkili bir antioksidan olarak hareket etmesini sağlar (Wang ve ark., 2011).

Klorojenik asit, serbest radikale doğrudan hidrojen atomu transfer ederek veya radikal bir ara ürün oluşumu yoluyla antioksidan aktivite gösterir (La Rosa ve ark., 2023). In vitro ve in vivo çalışmalar, klorojenik asitin gastrointestinal sistem ve karaciğerdeki antioksidan, antiinflamatuvar ve anti-apoptotik etkilerinin oksidatif stresin redüksiyonuna bağlı olduğunu göstermiştir (La Rosa ve ark., 2023; Moslehi ve ark., 2023; Gao ve ark., 2019) Birçok çalışmada lizozim tedavisinin tümör önleyici aktivitesi doğrulanmıştır. Özellikle altmışlı yılların ilk ilim adamları, lizozimin çeşitli yollarla veya dolaylı olarak sistemik enjeksiyonlar ve ağızdan tedavi yoluyla uygulanmasından sonra tümör önleyici etkileri olduğu vurgulanmıştır. Lizozim, bağışıklık hücrelerini doğrudan aktive edebilir veya tümör hücresi immünojenitesini artırabilir (Sava ve ark.,1989). Liu ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, pikeatannol ve oksiresveratrolün antioksidan aktivitelerinin lizozim veya tripsine bağlanmaları nedeniyle azaldığını göstermişlerdir (Liu ve ark., 2019). Muramidaz olarak da bilinen lizozim, bazı bakterilerin hücre duvarlarını parçalayabilmektedir (Liu ve ark., 2019). Farklı biyolojik aktivitelere sahip nispeten küçük bir enzim olarak cilt, tükürük, gözyaşı, kan ve lenfatik dokular dahil olmak üzere, çeşitli biyolojik sıvılarda ve dokularda yaygın olarak bulunmaktadır (Jing ve ark., 2016). Lizozim anti-inflamatuar, anti-viral, anti-tümör ve diğer aktivitelerinin yanı sıra, ilaç taşıma kabiliyeti nedeniyle gıda ve ilaç alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Ali ve ark., 2021). Lizozim, altı triptofan (Trp), üç tirozin ve dört disülfid bağı olmak üzere 129 amino asitten oluşan monomerik bir proteindir. Bunların üç triptofanı (Trp62,Trp63 ve Trp108) substrat bağlanma bölgesidir (He ve ark., 2021). Lizozimin çok çeşitli fonksiyonları ve farmasötik uygulamaları göz önüne alındığında, doğal küçük moleküller ile lizozim arasındaki etkileşimler üzerine yapılan çalışmalar, farmakolojik aktivitelerinin aydınlatılmasında büyük önem taşımaktadır. Lizozim ile epigallokateşin galat (Ghosh ve ark., 2008), prosiyanidin, pikeatannol ve oksiresveratrol (Liang ve ark., 2023; Rezende ve ark., 2020) dâhil olmak üzere polifenoller arasındaki etkileşimler rapor edilmiştir (He Liu ve ark., 2021).

Moleküler düzeyde çalışmalar, günümüzde gelişen teknolojiyle önemli ölçüde ivme kazanmıştır. Birçok molekülün yapısı bilgisayar ortamına entegre edilebilmektedir. Dolayısıyla laboratuvar ortamında gerçekleştirilecek birçok molekülün etkileşimi öncelikle bilgisayar simülasyonu ile araştırılmakta ve ardından in vivo ve in vitro çalışmalarla doğrulanmaktadır Moleküler kenetleme çalışmaları sayesinde, moleküllerin birbirleriyle muhtemel etkileşimleri, bağlanma enerjileri, fizikokimyasal özellikleri ve biyolojik aktiviteleri gibi önemli parametreler hakkında bilgi elde edinilebilmektedir.

Bu çalışmada, klorojenik asit ile insan lizozim proteini arasındaki etkileşim, moleküler docking (kenetleme) yöntemiyle belirlenmiştir.

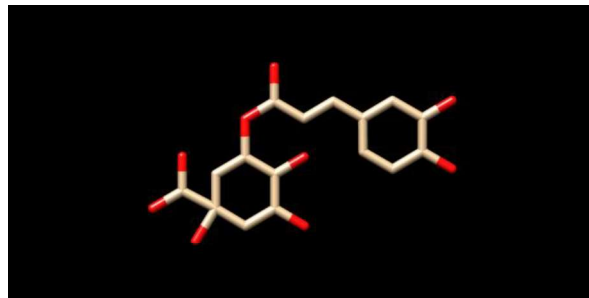
2. MATERYAL VE YÖNTEM

Native Human Lysozyme protein yapısı (PDB ID: 1REX) Protein Data Bank'tan (PDB) temin edilmiştir (Şekil 1). 1REX'ye ait pdb dosyası A zinciri kullanılarak hazırlanmış ve AutoDockTools'a aktarılmıştır. Daha sonra su molekülleri protein yapısından uzaklaştırılmış ve 1REX kodlu domainin pdbqt dosyası kaydedilmiştir.



Şekil 1. Native Human Lysozyme protein 3D yapısı

Molekül yapısı $C_{16}H_{18}O_9$ olan klorojenik asit (PubChem CID: 1794427) ligandının kimyasal yapısı Ulusal Tıp Kütüphanesinden (National Library of Medicine/National Center for Biotechnology Information) temin edilmiştir. Burulmaları incelenen ligandın dosyaları AutodockTools kullanılarak pdbqt formatında kaydedilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2 Klorojenik asitin 3D yapısı

Moleküler docking çalışması için Autodock 4.1 kullanılmıştır. Her yerleştirme, standart Autodock adımlarına göre yapılmıştır. Moleküler yerleştirme işlemleri sonucunda elde

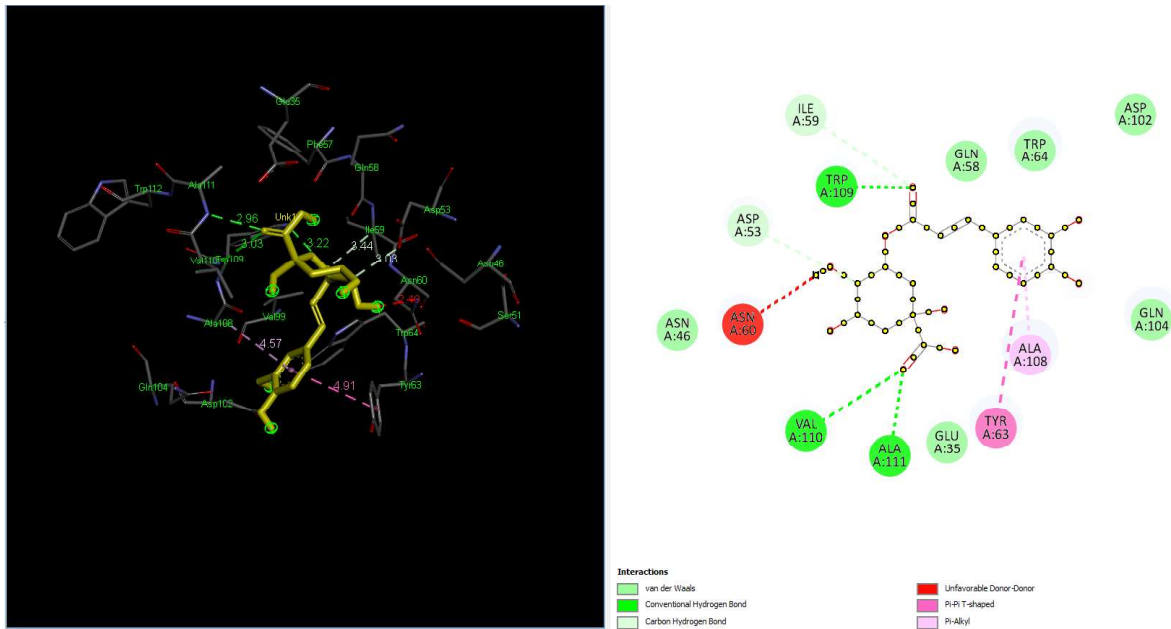
edilebilecek en uygun bağlanma modları Autodock 4.1 ile belirlenmiş, BioviaDiscoveryStudioVisualizer 2021 programı ile analizler ve görseller elde edilmiştir.

Çalışmamızda IREX reseptör ve klorojenik asit ligand olarak alınmıştır. Bu iki molekül arasında moleküler kenetleme metodu kullanılarak etkileşimin varlığı tespit edilmiştir. Klorojenik asit ve IREX arasındaki etkileşim BIOVIA DiscoveryStudioVisualizer yazılım paketi kullanılarak simüle edilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Moleküler kenetleme çalışmalarında birbirine bağlandığında kararlı bir kompleks oluşturması beklenen iki molekül kullanılmakta olup, bu moleküller genellikle ligand ve reseptör olarak adlandırılmaktadır. Farmasötik keşfinde genellikle ligand küçük molekül olup reseptör ise bir protein veya DNA gibi biyolojik bir makro moleküldür.

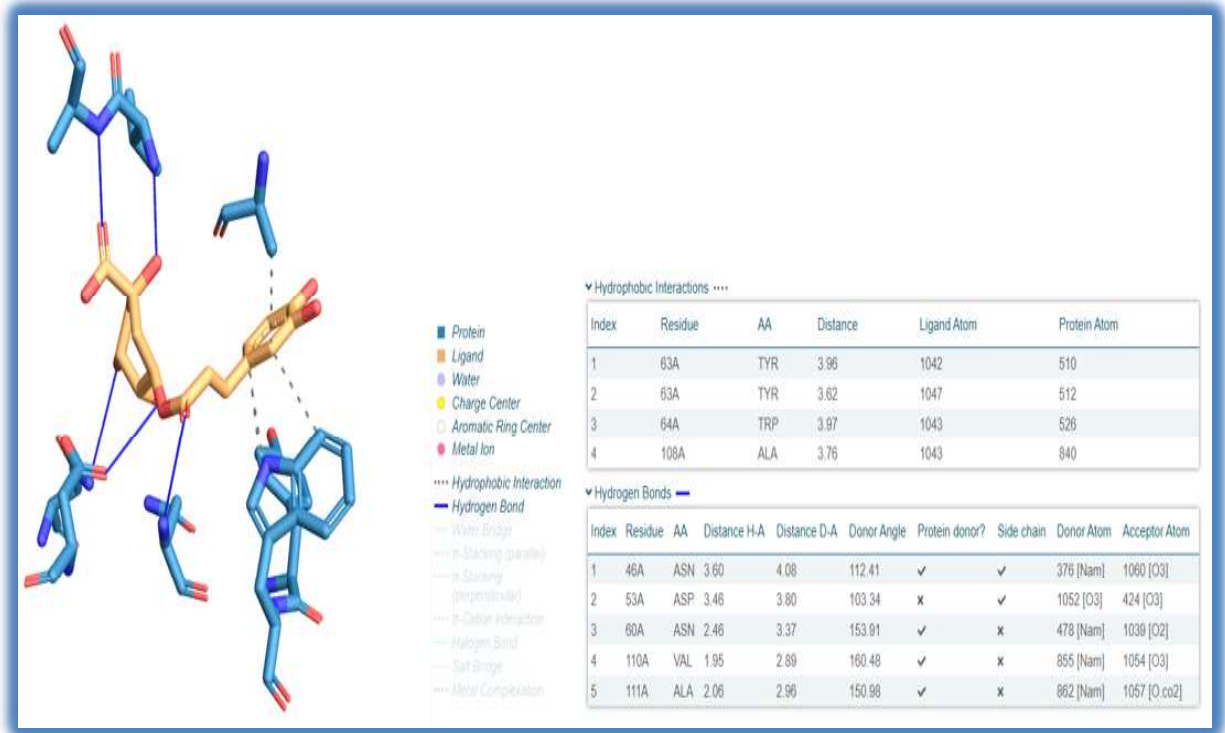
Bu çalışmada klorojenik asit-IREX etkileşimi incelenmiş olup, ortaya çıkan bağlanma enerjisi hesaplanmıştır. Sonucun negatif bir değer olması reaksiyonun ekzotermik olduğunu ve istemli bir şekilde gerçekleştiğini göstermektedir. Çalışmamızda IREX reseptör ve klorojenik asit ligand olarak alınmıştır. Klorojenik asit ve IREX arasındaki etkileşim Şekil 3'de gösterilmektedir.

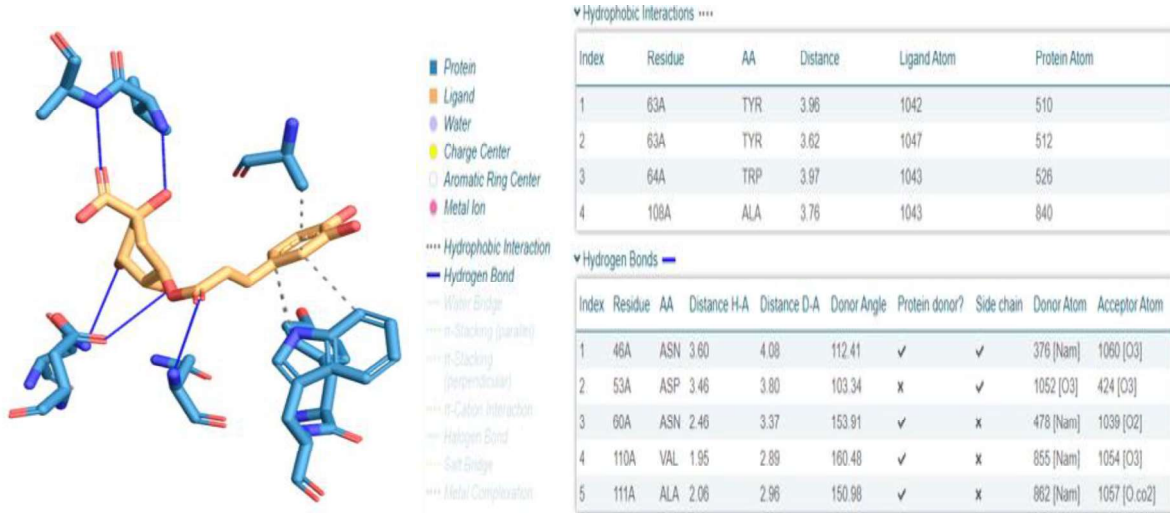


Şekil 3. Klorojenik asit ve IREX bağlanma bölgesindeki aminoasitler ile ligand arasındaki etkileşimin 2D ve 3D görüntüleri

Ligand ile reseptör arasında Van der Waals, konvensiyonel hidrojen bağı ve diğer etkileşimlerin olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4). Sekiz adet van der Waals etkileşimi görülmüştür. GLU35, ASN46, ASP53, ILE59, GLN58, TRP64, GLN104, ASP102 rezidüleri arasında gerçekleşmiştir (Şekil 4). Van der Waals kuvvetleri, protein-ligand kompleks oluşumunda belirleyici olmaktadır.

Ligandın proteine bağlanma afinitesinde bu etkileşimlerin çok önemli olduğu yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Benzer olarak He Liu ve ark (2021) klorojenik asit ile (-) epigallokateşin galatın sinerjik etkisine bakarak, klorojenik asitin lizozime bağlanma afinitesinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir.





Şekil 4. Klorojenik asit ve 1REX arasındaki bağların mesafe uzunlukları

Klorojenik asitin aminoasitlerle yapmış olduğu bağların mesafe uzunlukları Şekil 4’te görülmektedir. Bağlanma enerjisinin -7.4 çıkması reaksiyonun ekzotermik olduğunu ve istemli bir şekilde ve doğada enerji sarf edilmeden bağlandığının bir göstergesidir (Tablo 1).

Tablo 1. Klorojenik asit (PubChem CID: 1794427) ve 1REX etkileşiminde bağlanma enerjisi

Klorojenik Asit	Mod	Yakınlık	Uzaklık	En İyi Mod
1REX	1	-7.4	0.000	0.000
	2	-7.4	2.203	3.296
	3	-7.3	3.216	8.795
	4	-7.1	2.092	3.697
	5	-7.0	3.862	5.466
	6	-7.0	1.778	2.271
	7	-7.0	2.216	3.734
	8	-6.9	2.627	4.843
	9	-6.6	1.397	2.863

4. SONUÇ

Moleküler docking temelli çalışmalar ile ligand-protein etkileşim çalışmalarının hızlıca gerçekleştirilmesi yeni tedavi stratejileri için zaman ve maliyet açısından önem arz etmektedir. Yapılan bu çalışma ile klorojenik asit ile 1REX proteini arasındaki etkileşim gösterilmiştir. Afinite değerinin -7.4 çıkması, klorojenik asit ve 1REX (Native Human Lysozyme) etkileşimi neticesinde ortaya çıkan bağlanma enerjisi olarak hesaplanmıştır.

Sonucun negatif bir değer olması reaksiyonun ekzotermik olduğunu ve istemli bir şekilde ve doğada enerji sarf edilmeden bağlandığının bir göstergesidir.

Bu alışma klorojenik asitin lizozimle etkileşime girerek, antioksidan ve antitümör aktivite üzerine etkilerini gösteren teorik bir çalışma olup, gelecekte deneysel çalışmalara yn vereceğini düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

- Ali, M.S., Waseem, M., Subbarao, N., Al-Lohedan, H.A. (2021). Dynamic interaction between lysozyme and ceftazidime: Experimental and molecular simulation approaches. *J. Mol. Liq.* 328:115412, 10.1016/j.molliq.2021.115412.
- Gao, W., Wang, C., Yu, L., Sheng, T., Wu, Z., Wang, X., Zhang, D., Lin, Y., Gong, Y. (2019). Klorojenik asit Attenuates Dextran Sodium Sulfate-Induced Ulcerative Colitis in Mice through MAPK/ERK/JNK Pathway. *Biomed. Res. Int.* 2019, 6769789.
- Ghosh, K.S., Sahoo, B.K., Dasgupta, S. (2008). Spectrophotometric studies on the interaction between (–)-epigallocatechin gallate and lysozyme *Chem. Phys. Lett.* 452 (1-3):193-197, 10.1016/j.cplett.2007.12.018.
- He, F., Chu, S., Sun, N., Li, X., Jing, M.J., Wan, J., Zong, W., Liu, R., Tang, J. (2021). Binding interactions of acrylamide with lysozyme and its underlying mechanisms based on multi-spectra, isothermal titration microcalorimetry and docking simulation. *J. Mol. Liq.* 337: 116460.
- Jing, M.Y., Song, W., Liu, R.T. (2016). Binding of copper to lysozyme: Spectroscopic, isothermal titration calorimetry and molecular docking studies. *Spectrochim. Acta. A Mol. Biomol. Spectrosc.* 164:103-109, 10.1016/j.saa.2016.04.008.
- La Rosa, G., Sozio, C., Pipicelli, L., Raia, M., Palmiero, A., Santillo, M., Damiano, S. (2023). Antioxidant, Anti-Inflammatory and Pro-Differentiative Effects of Klorojenik asit on M03-13 Human Oligodendrocyte-like Cells. *International Journal of Molecular Sciences.* 24(23):16731. <https://doi.org/10.3390/ijms242316731>.
- Liang, M., Liu, R., Qi, W., Su, R., Yu, Y., Wang, He, L.Z. (2013). Interaction between lysozyme and procyanidin: multilevel structural nature and effect of carbohydrates. *Food Chem.* 138 (2-3):1596-1603, 10.1016/j.foodchem.2012.11.027.
- Liu, H., Liu, M., Lu, D.W., Zhao, W.Y., Liu, J., Wu, Y., Zhang, B. S.Y. (2021). Competitive binding of synergistic antioxidant klorojenik asit and (–)-epigallocatechin gallate with lysozyme: Insights from multispectroscopic characterization, molecular docking and activity evaluation, *Journal of Molecular Liquids.* 341:117387, ISSN 0167-7322, <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2021.117387>.
- Liu, M., Liu, T., Shi, Y., Zhao, Y., Yan, H., Sun, Q., Wang, B., Wang, Z. Han, J. (2019), Comparative study on the interaction of oxyresveratrol and piceatannol with trypsin and lysozyme: binding ability, activity and stability. *Food Funct.* 10 (12):8182-8194.

Moslehi, A., Komeili-Movahhed, T., Ahmadian, M., Ghoddoosi, M., Heidari, F. (2023). Klorojenik asit attenuates liver apoptosis and inflammation in endoplasmic reticulum stress-induced mice. *Iran. J. Basic Med. Sci.* 26: 478–485.

Nabavi, S.F., Tejada, S., Setzer, W.N., Gortzi, O., Sureda, A., Braidy, N., Daglia, M., Manayi, A. Nabavi, S.M. (2017). Klorojenik asit and Mental Diseases: From Chemistry to Medicine. *Curr. Neuropharmacol.* 15:471–479.

Rezende, J.D.P., Coelho, Y.L., de Paula, H.M.C., da Silva, L.H.M. Pires A.C.D.S. (2020). Temperature modulation of lutein-lysozyme hydrophobic-hydrophilic interaction balance J. *Mol. Liq.* 316:113887.

Sava, G., Benetti, A., Ceschia, V., Pacor, S. (1989). Lysozyme and cancer: role of exogenous lysozyme as anticancer agent (review). *Anticancer research.* 9(3): 583–591.

Wang Y., Zhang, T., Xu, J., Du, W. (2011). Comparison of the binding affinity of klorojenik asit with two serum albumins- *Int. J. Biol. Macromol.* 48 (1):81-86, 10.1016/j.ijbiomac.2010.09.015.

KORNIŞON (TURŞULUK HIYAR) ÜRETEN İŞLETMELERİN SOSYO-EKONOMİK ÖZELLİKLERİ: AFYONKARAHİSAR İLİ ÖRNEĞİ

SOCIO-ECONOMIC CHARACTERISTICS OF BUSINESSES PRODUCING GHERKİN (PICKLED CUCUMBER): THE CASE OF AFYONKARAHİSAR PROVINCE

Doç. Dr. Emine AŞKAN

Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Şehit Bülent Yurtseven
Kampüsü, Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4052-6598>

Prof. Dr. Köksal KARADAŞ

Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Şehit Bülent Yurtseven
Kampüsü, Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1176-3313>

Erdal ÇALIKUŞU

Tarım ve Orman Bakanlığı Afyonkarahisar Başmakçı İlçe Tarım Müdürlüğü
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-8397-0419>

ÖZET

Bu çalışmanın amacı Afyonkarahisar ilinde kornişon (turşuluk hıyar) üreten işletmelerin demografik özellikleri, üretim faaliyeti ile ilgili problemleri ve çözüm önerilerini belirlemektir. 2022 yılı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Afyonkarahisar Tarım ve Orman il ve ilçe müdürlükleri çiftçi kayıt sistemi (ÇKS) kayıtlarından elde edilen verilerden ilde toplam 4 860.48 da alanda 550 işletme de üretim yapıldığı tespit edilmiştir. Kornişon ekimi yapılan arazilerin parçalı ve dağınık olması nedeniyle tarım işletmelerinin arazi büyüklükleri $3 \leq n \leq 33$ dekar olarak belirlenmiştir. Basit Tesadüfi Örnekleme yönteminin veri sonuçlarına göre anket sayısı 88 olarak bulunmuş ve %10 yedek anket yapılmış olup analizler 88 üreticiden anket yöntemi ile elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre üreticilerin %92'sini erkek %8'ni kadınlar oluşturmaktadır ve üreticilerin yaş ortalaması 48,45'dir. Üreticilerin %65.90'u ilköğretim eğitime sahip olup %95.50'nin çiftçi olduğu belirlenmiştir. Ortalama arazi varlığı 52.75 da olarak belirlenmiştir. Üreticiler genellikle birinci, ikinci veya üçüncü ürün olarak kornişon (turşuluk hıyar) ekimi yapmaktadırlar. Bölgede kornişon (turşuluk hıyar) arpa, fiğ, tritikale, patates ve haşhaş ile münavebeli olarak ekilmektedir. Ayrıca nadastan sonra da ilk ekimi yapılan ürün olmaktadır. Ürün iç ve dış piyasaya arz edilmektedir. Üretici ürünün %96.17'si şirket ve komisyoncuya satmaktadır. Üreticilerin en önemli problemi girdi fiyatlarının yüksek ürün fiyatının düşük olması ile pazarlama sorunlarıdır. Çözüm önerileri arasında üretici birlikleri kurularak birliklerin şirketlerle sözleşme yapması, yeterli derecede girdi desteği verilmesi ve üreticilerin verilen desteklerden haberdar edilmesi üretimde sürdürülebilirlik açısından önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Demografik Özellikler, Turşuluk Hıyar (Kornişon) Üretimi, Üretici Sorunları, Afyonkarahisar

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the demographic characteristics, problems related to production activities and solution suggestions of enterprises producing gherkins (pickled cucumber) in Afyonkarahisar province. From the data obtained from the farmer registration system (ÇKS) records of the Turkish Statistical Institute (TUIK) and Afyonkarahisar Agriculture and Forestry Provincial and Internal Directorates in 2022, it was determined that production was carried out in 550 enterprises in a total area of 4 860.48 decares in the province. Since the lands where gherkin cultivation is made are fragmented and scattered, the land size of agricultural enterprises is determined as $3 \leq n \leq 33$ decares. According to the data results of the Simple Random Sampling method, the number of surveys was found to be 88 and 10% spare survey was conducted and the analyzes were obtained from 88 producers by survey method. According to the research results, 92% of the producers are men and 8% are women, and the average age of the producers is 48,45. It was determined that 65.90% of the producers had primary school education and 95.50% were farmers. The average land asset was determined as 52.75 da. Producers generally plant gherkins (pickling cucumber) as the first, second or third crop. In the region, gherkins (pickled cucumber) are planted in rotation with barley, vetch, triticale, potatoes and poppy. It is also the first crop planted after fallow. The product is offered to the domestic and foreign markets. The manufacturer sells 96.17% of the product to companies and brokers. The most important problems of producers are high input prices and low product prices and marketing problems. Among the solution suggestions, establishing producer unions and making contracts with companies, providing adequate input support and informing producers about the support provided are important for sustainability in production.

Key Words: Demographic Characteristics, Pickling Cucumber (Gherkin) Production, Producer Problems, Afyonkarahisar

GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması, küresel ısınma ile meydana gelen kuraklık, doğal felaketler ve salgın hastalıklar tarım ve tarım ürünlerinin vazgeçilmez bir sektör olduğunu bize bir kez daha göstermiştir. Özellikle son yıllarda meydana gelen kuraklık, ülkelerin tarım ürünlerine korumacılık kapsamında ihracat yasakları gıdaya erişimi ve gıda tedarik zincirinde aksamalara neden olmuştur. Birleşmiş Milletlerin (BM) 2023 yılında yayımlanan raporuna göre 2022'de ortalama 735 milyon kişinin açlıkla karşı karşıya kaldığı açıklanmıştır. Bu durum ise günümüzde tarımsal üretimin ve pazarlamanın önemini artırmıştır.

Türkiye, ABD'den sonra dünyada ekolojik zenginliğe sahip ülkelerin başında gelmektedir. Ekolojik zenginlik ise Türkiye'yi diğer tarımsal ürünlerde olduğu gibi, sebzeçilik açısından da şanslı bir konuma getirmektedir. Türkiye ekolojisinde ılıman ve subtropik iklim kuşağında 50 civarında sebze türü yetiştirilebilmektedir (Yanmaz, Özçoban, Gözlüklü, Okçu, 2002).

Araştırma konusu kornişon (turşuluk hıyar) meyve sebze sektörünün alt bölümü kapsamında yer almakta olup, kornişonun ihracata konu olması, birim alandan yüksek getiri sağlaması, yaz aylarında hububat ekli alanların değerlendirilmesi, TV, İnternet ve yazılı görsel medyada turşu ürünlerinin Covid-19 gibi pandemi süreçlerinde hastalık önleyici etkisi ve sağlığa faydaları tüketicilerin yurtiçi ve yurt dışı talebinde hızlı artışlara sebep olmuştur.

The Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database (FAOSTAT) verilerine göre dünya kornişon (turşuluk hıyar)2012-2022 yılı arasında ekim alanı %2,76 artarken üretim miktarında %33,71 ve verimde %30.11 oranında bir artış yaşanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Dünya Kornişon (Turşuluk Hıyar) Ekilen Alan, Üretimi Miktarı ve Verimi (2012-2022)

Yıllar	Ekilen Alan (ha)	Üretim Miktarı (Ton)	Verim (Ton/ha)
2012	2 115 921	70 839 104.15	33.48
2013	2 110 991	73 250 608.58	34.70
2014	2 139 223	76 136 207.00	35.59
2015	2 160 513	78 407 251.05	36.29
2016	2 198 268	80 866 789.18	36.79
2017	2 111 345	82 219 382.11	38.94
2018	2 128 731	84 974 109.18	34.92
2019	2 165 145	88 193 857.21	40.73
2020	2 153 402	90 745 183.85	42.14
2021	2 161 283	92 613 393.91	42.85
2022	2 174 347	94 718 396.55	43.56

Kaynak: FAOTAT, 2024

Dünya kornişon (turşuluk hıyar) üretimi yapan ilk 10 ülke ve üretim miktarları incelendiği zaman 2022 yılında toplam üretiminin (94 718 396.55 ton) %81.62'ni (77 307 298.80 ton) Çin üreterek ilk sırada yer alırken Türkiye (1 938 545.00 ton) %2.05 oranı ile ikinci sırada yerini almaktadır. Rusya (1 635 903.13) %1.73'lük oran ile üçüncü sırada, Meksika (1 078 210.46 ton) %1,14 ile dördüncü sırada, Özbekistan (904 390.00 ton) %0.95'lik oran ile beşinci sırada yer almaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Dünya Kornişon (Turşuluk Hıyar) Üretimi Yapan İlk 10 Ülke ve Üretim Miktarları (FAO, 2022)

Sıra No	Ülke Adı	Üretim Miktarı (Ton)	Dünya Üretimindeki Payı (%)
1	Çin	77 307 298.80	81.62
2	Türkiye	1 938 545.00	2.05
3	Rusya	1 635 903.13	1.73
4	Meksika	1 078 210.46	1.14
5	Özbekistan	904 390.00	0.95
6	Ukrayna	825 590.00	0.87
7	İspanya	769 970.00	0.81
8	ABD	595 630.00	0.63
9	Kazakistan	568 748.11	0.60
10	Japonya	548 600.00	0.58
11	Diğer	8 545 511.05	9.02
	Dünya	94 718 396.55	100.00

Kaynak: FAO, 2024

Türkiye kornişon (turşuluk hıyar) üretimi Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2013-2023 yılları arasında veriler incelendiği zaman ekilen alanda %50.14'lük bir artış yaşanarak üretim miktarı %119.86'lük bir artış ve verimde de %46.44'lük bir artış yaşandığı belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Türkiye Kornişon (Turşuluk Hıyar) Üretim Alanı, Üretim Miktarı ve Verimi (2013-2023)

Yıl	Ekilen Alan (da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)
2013	75 553	140 842	1 864.15
2014	75 005	144 041	1 920.42
2015	68 656	135 335	1 971.20
2016	67 362	134 784	2 000.89
2017	68 041	139 855	2 055.45
2018	67 731	146 538	2 163.53
2019	70 895	168 488	2 376.59
2020	77 357	207 898	2 687.51
2021	75 302	193 640	2 571.51
2022	94 370	248 022	2 628.19
2023	113 433	309 654	2 729.84

Kaynak: TÜİK, 2024

Türkiye 2023 yılı kornişon (turşuluk hıyar) üretiminde öne çıkan iller incelendiği zaman İzmir % 44.63 oranı (50 620 da) alan, %40.25 (124 651 ton) üretim miktarı ile 2 462.49 kg/da verim ile ilk sırada yer alırken araştırma bölgesi olan Afyonkarahisar %16.36 (18 557 da) alan, %29.13 (90 196 ton) üretim miktarı ve dekara 4 860.48 kg ile ikinci sırada yer almaktadır. Üçüncü sırada ise Manisa 16.04 (18 190 da) alan, %11.65 (36 078 ton) üretim miktarı ve dekara 1 983.40 kg verim ile üçüncü sırada yer almaktadır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Türkiye 2023 Yılı Kornişon (Turşuluk Hıyar) Ekim Alanı, Üretim ve Veriminde Öne Çıkan İller

İller	Ekilen Alan (da)	İller	Üretim Miktarı (ton)	İller	Verim (kg/da)
İzmir-35	50 620	İzmir-35	124 651	İzmir-35	2 462.49
Afyonkarahisar-3	18 557	Afyonkarahisar-3	90 196	Afyonkarahisar-3	4 860.48
Manisa-45	18 190	Manisa-45	36 078	Manisa-45	1 983.40
Balıkesir-10	8 350	Balıkesir-10	23 600	Balıkesir-10	2 826.35
Ankara-6	4 090	Uşak-64	5 243	Uşak-64	1 281.91
Uşak-64	3 710	Ankara-6	5 178	Ankara-6	1 395.69
Diyarbakır-21	1 040	Diyarbakır-21	3 760	Diyarbakır-21	3 615.38
Karaman-70	1 000	Karaman-70	2 500	Karaman-70	2 500.00
Denizli-20	956	Denizli-20	2 114	Denizli-20	2 211.30
Çorum-19	691	Eskişehir-26	2 064	Eskişehir-26	2 986.98

Kaynak: TÜİK, 2024

Dünya ticaretinde Trade statistics for international business development (TRADE MAP) verileri incelendiği zaman 2022 yılında Meksika dünya kornişon (turşuluk hıyar) ihracat miktarında % 27.56 (850 291 ton) ile ilk sırada yer alırken 696 368 000 \$ gelir elde etmektedir. İspanya dünya ihracatının ise %21.70 (669 501 ton) ile 958 443 000 \$ gelir elde etmektedir. Türkiye ise dünya ihracatçı ülkeler arasında %3.47 (107 103 ton) ile Hollanda, Kanada ve İran'dan sonra yer almasına rağmen 71 393 000 \$ ile İran'dan daha yüksek ihracat geliri elde etmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Dünyada Kornişon (Turşuluk Hıyar) Ticaretinde Önemli Ülkeler (2022)

İhracatçı Ülkeler	İhraç Edilen Miktar (ton)	İhraç Edilen Değer (bin \$)	İthalatçı ülkeler	İthal Edilen Miktar (ton)	İthal Edilen Değer (bin \$)
Meksika	850 291	696 368	ABD	1 097 263	1188 366
İspanya	669 501	958 443	Almanya	538 992	791 666
Hollanda	430 755	590 808	Birleşik Krallık	202 229	308 473
Kanada	227 743	442 184	Hollanda	102 905	119 189
İran	174 141	47 443	Fransa	73 673	107 126
Türkiye	107 103	71 393	Polonya	79 435	104 135
Afganistan	95 690	17 171	Belçika	61 951	74 672
Yunanistan	51 458	52 007	Çek Cumhuriyeti	59 909	68 282
Belçika	43 358	54 948	İsveç	35 294	53 967
Romanya	39 677	24 091	Kanada	37 160	51 526
Çin	38 090	52 652	İsviçre	35 294	42 536
Almanya	37 467	25 961	Avusturya	30 836	42 536
ABD	35 919	49 353	Ukrayna	38 216	42 344
Honduras	22 964	8 785	Danimarka	25 083	42 109
Diğer	260 901	256 833	Diğer	668 664	448 904
Dünya	3 085 058	3 348 440	Dünya	3 073 319	3 486 004

Kaynak: TRADE MAP, 2024

Dünya TRADE MAP 2024 yılı kornişon ithalat rakamlarına bakıldığında 2022 yılında ABD %35.70 (1 097 263 ton) ve 1 188 366 000 \$ ile ithalatçı ülkeler arasında ilk sırada yer alırken Almanya % 17.54 (538 992 ton) ve 791 666 000 \$ ile ikinci sırada ve Birleşik Krallık %6.58 (202 229 ton) 308 473 000 \$ ile üçüncü sırada yerini almaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışmada temin edilen veriler, birincil ve ikincil verilerden oluşmuştur. Afyonkarahisar ilinde turşuluk hıyar (kornişon) üreticiliği yapan işletmelerle yüz yüze yapılan anketlerden elde edilen veriler birinci verileri meydana getirmiştir. İkincil veriler ise TÜİK, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). TRADE MAP tarafından yayımlanan istatistik verileri, Tarım ve Orman Bakanlığı ÇKS kayıtları, konu ile ilgili ulusal ve uluslararası düzeyde yapılmış tez, makale ve proje raporlarından elde edilmiştir. Çalışma 2022 yılı üretim dönemini kapsamaktadır.

Yöntem

Örnekleme Aşamasında Kullanılan Yöntem

Tarım ekonomisi araştırmalarında tesadüfi örnekleme yöntemleri daha çok tercih edilmektedir. Bu yöntemin ayrıcalığı, örnekten elde edilen istatistiklerin populasyon parametrelerini, belirli bir güven sınırında ve bilinen bir hata ile temsil etmesi olarak belirtilmiştir (Çiçek ve Erkan 1996).

2022 yılı TÜİK ve Afyonkarahisar Tarım ve Orman il ve ilçe müdürlükleri ÇKS kayıtları ve raporlardan elde edilen verilerde ilde toplam 4 860.48 da alanda 550 işletme de üretim yapıldığı tespit edilmiştir. Kornişon ekimi yapılan arazilerin parçalı ve dağınık olması nedeniyle tarım işletmelerinin arazi büyüklükleri $3 \leq n \leq 33$ dekar olarak belirlenmiştir. 3

dekar altındaki işletmelerin ve 33 dekar üzeri işletmelerin mevcut popülasyonu temsil etme niteliği taşımadığı için ana kitleye dâhil edilmemiştir.

Basit Tesadüfi Örneklemeye Yöntemi Eşitlik 1’de gösterilmiştir.

$$n = \frac{N.S^2.z^2}{(N-1).d^2 + S^2.z^2}$$

$$n = \frac{358 * 39,16 * 1,645^2}{(358 - 1) 9,57 + 39,16 * 1,645^2} = 87,63 = 88$$

Burada;

n = örnek hacmi

S² = standart sapma (39.16)

z = %90 güven sınırı için cetvel değeri (1.645)

N = örnekleme çerçevesine ait toplam birim sayısı (358)

d = kabul edilebilir hatayı (d = X * 0.10) ifade edilir (0.957)

X=İşletme başına ortalama arazi miktarı (da)

%90 güven sınırında (z =1.65) ve ortalamadan %10 sapma ile örnek işletmelerin hacimleri belirlenmiştir.

Basit Tesadüfi Örneklemeye yönteminin veri sonuçlarına göre anket sayısı 88 olarak bulunmuş ve %10 yedek anket yapılmış olup analizler 88 ankete göre yapılmıştır.

Verilerin analizinde uygulanan metot

Anket yoluyla ve çeşitli kurumların resmi kayıtlarından yararlanılarak elde edilen bilgiler Excel hesap tablosu programı yardımıyla düzenlenerek analize hazır hale getirilmiş ve SPSS paket programına aktarıldıktan sonra gerekli analizler yapılmıştır.

Yapılan anketlerde ilk olarak işletmelerin sosyo-ekonomik yapıları içinde nüfus, eğitim, işgücü varlıkları incelenmiştir. Diğer bölümlerde işletmelerin arazi varlığı, arazi tasarruf şekilleri, üretim ile ilgili sorunlar ve çözüm önerilerine ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

İşletmelerde Nüfus ve Eğitim Durum

Araştırma bölgesinde kornişon (turşuluk hıyar) üreten işletmelerin demografik özellikleri belirlenirken ilk olarak işletmelerin nüfus durumu incelenmiştir. Tarım işletmelerinde bulunan nüfus, yaş grubu ve dağılımı aile işgücünün belirlenmesinde önemlidir (Kızıloğlu, 1994; Peker ve Ayyıldız, 1996; Karadaş ve Güler, 2020). Araştırma bölgesinde işletmelerde ortalama 3.69 adet birey olduğu tespit edilmiş olup çalışabilir nüfusun Erkek İş Birimi (EİB) cinsinden ise 1.47 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6.). Şili ve Gündüz (2014) EİB cinsinden aile işgücünü Samsun’da 3.92, Aşkan, Dağdemir, Tercan (2018) Erzurum’da ortalama aile nüfusunun 3.42 kişi, ortalama aile işgücü ise 2.00 EİB, Bakçı (2018) Iğdır’da 3.66 ve Karadaş ve Güler (2020) 4.28 olarak tespit etmiştir.

Çizelge 6. İşletmelerde Çalışabilir Nüfusun Yaş Ve Cinsiyete Göre Dağılışı

	0-6 Yaş çocuk	7-14 yaş çocuk	15- 49 yaş kadı n	15-49 yaş erke k	50-64 yaş kadın	50-64 yaş erkek	65 yaş üstü kadı n	65 yaş üstü erke k	Topla m nüfus
Maksim um	12	27	90	97	24	32	5	12	299
Ortalam a	0.05	0.12	0.35	0.36	0.64	0.63	0.77	0.77	3.69
%	1.36	3.25	9.48	9.76	17.34	17.07	20.87	20.87	100
EİB	-	0.06	0.26	0.36	0.32	0.47	-	-	1.47

İşgücünün asıl kaynağını oluşturan 15-49 yaş grubu erkek ve kadın işgücünün toplam %19.74 olması yani %50'nin altında olması, incelenen işletmelerde aile işgücü potansiyelinin düşük olduğunun bir göstergesidir (Çizelge 6).

Tarım işletmelerinde kaynak kullanım etkinliği ve işletme gelirini arttırmada çiftçinin eğitim düzeyi ile tecrübesi iki önemli etken olup modern tarımın gerektirdiği unsurlardan en önemlisi ise üretici çiftçinin eğitilmesi gerekliliğidir (Karagölge, Kızıloğlu, Yavuz, 2013). Üreticilerin %65.9'nun ilkokul mezunu, %2.3'nün ortaokul, %29.5'nin lise, %2.3'nün üniversite mezunu olması üreticilerin eğitim seviyesinin düşük olduğunu göstermektedir (Çizelge 7.).

Çizelge 7. Üreticilerin Eğitim Durumları

Eğitim durumu	İşletmeci sayısı	%
İlkokul	58	65.9
Ortaokul	2	2.3
Lise	26	29.5
Üniversite	2	2.3
Toplam	88	100.0

İşletmecilerin Yaşları ve İşletme Dışı Geliri

Üreticilerin 25-75 yaş aralığında olduğu araştırma bölgesinde ortalama yaş 48,45 olarak belirlenmiştir. Engindeniz ve Coşar (2013) üreticilerin yaş ortalamasını 48.04, Özger (2018) ise 51 ve Karadaş ve Güler (2021) 52 olarak tespit etmiştir. Araştırma bölgesinde üreticilerin %97.8'nin sadece çiftçilikle ilgilendiği ek gelirinin olmadığı, %2.3'nün ise öğretmen olduğu belirlenmiştir (Çizelge 8.).

Çizelge 8. Üreticilerin Meslekleri Ve Ek Gelir Kaynakları

Gelir kaynağı	İşletmeci sayısı	%
Çiftçi	84	95.5
Öğretmen	2	2.3
Ev hanımı	2	2.3
Toplam	88	100.0

Üreticilerin Arazi Varlığı

Araştırma bölgesinde kornişon (turşuluk hıyar) üreten işletmelerin arazi varlığı incelendiği zaman 1-50 da arasında %79.5'nin sulu %50.0'nin kuru tarım arazisine sahip olduğu, 51-100 da ise %18.2 sulu, %38.6 kuru arazisine sahip olduğu tespit edilmiştir. İşletmelerin ortalama arazi varlığı ise 52.75 da'dır (Çizelge 9).

Çizelge 9. Üreticilerin Arazi Varlığı

Arazi Varlığı (da)	Sulu alan		Kuru alan	
	İşletme Sayısı	%	İşletme Sayısı	%
1-50 da	70	79.5	44	50.0
51-100 da	16	18.2	34	38.6
101-150 da	2	2.3	7	8.0
151-200 da	0	0.0	1	1.1
200 da üzeri	0	0.0	2	2.3
Toplam	88	100.0	88	100.0

Afyonkarahisar merkez ve ilçelerinin 2021 ve 2022 yılları münavebe araştırmasına göre kornişon (turşuluk hıyar) ekiminden önceki ürün olarak işletmelerin %58.0'ı nadas, %18.2'si tritikale, %15,9'u fiğ , %4.5'i arpa ve %3.4'ü haşhaş ekimi yapmaktadır. Kornişon (turşuluk hıyar) hasadı bitiminden sonra ise %75.0'ı haşhaş, %10.2'si buğday, %5.7'si nadas, %3.4'ü arpa , %2.3'ü fiğ, %2.3'ü tritikale, %1.1'i patates ekimi yapmaktadır (Çizelge 10).

Afyonkarahisar iklim şartlarının erken ilkbaharda soğuk olması ekilen ürün çeşitliliğini azaltmakta olup, üreticiler tarlalarda %58.0'lik oranla kış mevsimi boyunca nadas bırakılarak Mayıs ayının 3. haftası ekim işlemine başlamaktadır. Kornişon hasadından sonra ekilecek ürün olarak çiftçilerin %75.0'ı haşhaş ekimini tercih etmektedir. Bölgede haşhaş bitkisi hem tarla verimliliği hem de yüksek gelir getirici ürün olması nedeni ile tercih edilmektedir.

Çizelge 10. Afyonkarahisar İli İlçelerinde Kornişon (Turşuluk Hıyar) Münavebe Durumu (2021)

İlçe Adı	İşletme Sayısı	Önceki Ürün	Şimdiki ürün	İşletme Sayısı	Sonraki ürün
Başmakçı	1	Arpa	Kornişon (Turşuluk	1	Haşhaş
	2	Fiğ	Kornişon (Turşuluk	2	Haşhaş
	3	Haşhaş	Kornişon (Turşuluk	1	Arpa
			Hıyar)	1	Buğday
	9	Tritikale (Y.ot)	Kornişon (Turşuluk Hıyar)	1 6 1 2	Fiğ Haşhaş Nadas Tritikale
Afyon Merkez	1	Arpa	Kornişon (Turşuluk	1	Haşhaş
	1	Fiğ	Kornişon (Turşuluk	1	Arpa
	19	Nadas	Kornişon (Turşuluk	19	Haşhaş
	2	Tritikale	Kornişon (Turşuluk	2	Haşhaş
Sinanpaşa	1	Tritikale	Kornişon (Turşuluk	1	Haşhaş
	1	Fiğ	Kornişon (Turşuluk	1	Buğday
Sultanda	1	Fiğ	Kornişon (Turşuluk	1	Buğday
Şuhut	1	Tritikale	Kornişon (Turşuluk	1	Buğday
Dinar	1	Fiğ	Kornişon (Turşuluk	1	Buğday
	2	Arpa	Kornişon (Turşuluk	1	Buğday
	2	Nadas	Kornişon (Turşuluk	1 2	Haşhaş Haşhaş
Dazkırı	2	Nadas	Kornişon (Turşuluk	2	Buğday
	2	Tritikale	Kornişon (Turşuluk	2	Nadas
	1	Fiğ	Kornişon (Turşuluk	1	Arpa
	1	Nadas	Kornişon (Turşuluk	1	Nadas
Evciler	1	Nadas	Kornişon (Turşuluk	1	Nadas
Çobanlar	2	Nadas	Kornişon (Turşuluk	1 1	Fiğ Haşhaş
			Hıyar)		
Hocalar	1	Fiğ	Kornişon (Turşuluk	1	Haşhaş
Sandıklı	3	Fiğ	Kornişon (Turşuluk	1 2	Patetes Haşhaş
			Hıyar)		
	1	Nadas	Kornişon (Turşuluk	1	Haşhaş
	1	Tritikale	Kornişon (Turşuluk	1	Haşhaş
Çay	1	Nadas	Kornişon (Turşuluk	1	Buğday
	1	Fiğ	Kornişon (Turşuluk	1	Haşhaş
Bolvadin	1	Nadas	Kornişon (Turşuluk	1	Haşhaş
İhsaniye	21	Nadas	Kornişon (Turşuluk	21	Haşhaş
İscehisar	2	Fiğ	Kornişon (Turşuluk	2	Haşhaş
TOPLA	88			88	

Araştırma bölgesinde kornişon (turşuluk hıyar) ekim nöbeti incelendiği zaman işletmelerin %59.09'u 1. ürün olarak 379.41 dekar alanda kornişon üretimini tercih ettiği görülmektedir. İşletme başına ortalama 7.30 da alanda üretim yapılmaktadır. Araştırma bölgesinde 2. Ürün olarak kornişonu tercih eden işletme sayısı toplam işletme sayısının %40.91'ni oluştururken 410.95 dekar alanda işletme başına ortalama 11.41 da alanda üretim yapılmaktadır (Çizelge 11).

Çizelge 11. Kornişon (Turşuluk Salatalık) Üreten İşletmelerdeki Ürün Ekilen Alan ve Ekim Nöbeti

1.	Ürün	İşletme Sayısı	52
		Toplam Alan (da)	379.41
		İşletme başına ortalama alan (da)	7.30
		Ekim-Dikim Zamanı	Mayıs-Haziran
		Hasat Zamanı	Temmuz-Ekim
2.	Ürün	İşletme Sayısı	36
		Toplam Alan (da)	410.95
		İşletme başına ortalama alan (da)	11.41
		Ekim-Dikim Zamanı	Mayıs-Haziran
		Hasat Zamanı	Temmuz-Ekim

Kornişonun (turşuluk hıyar) 1.ürün ekim alanları Afyonkarahisar il merkezine ve İç Anadolu bölgesine yaklaştıkça artmaktadır. Ekim zamanı olan Mayıs ayında sonbahar ekiminin iklim şartlarından dolayı yeterli vejetasyonu sağlamadığından dolayı zorunlu 1. ürün olarak tercih edilmektedir.

Kornişon (turşuluk hıyar) 2.ürün ekimi daha çok Ege ve Akdeniz geçit bölgeleri ve Göller Bölgesi alanlarında iklim şartlarının uygun olması ve hasat süresinin uzun olması nedeniyle aynı alandan 2. ürün ekimi olarak tercih edilmektedir.

Toprak Analizi, Gübreleme, Toprak Dezenfeksiyonu ve Yaprak Analizi Uygulamaları

Araştırma bölgesinde işletmelerin yetiştirmiş oldukları kornişon (turşuluk hıyar) ürünü için toprak ve bitki besin elementleri ihtiyaç veya fazlalığı ile toprak hastalıklarına karşı yapılan uygulamalar üzerine yapılan araştırmada işletmelerin sadece %5.7'nin 2 yılda bir toprak analizi yaptırdığı, işletmelerin tamamının yani %100'nün gübreleme yaptığı tespit edilmiştir. İşletmelerin gübreleme sıklığı araştırıldığı zaman 4 günde bir gübreleme yapan işletme sayısının %1.14, haftada bir uygulama yapan işletme sayısının %10.2, 10 günde bir gübreleme yapan işletme sayısının %4.5, 15 günde bir uygulama yapan işletme sayısı %25, ayda bir uygulama yapan işletme sayısının oranının %59.0 olduğu tespit edilmiştir. Toprak dezenfeksiyonu ve yaprak analizinin hiçbir işletme tarafından yapılmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 12. İşletmelerin Toprak ve Bitkiye Uyguladığı İşlemler

İşlem Adı	Uygulama Yapan İşletme Sayısı	%	Uygulama Sıklığı	İşletme Sayısı	%
Toprak Analizi	5	5.7	2 Yılda Bir		5.7
Gübreleme	88	100	4 Günde bir	1	1.14
			Haftada bir	9	10.2
			10 Günde Bir	4	4.5
			15 Günde Bir	22	25.0
			Ayda Bir	52	59.0
Toprak Dezenfeksiyonu	0	0	0	0	0
Yaprak Analizi	0	0	0	0	0
Toplam	93			88	

Bunun sonucunda üretilen üründe istenilen verim seviyesine ulaşılamadığı düşünülmektedir. Bilinçli uygulama ve rekolte yüksekliği için toprak analizi, yaprak analizi ve gübreleme konularında eğitimler düzenlenerek, özellikle toprak numunesi alımı konusunda pratikte uygulamalı çalışma yapılması gerekmektedir. Sürdürülebilir tarım ve üretimde etkinlik için bu çok önemlidir.

Üretimde Karşılaşılan Sorunların Değerlendirilmesi

Araştırma bölgesinde kornişon (turşuluk hıyar) yetiştiriciliği ve üretimi açık alanda yapılmaktadır. Bölgede üreticilerin üretimde karşılaştıkları sorunlar önem sırasına göre Çizelge 13'de belirtilmiştir. Araştırma bölgesinde üreticilerin %95'i en önemli sorunun girdi fiyatlarının (tohum, gübre, kimyevi ilaç, su, yakıt vb.) yüksek olduğunu vurgularken, üreticilerin %83'ü doğal afetlerden (kuraklık, barajda su çekilmesi, dolu, aşırı yağış, don) dolayı yaşanan ürün kayıplarından, %66'sı hastalık ve zararlılardan (yalancı mildiyö, kırmızı örümcek, yaprak biti) kaynaklı sorunları önemli bulmuşlardır. Ürünün hasat döneminde iki günde bir hasat edilmesi gerektiği için işçi temini ve vasıflı işçi bulunamamasından kaynaklı sorunun %61'lik oranda önemli olduğu, sulama suyu sıkıntısı yaşanmasının %55 oranında önemli olduğu, teknik bilgi yetersizliğinin ise %4'lik öneme sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 13. Üretimde Karşılaşılan Sorunların Önem Sırasına Göre Dağılımı

Üretim Sorunu	Önemli olarak gören işletme sayısı	Önem sırasına göre öncelik oranı (%)
Girdi Fiyatlarının Yüksekliği	84	95
Doğal Afetler	73	83
Hastalık ve zararlılar	58	66
İşgücü temini ve işçilik ücreti	54	61
Sulama suyu sıkıntısı	49	55
Teknik Bilgi Yetersizliği	36	41

Üreticilerin Kornişon (Turşuluk Hıyar) Satış Yöntemleri

Araştırma bölgesinde kornişon (turşuluk hıyar) pazarlama süreci kış aylarında planlanmaktadır. İhracatçı firmaların satın alım taahhütleri genellikle Şubat veya en geç Mart ayında sözleşmeli üretim kapsamında il, ilçe ve köylerde şirket ile bağlantılı komisyoncular aracılığı ile fiyat bilgisinin üreticilere duyurulması ve üretim için gerekli tohum, kimyevi gübre, zirai mücadele ilacı ve avans ödemesinin yapılması ile başlamaktadır. Yapılan sözleşme kapsamında Mayıs ayı veya en geç Haziran ayının ilk haftalarında ekim-dikim işlerinin tamamlanarak her yıl 15 Eylül tarihine kadar ürün alım garantisi sunularak karşılıklı taahhütler gerçekleştirilmektedir. Sözleşme kapsamında üreticiler hasat ettikleri ürünlerini şirkete bağlı komisyoncuya tasnif eleğinde işlem yaparak teslim etmektedir. Kornişon (turşuluk hıyar) büyüklüklerine göre 1,2,3 ve 4 numara olmak üzere gruplara ayrılarak satışa sunulduğu için gruplarına ayrılarak tasnif edilmesi için şirketin veya komisyoncunun tasnif eleklerine hasat günü getirilerek her numara için ayrı fiyat belirlenip satışı yapılır. Komisyoncu tasnif eleğine gelen ürün aynı gün bekletilmeden şirket merkezine veya şubelerine taşınması gerçekleştirilir. Sözleşme bitiş tarihine kadar günlük rutin işlemler aynı şekilde devam etmektedir. Üretici ürününü kalan kısmını sözleşme bitiminde imkânları doğrultusunda turşu kurma vaktinin gelmesi ile yakın pazarlara çıkarmaktadır. Sözleşmeli tarım kapsamında yapılan üretimin sözleşme bitiş süresi her yıl 15 Eylül olmasına rağmen şirketler ürün alımını devam ettirmekte ve sözleşme bitiminden sonra fiyatları yükselttiklerinden dolayı üretici ürününün %96.17'sini şirket veya komisyoncuya satmaktadır. Ürünün %3.83'ü pazarda satılmaktadır. Üreticiler ürünlerini tarladan tasnif eleklerine getirerek numaralarını belirlemek zorunda oldukları için hal veya bahçeden doğrudan satış yapılamamaktadır.

Pazarlama ağında komisyoncu en önemli etkidir. Üretici ürettiği ürünü komisyoncu eleğinde tasniflemesi için komisyon vererek pazarlama ağına giriş yapmaktadır. Hasat sezonu sonuna kadar oluşan dönemde tüccar, komisyoncu, şirket, pazarcı tam anlamıyla rekabet içerisinde oldukları için fiyatlar artarak dönem devam etmektedir.

Üreticilerin Komisyoncu Hakkında Görüşleri

Üreticilerin komisyoncu hakkında ve ürün satış aşamasındaki görüşlerine ilişkin yapılan araştırma verileri Çizelge 14'de gösterilmiştir. Tartı ve tasnif işlemleri üreticinin gözü önünde yapılıyor olması üreticilerinde güven yaratmakta tartı ve tasnif işleminin doğru olduğu kabul edilmektedir. Piyasa fiyatının oluşumu açık ve şeffaf olarak komisyoncuya ürünü teslim edilirken belirlendiği için üreticilerin yine tamamı fiyat konusunda bilinçli olup herhangi bir tereddütleri bulunmamaktadır. Komisyoncunun ürünü en iyi fiyatla satmaya çalıştığına ilişkin durumda ise üreticilerin %51'lik kısmı komisyoncuya güven duymadığı %49'luk kısmının ise güvendiği tespit edilmiştir (Çizelge 14).

Çizelge 14. Üreticilerin Komisyoncu Hakkındaki Görüşleri

Komisyoncu Değerlendirmesi	Evet		Hayır	
	İşletme Sayısı	Oranı (%)	İşletme Sayısı	Oranı (%)
Tartı ve tasnif işlemi doğru yapılıyor mu?	88	100	0	0
Satıştan önce piyasa fiyatını öğreniyor	88	100	0	0
Komisyoncunun ürünü en iyi fiyatla satmaya çalıştığına inanıyor musunuz?	45	51	43	49

Üreticilerin Birliktelik ve Örgütlenme Durumu

Araştırma bölgesinde kornişon (turşuluk hıyar) ile ilgili herhangi bir birliğin olmadığı tespit edilmiştir. Üreticiler bölgede bulunan sadece bir birliğin olduğunu birliğin kiraz meyvesi satımına ilişkin faaliyette bulunması nedeniyle üye olmadıklarını bildirmişlerdir. Üreticilerin tamamı sadece kornişon (turşuluk hıyar) üzerine kurulacak bir birliğe ihtiyaç duyduğunu belirtmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya kornişon üretiminde 2024 verilerine göre 2022 yılında ihracatta ilk sırada Çin yer alırken ikinci sırada Türkiye yer almaktadır. Türkiye’de ise üretim alanı ve üretim miktarı açısından İzmir ilk sırada yer alırken araştırma bölgesi olan Afyonkarahisar ikinci sırada yerini almıştır. 2023 yılında İzmir’de 50 620 da alanda 124 651 ton üretim gerçekleşirken Afyonkarahisar’da 18 557 da alanda 90 196 ton kornişon üretimi yapılmıştır. İzmir de üretimde verimlilik 2 462.49 kg/da iken Afyonkarahisar’da 4 860.48 kg/da dır. Yani İzmir’de ekilen alan Afyonkarahisar’da %35,93 daha fazla iken verim olarak %50,66 Türkiye’de ilk sırada Afyonkarahisar yer almaktadır. Araştırma kapsamında işletmelerde ortalama 3.69 adet birey olduğu tespit edilmiş olup çalışabilir nüfusun Erkek İş Birimi (EİB) cinsinden ise 1.47 olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada üreticilerin %65.9’nun ilkökul mezunu, %2,3’nün ortaokul, %29.5’nun lise, %2.3’nün üniversite mezunu olması üreticilerin eğitim seviyesinin düşük olduğunu göstermektedir. Ortalama 48,45 yaşında olan üreticiler %97.8’nin sadece çiftçilikle ilgilendiği ek gelirinin olmadığı, %2.3’nün ise öğretmen olduğu belirlenmiştir. İşletmelerin ortalama arazi varlığı ise 52.75 da’dır. Kornişon (turşuluk hıyar) ekiminden önceki ürün olarak işletmelerin %58.0’i nadas, %18.2’si tritikale, %15,9 ‘u fiğ , %4.5’i arpa ve %3.4’ü haşhaş ekilişi yapmaktadırlar. Kornişon (turşuluk hıyar) hasadı bitiminden sonra ise %75.0 haşhaş, %10.2 buğday, %5.7 nadas, %3.4 arpa , %2.3 fiğ, %2.3 tritikale, %1.1 patates ekimi gerçekleştirmektedirler. Araştırma bölgesinde kornişon (turşuluk hıyar) ekim nöbeti incelendiği zaman işletmelerin %59.09 1. ürün olarak ortalama 7.30 da alanda kornişon üretimini tercih ettiği görülmektedir. Kornişon üretimini 2. Ürün olarak tercih eden işletme sayısı toplam işletme sayısının %40.91’ni oluştururken ortalama 11.41 da alanda üretim yapılmaktadır. Üretim sürecinde işletmecilerin tamamı gübreleme yaparken sadece 5 işletmeci toprak analizi yaptırarak bitki besin elementi kullanmaktadır. Kornişon (turşuluk hıyar) üreticisi sözleşmeli üretim yapmaktadır ve bu sözleşme ile ürün komisyoncular aracılığı ile şirketlere satılmakta şirketlerde ürünü ihraç etmektedir. Üreticilere ürettikleri ürününün şirketler aracılığı ile ihraç edilmesinden dolayı Ekonomi ve Ticaret Bakanlığı Dış Ticaret Müsteşarlığı tarafından 2022 yılında ton Başına 150-200 TL arasında ihracat desteği verilmektedir. Çalışmamızda çiftçinin böyle bir destekten haberinin olmadığı ve bu nedenle destekten yararlanamadıkları tespit edilmiştir. Üreticilerin teknik bilgi destekleri ve devlet desteklemeleri konusunda Tarım ve Orman il ve ilçe müdürlükleri tarafından bilgilendirme toplantılarının yanı sıra kornişon üreticisi için kurulacak üretici birlikleri ile piyasada daha bilgili ve güçlü olacakları düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Aşkan, E., Dağdemir, V. ve Tercan, S. (2018). Erzurum İlinde Taze Fasulye Üretimi Yapan İşletmelerin Karlılık Analizi ve Pazarlama Yapısı. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech. 8(2): 257-266, 2018

Çiçek, A. ve Erkan O. (1996). Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklem Yöntemleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 12. Ders Notları Serisi No: 6. Tokat.

- Bakıcı, C. (2018). Iğdır İlinde Süt Sığırcılığı Üretim Ekonomisi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Iğdır, 52 s.
- Engindeniz, S., Öztürk ve Coşar, G. (2013). İzmir’de Domates üretiminin ekonomik ve teknik etkinlik analizi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 50 (1): 67-75.
- FAOSTAT, (2024). The Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database. Erişim adresi <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> Son Erişim 01 Mart 2024.
- Karadaş, K. ve Güler, F. (2021). Domates Üreten İşletmelerin Sosyo-Ekonomik Özellikleri: Iğdır İli Örneği. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 52 (1): 27-35, 2021. Erişim adresi <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunizfd/issue/59562/732718> Son Erişim 015 Şubat 2024.
- Karagölge, C., Kızıloğlu, S. ve Yavuz, O. (2013). Tarım Ekonomisi Temel İlkeleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 324, Erzurum, 165 s.
- Kızıloğlu, S. (1994). Erzurum İlinde Buğday, Arpa, Patates, Ayçiçeği, Şekerpancarı ve Fiğın Üretim Maliyeti ve Arz Fonksiyonlarının Ekonometrik Analizi. (TOGTAG–1035 Nolu TÜBİTAK Projesi), (Doçentlik Tezi), Erzurum.
- Özger, Ö., 2018. Iğdır İlinde Manda Yetiştiriciliği Faaliyetinin Ekonomik Analizi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Iğdır, 32 s.
- Peker, K. ve Ayyıldız, T. (1996). Pasinler İlçesi Tarım İşletmelerinde Atıl İşgücünün Tespiti ve Bu İşgücünü Değerlendirme İmkânları. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 20: 23-190.
- Şili, Ş. ve Gündüz, O., 2014. Samsun İli Bafra İlçesinde Domates Yetiştiren İşletmelerin Ekonomik Analizi. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 3-5 Eylül 2014, Samsun, s: 714-719.
- TÜİK, (2024). Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim adresi <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> Son Erişim 01 Mart 2024.
- TRADEMAP, (2024). Trade Statistics For International Business Development. Erişim adresi <https://www.trademap.org/Index.aspx> Son Erişim 01 Mart 2024.
- Yanmaz, R., Özçoban, M., Gözlüklü, E. ve Okçu, G., (2002). AB Ülkelerinde Açıkta Sebze Yetiştiriciliği ve Yakın Gelecekte Beklenen Gelişmeler, AB’ye Uyum Aşamasında Bahçe Bitkileri Tarımı Sempozyumu, 25-26 Nisan, 2002, İzmir, s.6783.

HIGH VALUE ADDED AGRICULTURAL PRODUCTS; PHYTOCHEMICAL CONTENT OF LAVANDULA ANGUSTIFOLIA

KATMA DEĞERİ YÜKSEL TARIMSAL ÜRÜNLER; LAVANDULA ANGUSTIFOLIA'NIN FİTOKİMYASAL İÇERİĞİ

Musa KARADAĞ

Iğdır University, Research Laboratory Application and Research Center, Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2498-3403>

Yunus BAŞAR

Iğdır University, Research Laboratory Application and Research Center, Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7785-3242>

Mehmet Hakkı ALMA

Iğdır University, Research Laboratory Application and Research Center, Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6323-7230>

İbrahim DEMİRTAŞ

Iğdır University, Research Laboratory Application and Research Center, Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8946-647X>

Fatih GÜL

Iğdır University, Research Laboratory Application and Research Center, Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4297-786X>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Essential oils are widely used in the fields of pharmacology, cosmetics, agricultural chemicals and food in general and aromatherapy and phytotherapy, in particular. Of the well-known essential oil-bearing plants, lavender (*Lavandula angustifolia*; Lamiaceae family) is a reputed and renowned medicinal and aromatic plant. The main essential oil composition of the plant is comprised of linalyl acetate, linalool, 1,8-cineole, camphor and endo-borneol, according to the former reports. In addition to the essential oil compounds, lavender is also rich in phenolic compounds, viz. hesperidin, vanillic acid, p-coumaric acid, rutine and protocatechuic acid etc. Owing to the chemical components available, lavender exhibits a wide array of biological activities including antioxidant, anti-inflammatory, anti-rheumatic, antimicrobial and sedative properties. Considering the importance of the plant, we had an attempt to extend the cultivation area of the lavender, introducing the plant to Iğdır (Türkiye) due to the climatic conditions suitable for Mediterranean region plants. We wanted to make an economic contribution to the people of the region by transforming the lavender plant into high value-added agricultural products. In this regard, we cultivated lavender plants on the experimental fields at Iğdır University campus. During blooming stage of the plants (approximately at the end of June, 2023), the lavender plants were harvested, shade-dried and hydro-distilled for their essential oils.

Materials and Methods: For essential oil extraction, above-ground (aerial) parts (50 g) were subjected to hydro-distillation using a Clevenger apparatus for 2 h. The extracted essential oils were analyzed using GC-MS/MS. Concerning phenolic compounds, we extracted the

aerial parts using methanol-chloroform (1:1 v/v) solvent mixture and phenolic composition analysis was performed by LC-MS/MS.

Results: According to the GC-MS/MS analysis; 26 compounds were identified. Those compounds were as follows: linalyl acetate (32.10%), linalool (27.26%), caryophyllene (5.47%) and trans- β -ocimene (5.03%). In addition, we could be able to quantify 22 phenolic compounds using LC-MS/MS. The predominant compounds were as hesperidin (442.13 μ g/g extract), vanillic acid (336.15 μ g/g extract), p-coumaric acid (208.26 μ g/g extract) and rutin (132.28 μ g/g extract).

Discussion and Conclusion: Lavender is rich in essential oil and phenolic content. The essential oils of the plant contribute to the country's economy by being transformed into high value-added products in many sectors such as the food industry, pharmacology and cosmetics.

Key Words: Lavender; therapeutic; sedative; essential oil; GC-MS/MS

ÖZET

Giriş ve Amaç: Esansiyel yağlar, farmakoloji, kozmetik, tarım kimyasalları ve gıda alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Tanınmış uçucu yağ içeren bitkilerden lavanta (*Lavandula angustifolia*; Lamiaceae familyası) tanınmış ve ünlü bir tıbbi ve aromatik bitkidir. Önceki raporlara göre bitkinin ana uçucu yağ bileşimi, linalil asetat, linalool, 1,8-sineol, kafur ve endo-borneolden oluşuyor. Esansiyel yağ bileşiklerine ek olarak lavanta aynı zamanda fenolik bileşikler açısından da zengindir. hesperidin, vanilik asit, p-kumarik asit, rutin ve protokatekuik asit vb. Mevcut kimyasal bileşenler sayesinde lavanta, antioksidan, anti-inflamatuar, anti-romatizmal, antimikrobiyal ve yatıştırıcı özellikler dahil olmak üzere çok çeşitli biyolojik aktiviteler sergiler. Bitkinin önemini göz önünde bulundurarak iklim koşullarının Akdeniz bölgesi bitkilerine uygun olması nedeniyle lavantayı Iğdır (Türkiye) ile tanıştırmak ekim alanını genişletme girişiminde bulunduk. Lavanta bitkisini katma değeri yüksek tarım ürününe dönüştürerek bölge halkına ekonomik katkı sağlamak istedik. Bu kapsamda Iğdır Üniversitesi kampüsündeki deneme tarlalarında lavanta bitkisi yetiştirdik. Bitkilerin çiçeklenme döneminde (yaklaşık olarak Haziran 2023 sonu) lavanta bitkileri hasat edilmiş, gölgede kurutulmuş ve uçucu yağları için hidro-distilasyona tabi tutulmuştur.

Gereç ve Yöntem: Esansiyel yağ ekstraksiyonu için toprak üstü (hava) kısımlar (50 g), 2 saat boyunca bir Clevenger aparatı kullanılarak hidro-distilasyona tabi tutuldu. Ekstrakte edilen uçucu yağlar GC-MS/MS kullanılarak analiz edildi. Fenolik bileşiklerle ilgili olarak, metanol-kloroform (1:1 h/h) solvent karışımını kullanarak toprak üstü kısımları ekstrakte ettik ve fenolik bileşim analizi LC-MS/MS ile yapıldı.

Sonuçlar: GC-MS/MS analizine göre; 26 bileşik tanımlandı. Bu bileşikler şu şekildeydi: linalil asetat (%32,10), linalool (%27,26), karyofillen (%5,47) ve trans- β -osimene (%5,03). Ek olarak LC-MS/MS kullanarak 22 fenolik bileşiğin miktarını ölçebildik. Baskın bileşikler hesperidin (442,13 μ g/g ekstrakt), vanilik asit (336,15 μ g/g ekstrakt), p-kumarik asit (208,26 μ g/g ekstrakt) ve rutin (132,28 μ g/g ekstrakt) şeklindeydi.

Tartışma ve sonuçlar: Lavanta esansiyel yağ ve fenolik içerik açısından zengindir. Bitkinin uçucu yağları gıda sanayi, farmakoloji, kozmetik gibi birçok sektörde katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülerek ülke ekonomisine katkı sağlıyor.

Anahtar Kelimeler: Lavanta; terapötik; sakinleştirici; esansiyel yağ; fenolik bileşikler

INTRODUCTION

Medicinal plants are defined as plants with high medicinal value that have traditional (disease prevention and cure) and scientifically proven effects (Başar et al., 2023). Moreover, plants used for their pleasant scents are called aromatic plants (Erenler et al., 2015; Saha & Basak, 2020). The plants contain a wide spectrum of secondary metabolites including terpenoids, phenolics and alkaloids. Of the terpenoids, essential oil (EO) compounds exhibit critical biological functions, which make them to be used in the food, pharmaceutical and cosmetic industries (Erenler et al., 2018). When we have a basic search on SCOPUS database (March 5, 2024), we have recorded a- 82,893 documents including the “essential oil” in their abstract-title-keywords. Such a large number of documents could clearly show the importance of essential oils. Among the well-known families of medicinal plants, the Lamiaceae is one of the largest families of aromatic plants. Among the genera of the family, *Lavandula* consists of 39 species (Passalacqua et al., 2017), being distributed in the Mediterranean region. It is a shrub-shaped, perennial flowering plant that blooms in June and July (Crişan et al., 2023). Lavenders are rich in phenolic acids, flavonoids and coumarin. In the studies carried out; phenolic acids such as rosmarinic acid, caffeic acid, gallic acid, and chlorogenic acid, flavonoids such as isoquercitrin, rutin, hesperidin, catechin, apigenin have been reported to be the main components (Dobros et al., 2022; Marovska et al., 2023; Turrini et al., 2021). The main components of lavender EO have been reported to be linalool and linalyl acetate (Da Porto et al., 2009). Lavender EO is also used in traditional medicine as a carminative, diuretic, anti-epileptic, anti-rheumatic, sedative and analgesic for headaches and migraines (Hajhashemi et al., 2003). Lavender is known to have many positive effects in the field of cosmetics where it is most commonly used (Marovska et al., 2022). Lavender oil, creams, lotions and skin care products are the most important elements of the cosmetics industry. Thanks to the antioxidant and anti-inflammatory properties of lavender, it helps reduce skin irritations, moisturize, soothe and cleanse the skin (Grunebaum et al., 2011; Lertsatitthanakorn et al., 2014). Additionally, when applied to the skin, it eliminates acne and pimple-like problems (Wijana et al., 2019).

For this purpose, lavender harvested in July; The essential oil was extracted with neo clevenger and the essential oil content was determined on the GC-MS/MS device. Lavender crude extract was obtained in methanol solvent and content analysis was performed on the LC-MS/MS device. Thus, the phytochemical content analysis of lavender was determined and its usability in the food, cosmetic and pharmaceutical industries was determined.

MATERIAL AND METHOD

Plant

L. angustifolia plants were cultivated in experimental fields in Iğdır University Şehit Bülent Yurtseven Campus. The plants were harvested at the end of June. Aerial parts of the plant were shade-dried and then powdered for subsequent hydro-distillation.

Obtaining essential oil and crude extract

To obtain essential oils, 50 g of the dried and powdered aerial parts of the plant were weighed and transferred into a 1-liter volumetric flask. 600 ml of pure water was added and left to boil in the Neo Clevenger device for 2 hours. The essential oil obtained after 2 hours was placed in an eppendorf tube and stored in a +4 °C refrigerator. In order to obtain the crude extract, 50 g of plants were extracted in the methanol-chloroform (1:1 v/v) solvent system for 1 week. Then the solvent extract mixture was filtered and the solvent was evaporated in a rotary evaporator. The resulting extract was then stored at +4 degrees.

LC-MS/MS Analysis

We determined the phenolic contents and amounts of *L. angustifolia* methanol-chloroform extract by LC-MS/MS analysis as explained in our previously published article (Başar et al., 2024; Yenigün et al., 2023). 41 phenolic standards were used for analysis.

GC-MS/MS Analysis

EO composition of *L. angustifolia* was determined using GC-MS/MS, as explained in our former study (Başar et al., 2024).

RESULTS

The phytochemical content of essential oil and crude extract obtained from *L. angustifolia* was determined according to GC-MS/MS and LC-MS/MS analysis. Accordingly, 26 compounds were detected in the essential oil and 22 compounds in the crude extract.

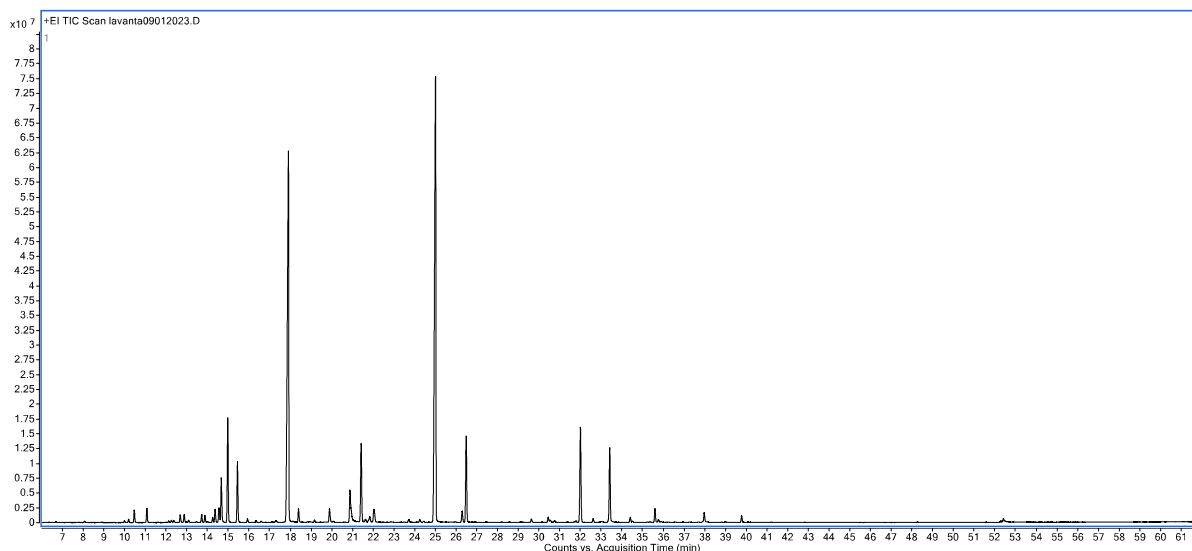


Figure 1: GC-MS/MS analysis chromatogram of *L. angustifolia*

According to GC-MS/MS analysis; 26 compounds were identified. Those compounds were as linalyl acetate (32.10%), linalool (27.26%), caryophyllene (5.47%) and trans- β -ocimene (5.03%), β -terpinyl acetate (4.67%) 4-terpineol (4.40%) and β -Farnesene (4.15%) were detected in the highest amount (Figure 1-Table 1). In the study, essential oil content of *L. angustifolia* was determined; linalyl acetate (47.56 %), linalool (28.06 %), lavandulyl acetate (4.34 %) and α -terpineol (3.75 %) (Verma et al., 2010). In another study, linalool and linalyl acetate were determined as 42.05% and 23.48%, respectively, in the EO content of *L. angustifolia* (Hassiotis et al., 2014). As a result, the main components of *L. angustifolia* essential oil content are linalool and linalyl acetate.

Table 1. Essential oil content analysis results

No	RT	Compound Name	RI (NIST		%
			lib.)	RI (calc.)	
1	10,47	α -Pinene	929	930	0,57
2	11,08	Camphene	952	946	0,66
3	12,68	3-Octanone	986	982	0,38
4	12,88	β -Myrcene	991	986	0,39
5	13,72	3-Carene	1011	1003	0,38
6	13,88	Acetic acid, hexyl ester	1011	1007	0,33
7	14,37	p-Cymene	1025	1019	0,67
8	14,56	Limonene	1030	1024	0,82
9	14,67	Eucalyptol	1032	1026	2,27
10	14,98	trans- β -Ocimene	1037	1034	5,03
11	15,45	cis- β -Ocimene	1038	1045	2,89
12	17,91	Linalool	1099	1095	27,26
13	18,40	1-Pentylallyl acetate	1111	1105	0,67
14	19,89	Camphor	1143	1140	0,77
15	20,88	endo-Borneol	1167	1162	2,59
16	21,42	4-Terpineol	1177	1173	4,40
17	21,83	Cryptone	1184	1181	0,36
18	22,03	α -Terpineol	1190	1185	0,95
19	25,01	Linalyl acetate	1257	1253	32,10
20	26,30	Bornyl acetate	1284	1281	0,62
21	26,49	β -Terpinyl acetate	1317	1285	4,67
22	32,00	Caryophyllene	1419	1415	5,47
23	33,42	β -Famesene	1457	1452	4,15
24	35,60	γ -Cadinene	1513	1509	0,69
25	37,98	Caryophyllene oxide	1581	1580	0,57
26	39,78	tau-Cadinol	1640	1638	0,35

RT: Retention time, **RI:** Retention index

Polyphenols are bioactive compounds known as phytochemical compounds and found in the structure of plants. It adds properties such as color, taste and aroma to plants (Elmastas et al., 2016). Flavonoids, which constitute a large class of phenolics, have low molecular weight. They are widely found in plants and provide protection against radiation, pathogens and herbivores (Erenler et al., 2016).

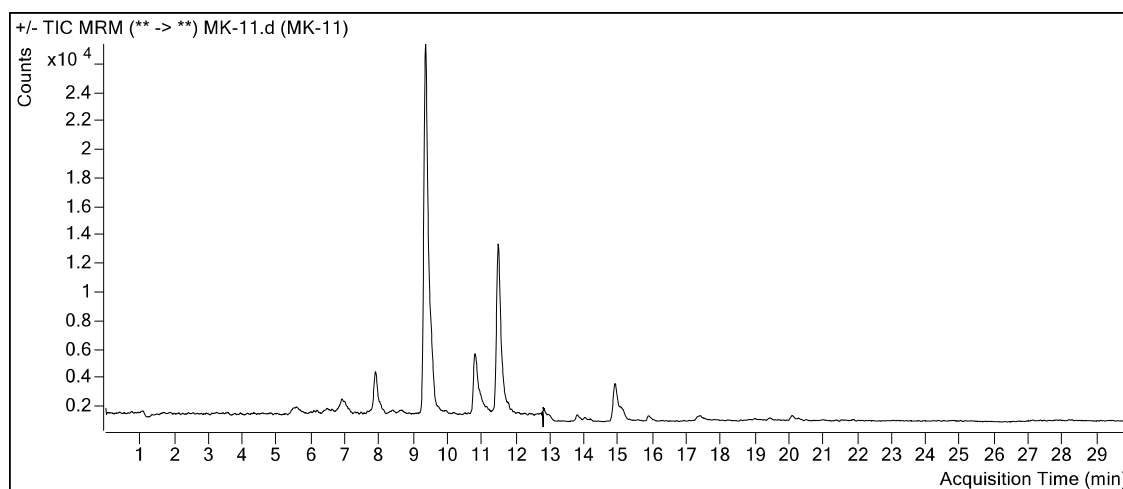


Figure 2: LC-MS/MS analysis chromatogram of *L. angustifolia*

Our LC-MS/MS analysis revealed the quantities of the compounds as hesperidin (442.13 $\mu\text{g/g}$ extract), vanillic acid (336.15 $\mu\text{g/g}$ extract), p-coumaric acid (208.26 $\mu\text{g/g}$ extract), rutin (132.28 $\mu\text{g/g}$ extract) and protocatechuic acid (127.40 $\mu\text{g/g}$ extract) were found to be in the highest amount (Figure 2-Table 2). Studies have reported that apigenin, catechin, caffeic acid, rutin, p-cumaric and rosmarinic acid are the main components (Alexa et al., 2018; Slighoua et al., 2022). Thus, it is similar to the results of the content analysis.

Table 2. Phenolic content analysis results

No	Compound	RT	Final ($\mu\text{g/g}$ extract)
1	Protocatechuic acid	6.03	127.40
2	Chlorogenic acid	7.31	1.17
3	Hydroxybenzaldehyde	7.76	3.66
4	Caffeic acid	7.89	64.24
5	Vanillic acid	7.87	336.15
6	Syringic acid	8.41	45.27
7	Vanillin	8.65	2.44
8	p-Coumaric acid	9.37	208.26
9	Salicylic acid	9.43	10.87
10	t-Ferulic acid	10.16	10.30
11	Sinapic acid	10.36	3.99
12	Scutellarin	10.81	25.09
13	Isoquercitrin	11.50	58.68
14	Protocatechuic ethyl ester	11.65	1.13
15	Rutin	11.46	132.28
16	Hesperidin	11.46	442.13
17	Fisetin	13.26	1.52
18	Quercetin	14.79	5.53
19	Naringenin	14.91	3.52
20	Hesperetin	15.80	2.34
21	Kaempferol	16.61	11.87
22	Diosgenin	23.42	3.72

RT: Retention time

CONCLUSION

In this study, the lavender plants grown under ecological conditions of Iğdır were subjected a secondary metabolite analysis. In this regard, essential oil and phenolic compound were revealed. For analysis, the plants were harvested at their flowering stage and the aerial parts of the plants were used. Concerning GC-MS/MS analysis, linalyl acetate, as expected, were the pre-dominant compound and was followed linalool, caryophyllene, trans- β -ocimene, β -terpinyl acetate, 4-terpineol and β -farnesene. For phenolic compounds, the major compounds identified were as hesperidin, vanillic acid, p-coumaric acid, rutin and protocatechuic acid. Considering the findings, lavender plants, due to rich compounds, can be transformed into different high value-added products in areas such as pharmacology, cosmetics and food. **Financing:** These researches were carried out with advanced analyzes at Iğdır University Research Laboratories (ALUM), specialized by YÖK in the field of High Added Value Agricultural Products (within the scope of Project No. YİP0723İ08), and were carried out with raw materials, extraction processes and other studies.

REFERENCES

- Alexa, E., Danciu, C., Radulov, I., Obistioiu, D., Sumalan, R. M., Morar, A., & Dehelean, C. A. (2018). Phytochemical Screening and Biological Activity of *Mentha × piperita* L. and *Lavandula angustifolia* Mill. Extracts. *Analytical Cellular Pathology*, 2018, 2678924. <https://doi.org/10.1155/2018/2678924>
- Başar, Y., Yenigün, S., Gül, F., Demirtas, İ., Alma, M. H., & Temel, S. (2024). Phytochemical profiling, molecular docking and ADMET prediction of crude extract of *Atriplex nitens* Schkuhr for the screening of antioxidant and urease inhibitory. *International Journal of Chemistry and Technology*. <https://doi.org/10.32571/ijct.1389719>
- Başar, Y., Yenigün, S., GÜL, F., Ozen, T., Demirtas, İ., Alma, M. H., & Temel, S. (2024). Phytochemical profiling, molecular docking and ADMET prediction of crude extract of *Atriplex nitens* Schkuhr for the screening of antioxidant and urease inhibitory. *International Journal of Chemistry and Technology*. <https://doi.org/10.32571/ijct.1389719>
- Başar, Y., Yenigün, S., İpek, Y., Behçet, L., Gül, F., Özen, T., & Demirtaş, İ. (2023). DNA protection, molecular docking, enzyme inhibition and enzyme kinetic studies of 1,5,9-epideoxyloganic acid isolated from *Nepeta aristata* with bio-guided fractionation. *J Biomol Struct Dyn*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/07391102.2023.2250461>
- Crişan, I., Ona, A., Vârban, D., Muntean, L., Vârban, R., Stoie, A., Mihăiescu, T., & Morea, A. (2023). Current Trends for Lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) Crops and Products with Emphasis on Essential Oil Quality. *Plants*, 12(2), 357. <https://www.mdpi.com/2223-7747/12/2/357>
- Da Porto, C., Decorti, D., & Kikic, I. (2009). Flavour compounds of *Lavandula angustifolia* L. to use in food manufacturing: Comparison of three different extraction methods. *Food Chemistry*, 112(4), 1072-1078. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.015>
- Dobros, N., Zawada, K., & Paradowska, K. (2022). Phytochemical Profile and Antioxidant Activity of *Lavandula angustifolia* and *Lavandula x intermedia* Cultivars Extracted with Different Methods. *Antioxidants*, 11(4), 711. <https://www.mdpi.com/2076-3921/11/4/711>
- Elmastas, M., Erenler, R., Isnac, B., Aksit, H., Sen, O., Genc, N., & Demirtas, I. (2016). Isolation and identification of a new neo-clerodane diterpenoid from *Teucrium chamaedrys* L. *Nat Prod Res*, 30(3), 299-304. <https://doi.org/10.1080/14786419.2015.1057583>

- Erenler, R., Demirtas, I., Karan, T., Gül, F., Kayir, O., & Karakoç, Ö. (2018). Chemical constituents, quantitative analysis and insecticidal activities of plant extract and essential oil from *Origanum onites* L.
- Erenler, R., Sen, O., Aksit, H., Demirtas, I., Sahin yaglioglu, A., Elmastaş, M., & Telci, I. (2015). Isolation and identification of chemical constituents from *Origanum majorana* and investigation of antiproliferative and antioxidant activities. *Journal of the science of food and agriculture*. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7155>
- Erenler, R., Sen, O., Aksit, H., Demirtas, I., Yaglioglu, A. S., Elmastas, M., & Telci, İ. (2016). Isolation and identification of chemical constituents from *Origanum majorana* and investigation of antiproliferative and antioxidant activities. *J Sci Food Agric*, 96(3), 822-836. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7155>
- Grunebaum, L. D., Murdock, J., Castanedo-Tardan, M. P., & Baumann, L. S. (2011). Effects of lavender olfactory input on cosmetic procedures. *J Cosmet Dermatol*, 10(2), 89-93. <https://doi.org/10.1111/j.1473-2165.2011.00554.x>
- Hajhashemi, V., Ghannadi, A., & Sharif, B. (2003). Anti-inflammatory and analgesic properties of the leaf extracts and essential oil of *Lavandula angustifolia* Mill. *Journal of Ethnopharmacology*, 89(1), 67-71. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(03\)00234-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00234-4)
- Hassiotis, C. N., Ntana, F., Lazari, D. M., Poullos, S., & Vlachonasios, K. E. (2014). Environmental and developmental factors affect essential oil production and quality of *Lavandula angustifolia* during flowering period. *Industrial Crops and Products*, 62, 359-366. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.08.048>
- Lertsatitthanakorn, P., Manwiwattanakun, K., Paengnakorn, N., & Khunkitti, W. (2014). Antibacterial Activity of an Effective Essential Oil Formulated in Liquid Soap Against Skin Bacteria. *Chiang Mai Journal of Science*, 41, 71-83.
- Marovska, G., Hambarliyska, I., Petkova, N., Ivanov, I., Vasileva, I., & Slavov, A. (2023). Chemical Composition and Antioxidant Activity of Ethanol Extracts Obtained from Lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.). *Philippine Journal of Science*, 152, 861-870.
- Marovska, G., Vasileva, I., Petkova, N., Ognyanov, M., Gandova, V., Stoyanova, A., Merdzhanov, P., Simitchiev, A., & Slavov, A. (2022). Lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) industrial by-products as a source of polysaccharides. *Industrial Crops and Products*, 188, 115678. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115678>
- Passalacqua, N., Tundis, R., & Upton, T. (2017). A new species of *Lavandula* sect. *Lavandula* (Lamiaceae) and review of species boundaries in *Lavandula angustifolia*. *Phytotaxa*, 292, 161. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.292.2.3>
- Saha, A., & Basak, B. (2020). Scope of value addition and utilization of residual biomass from medicinal and aromatic plants. *Industrial Crops and Products*, 145, 111979. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111979>
- Slighoua, M., Chebaibi, M., Mahdi, I., Amrati, F. E.-z., Conte, R., Cordero, M. A. W., Alotaibi, A., Saghrouchni, H., Agour, A., Zair, T., Bari, A., & Bousta, D. (2022). The LC-MS/MS Identification and Analgesic and Wound Healing Activities of *Lavandula officinalis* Chaix: In Vivo and In Silico Approaches. *Plants*, 11(23), 3222. <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/23/3222>
- Turrini, F., Beruto, M., Mela, L., Curir, P., Triglia, G., Boggia, R., Zunin, P., & Monroy, F. (2021). Ultrasound-Assisted Extraction of Lavender (*Lavandula angustifolia* Miller, Cultivar Rosa) Solid By-Products Remaining after the Distillation of the Essential Oil. *Applied Sciences*, 11(12), 5495. <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/12/5495>
- Verma, R., Rahman, L. u., Chanotiya, C., Rk, V., Chauhan, A., Singh, A., & Yadav, A. (2010). Essential oil composition of *Lavandula angustifolia* Mill. cultivated in the mid hills of

Uttarakhand, India. Journal of the Serbian Chemical Society, 75, 343-348. <https://doi.org/10.2298/JSC090616015V>

Wijana, S., Puspita, T., & Rahmah, N. L. (2019). Optimization of solubilizers combinations on the transparent liquid soap with the addition of peppermint (*Mentha piperita* L.) and lavender (*Lavandula* L.) oil (Vol. 2120). <https://doi.org/10.1063/1.5115696>

Yenigün, S., Başar, Y., İpek, Y., Behçet, L., Özen, T., & Demirtas, I. (2023). Determination of antioxidant, DNA protection, enzyme inhibition potential and molecular docking studies of a biomarker ursolic acid in *Nepeta* species. Journal of biomolecular structure & dynamics, 1-18. <https://doi.org/10.1080/07391102.2023.2229440>

LACK OF WATER IN MODERN CONDITIONS, WATER RESOURCES, THEIR EFFECTIVELY USE

Ph.D. Dos. Mirze Gurbanov

Amelioration Scientific Research Institute, Amelioration

Ph.D. Dos. Fikret Shakiliyev

Amelioration Scientific Research Institute, Amelioration

(ORCID 0009-0002-4320-9579)

Ph.D. Dos. Nizami Azimov

Amelioration Scientific Research Institute, Amelioration

Senior spec. Elza Musayeva

Amelioration Scientific Research Institute, Amelioration

ABSTRACT

It is known that the Earth and mankind are affected by natural and anthropogenic factors from time to time. People's world views and economic activity change and are updated.

In this regard, society and people feel the need for new technologies. The demand for these technologies, especially manifests itself more prominently when there is a lack of land and irrigation water, which provides the society with food products. For this reason, all sutures, sugars, their sources, resources and quality change from year to year.

Therefore, conducting new experiments for the continuation and improvement of scientific research works in the future remains an urgent problem.

As always, there is a great need for irrigation water in Azerbaijan, which has been engaged in irrigated agriculture since ancient times.

Conducted research and experiences of irrigation Systems Operation Departments show that for efficient use of water resources, the length of permanent irrigation canals per hectare should not exceed 20-30 m. This indicator is more than 40 cm across the country. In turn, the large number of irrigation canals leads to increased water losses, a decrease in the land use ratio and a worsening of the ameliorative condition of irrigated lands. This makes it difficult to supply the cultivated area with water and also causes swamping of the land areas around the canals. At this time, several environmental problems appear, the development of which in the future poses a threat not only to the protection of land and efficient use of water resources but also to environmental protection.

Keywords: irrigation water, culverts, watercourses, irrigated agriculture, water resources, surface water resource, groundwater resources, unconventional waters, drainage networks.

INTRODUCTION

The increase in the world population, the expansion of irrigated land areas, increase in the need for water in the household, the proliferation of water-powered industries, energy and

other facilities have created the problem of water shortage problem. In many countries of the world today, there is an acute shortage of drinking water and irrigation water. In addition to using water efficiently and economically, searching for new water sources, finding them, and determining their usefulness pose some of the most pressing challenges for scientists and researchers. Especially in Azerbaijan, which has a hot climate, there has been a significant increase in demand for water, including irrigation water [1].

The Republic of Azerbaijan possesses nine agro-climatic zones, particularly suitable for diverse agricultural activities. Agricultural areas, predominantly reliant on irrigation, are mainly dependent on low rainfall, with the exception of the southeastern part of the country and areas near mountainous terrains.

Most of the agricultural lands are located in arid, semi-arid climates and the average annual precipitation in these area is about 200-300 mm. The amount of evaporation, on the other hand is 5-6 times greater than precipitation.

Azerbaijan's surface water reserves amount to 27,8 km³. Approximately 10 km³ of this volume originates within the country's territory, while 17,8 km³ forms outside of our country. In periods of draught, the combined reserve of all river waters is 23,2 billion m³, with 14,7 billion m³ sourced from neighboring countries. From the current water balance, it is evident that water scarcity during the vegetation period amounts to approximately 0,5-9,2 km³ [2-4].

MATERIALS AND METHODS

Results obtained from experiments conducted in both laboratory and field conditions during the research work have been thoroughly analyzed, preparing of detailed findings and practical recommendations. Research has utilized scientific works, archival materials, fund and statistical data published in this field, during the investigation period.

RECUITS AND DISCUSSION

In conditions of water scarcity, it is necessary to develop and implement a comprehensive system of measures in each region with specific soil-climate conditions to ensure the utilization of all irrigated areas in the agricultural cycle and achieve high yields from agricultural crops. This system of measures should be directed towards reducing the volume of water taken from water sources for irrigation purposes and achieving hinge productivity through more efficient and economical utilization [5].

Due to the multifaceted nature of the issues at hand, it is required to implement the following fundamental measures in a layered and interconnected manner:

- changing the cropping structure by replacing crops with high water demand with those requiring less water in the agricultural system and developing new varieties that are drought-resistant and have low water requirements;
- the improvement of water usage methods in agriculture, including minimum water losses that occur in fields during irrigation;
- selection and application of rational irrigation methods, technologies and modern irrigation techniques;
- development of optimal irrigation regimes for agricultural crops and application in irrigation efficiency;
- investigating the ways of efficiency and sustainability of utilizing non-conventional waters for irrigation purposes under conditions of water scarcity.

Management and utilization of water resources under new condition demands a complete

change in approach. In the earlier times when there were collective and state farms, the primary objective was to achieve maximum yield from cultivated fields, regardless of the cost. In many cases, even regulations on water usage were violated, leading to the excessive application of water and fertilizers in the fields. Not tolerated on the deficiency, such as the minimal rise in crop yield when irrigation water exceeds a specified threshold. Moreover, its adverse effects were more pronounced. In other words, the levels of mineralized groundwater, descending as infiltration waters to lower layers, would approach the surface, causing salinization of soils. Various chemicals applied to fields would also contaminate other sources through drainage waters. One of the negative aspects of this was that the restoration of spoiled soil reserves to their initial condition, improving their quality, required a considerable additional expenditure. Therefore, to eliminate this undesirable situation, the principle of optimality in the “water-soil, crop” relationships should be considered. Only in this way can the efficient and economical management and utilization of water and soil reserves be discussed [6].

To relatively reduce salinity and structural damage to soils, it is necessary to take into account the composition of irrigation water. For this purpose, it is important to determine the chemical pollutants, heavy metals, suspended substances, hard water, mineral content, cations and anions present in the composition of flowing waters in the first place. The following table shows the results of the analysis of heavy and harmful elements, cations and anions in the irrigation water (collector water).

Table

The results of the analysis of the chemical composition of the collector waters located in Mughan-Salyan area

o/ n	Name of collector	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ⁻	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁻	Minerality, g/l	Chemical composition (class)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	MMMC, at the intersection with the Aras river	0,33	0,36	0,76	0,24	0,26	0,32	1,46	s-x-n-m
2	MMMC, the territory of Saatli region	0,43	1,46	1,75	0,21	0,28	1,31	5,25	s-x-mg-n
3	MMMC, the territory of Sabirabad region	0,39	4,12	3,95	0,46	0,39	3,78	13,09	s-x-n
4	MMMC, the territory of Salyan region	0,37	1,87	2,27	0,28	0,24	1,79	6,82	s-x-n
5	MMMC, the territory of Neftchala region	0,38	1,36	1,95	0,30	0,29	1,08	4,82	x-s-k-mg-n
6	Mughan-Salyan water-jumping, Sabirabad region	0,36	1,06	1,59	0,35	0,27	0,87	4,86	x-s-k-mg-n
7	Mughan-Salyan water-jumping, in near the sea	0,36	1,35	2,05	0,52	0,32	1,53	6,13	x-s-k-mg-n
8	Second Kuryan	0,38	1,45	1,07	0,41	0,30	0,81	4,42	x-s-k-mg-n
9	Jafarkhan village	0,38	1,54	1,41	0,37	0,22	1,45	5,37	s-x-n
10	Left bank	0,44	2,41	1,98	0,32	0,29	2,41	7,85	s-x-n
11	Saatli (past Lenin)	0,38	1,88	1,71	0,36	0,25	0,63	6,21	s-x-n
12	Right bank	0,38	1,85	2,85	0,38	0,31	2,35	8,15	s-x-n
13	North Akusha	0,34	2,48	2,73	0,36	0,30	2,41	8,62	s-x-n
14	Collector named Sabir	0,38	1,88	1,71	0,36	0,25	0,63	6,21	s-x-n

NOTE: The letters s, x, k, mg, n written in the table represent SO₄, Cl, Ca, Mg, Na

accordingly.

The table data shows that the mineralization of water in the main Mil-Mughan collector (MMMC) is high only in the Sabirabad district (13,09 g/l). This indicator is 1,46 g/l at the confluence with the Aras River, in the Saatli region 5,25 g/l, in the Salyan region 6,82 g/l, in the Neftchala region 4,82 g/l [5].

In other collectors, the mineral content of water is not high; for example, in the Mughan-Salyan water collector, this figure ranges from 4,86 to 6,13 mg/l, in the second Kuryan collector, it is 4,42 mg/l, in the Jafarkhan collector it is 5,37 mg/l, in the Sabir collector, it is 6,21 mg/l, in Saatli, it is 8,15 mg/l and in the Northern Akusha collector, it is 7,53 mg/l.

Analyzing the results obtained, there is a general opinion that the second Kuryan, the mineralization of which varies from 4,42 g/l to 5,37 g/l, in the section of the Mughan-Salyan water collector in the Sabirabad region, in the MMMC section in the Neftchala region, Jafarkhan and MMMC -in the part where it intersects with the Aras River, collector water can be used directly for irrigating agricultural plants without mixing fresh water [5].

In a number of foreign countries, when developing irrigation regimes and agrotechnical measures in regions with limited water resources, they believe that the main goal is not to achieve maximum yield by carrying out a large number of irrigations, but to achieve maximum efficiency from 1 m³ of water used. This can be achieved by reducing the number of watering. At the same time, the productivity of agricultural plants is 85-95 % of maximum productivity [7].

In the agricultural irrigation sector of the Republic, the main source of water for irrigation is considered to be surface water. The volume of surface water resources is 27,8 km³. About 10 km³ of this volume is formed on the territory of the republic and 17,8 km³-outside our country. The period of dry years accounts for 23,2 billion m³ of all river water reserves of which 14,7 billion m³ comes from neighboring countries [8].

From the available water balance data, it is known that the water deficit during the growing season is approximately 0,5-9,2 km³. Groundwater plays an important role in the information of the water balance of Azerbaijan.

As is known, groundwater is created (exists) in two forms: pressure (artesian) and non-pressure (sump artesian) water. Reason for formation of these waters are the same. Thus, groundwater is atmospheric deposits in mountainous areas, atmospheric deposits in foothills, infiltration of river waters, condensation of water vapor: and in flat areas it is formed due to atmospheric deposits, infiltration (filtration) of water from canals, reservoirs and other hydraulic structures [1,9]. The formation and quality changes of groundwater in lowland areas are also affected by evaporation from groundwater and mountain rock surfaces.

Due to the influence of human economic activities, the storage and composition of groundwater change over a long period of time.

It should be noted that the reserves and quality of artesian waters, unlike collector-drainage waters, do not undergo seasonal changes, therefore they are used in the national economy.

Scientists divide such water (groundwater) into two parts: static and dynamic water resources. Static water resources are considered inviolable and their use is strictly prohibited. Dynamic water resources are called operational resources and are allowed for use both in domestic and municipal services, as well as in industry and agriculture, provided that the permitted limit is not exceeded [8].

It should be noted that in the mountain and foothill zones the level of groundwater mineralization is low and the quality is high. However, the level of mineralization of groundwater in lowland zones is high and the qualitative composition is complex.

Observations show that agricultural plants prepared in high-yield trial plots show unexpected results under production conditions in these biology-optimal irrigation regimes. The lack of water for irrigation also forces many farm enterprises, due to various organizational and infrastructural reasons, to significantly reduce the amount of irrigation or not to provide the required fields with the required amount of irrigation water. However, an independent reduction in the amount and/or rate of irrigation is unfounded and is accompanied by severe drying of the soil and loss of yield [1,9].

Elimination of these negative situations draws attention to the scientific basis of irrigation of agricultural plants based on reduced irrigation norms.

Simultaneously, with global warming on the rise and growing need for water resources worldwide, it becomes imperative to maximize efficiency rather than seeking optimal output from every hectare of irrigated farmland to enhance food production. This involves maximizing the effectiveness derived from each cubic meter of utilized irrigation water. Studies show that the use of a normal irrigation regime with a reduction or reduction in the number of irrigations due to water shortages can minimize the overall crop deficit in crop areas irrigated from a single source [7,10-12].

In dry and severe drought years, crops are almost entirely dependent on irrigation. In the operation of irrigation systems, studies must be carried out to ensure maximum efficient use of every 1 m³ of water in years when irrigation water is scarce [13]. Accordingly, different irrigation regimes are applied irrigation practices during water scarcity:

- irrigation of all irrigated areas with the same reduced standards;
- irrigation of all irrigated areas with reduced standards differentiated according to plants;
- irrigating some of the irrigated areas (priority plants) with biological optimal standards, while the other part is irrigated with reduced standards or not irrigated in general.

Despite the use of the same water resources, the final result (product, net income) in each of these approaches is different. Therefore, the rules regarding the limitation of irrigation water supplied to agricultural plants water scarcity must meet the requirements of minimum productivity reduction and harm to forms owing to insufficient water supply.

Considering this into account, the report established the average irrigation rates for vegetation, differentiated by plant irrigation regimes depending on the area of planted agricultural plants in each region [14].

In terms of efficient utilization of water reserves, another approach to providing crop yield in agricultural plants is irrigation with reduced standards. At this time, it is possible to save approximately 35 % of irrigation water in return for a certain yield loss (10 %) in agricultural plants. In order to determine the additional product that can be obtained when all agrotechnical measures are expected during the use of saved irrigation water, the revenue acquired from 1 ha of agricultural crops is established.

Research shows that, in a biologically optimal irrigation regime, conserving a specific volume of water, even at the cost of a 10 % reduction in crop yield, is not only environmentally beneficial in forms of efficient use of irrigation water but also economically favorable. So, in a reduced irrigation system, the economic effectiveness is important higher, by about 36 %, compared to a biologically optimal irrigation system. Moreover, engaging non-irrigated lands in crop rotation positively impacts their ecological state and boosts the production of overall goods, a critical factor for the Republics economy.

A drainage network system has been established to regulate groundwater regimes in the irrigated lands of the Republic.

Currently, a drainage network has been constructed on 600 thousand hectares to land. Additionally, there are significant drainage issues, especially in the Kur-Aras lowland, covering 760 thousand hectares.

Years of scientific and industrial experience demonstrate that amelioration system constructed in both drying melioration and irrigation melioration in the improved areas regulate the water regime in drying and the water-salt regime in irrigation.

Especially in dry years, moisture deficiency is noticeable, leading to a decline in agricultural crop yields. Even in cases where mineralized groundwater is scarce, only surface irrigation is used in irrigation improvement. The principles of one-sided action of drainage systems do not allow the use of natural underground water resources for irrigation [15].

The drawback of one-sided action systems lies in the fact that the groundwater level and soil moisture always change depending on conditions, but the parameters of the system (laying depth, distance between drain) remain unchanged.

Therefore, establishing dual-impact systems is essential to hydrate the soils plant-growing stratum by controlling the flow. Over the past 40-45 years, significant work has been done in this field [16-18].

The sub-irrigation method based on bilateral impact is widely employed in the melioration practices of already moistened soils in developed European countries such as the Netherlands, Belgium, Finland [17].

Entering the capillary plow layer of the soil significantly reduces the number of surface irrigations during the vegetation period and completely deny surface waters.

The regulation of the depth of groundwater must be in such a way as to correspond to the moisture needs of the plant in the root layer, adapting to each phase of its development.

Experience show that in medium clay soils, when the groundwater level is kept a depth of 0,5-0,75 m from the surface of the earth, high crop yields can be obtained. In light soils this level should be 0,45-0,60 m [18].

Drainage systems that allow efficient use of water resources, protect the soil from an environmental point of view and improve the amelioration properties of the soil can also be implemented using drainage intensification methods. In modern agricultural conditions, the implementation of measures for managing water and soil relationships in a structured and interconnected manner is required.

New conditions require a change in attitude towards the management and use of water resources. In this case, the principle of optimality in the “water-soil-crop” relationship is required.

CONCLUSION

Thus, from the analysis of materials from laboratory and field research work, we can conclude that existing methodologies and applied technologies do not fully take into account new economic and social conditions and all the changes that occur over a long period of operation of irrigation systems.

Insufficient information about the processes occurring in natural agroclimatic systems leads to poor irrigation results and negative environmental consequences. Irrigation for a long time affects the agroclimatic characteristics of the area and the amelioration state of the land. Therefore, in modern conditions, a more accurate determination of the irrigation needs of plants and optimization of water use require an integrated approach that takes into account all natural, technical, economic and environmental conditions in advance.

REFERENCE

1. Hasanov S.T., Danyalov Sh.D., Zeynalof O.A., Seyidov M.M. (2006). Principles of using non-conventional water in irrigation. Baku: “Architecture-Publishing-Polygraphy”, LLC, 99 p.
2. Mamedov R.G., Ibadzada Y.A. (1988). Azerbaijan’s water economy and its development prospects. Baku, Azernashr, p. 278.
3. Mamedov R.G. (2000). The water factor. Baku, Chanlibel, p. 400.
4. Mahmudov R.N. (2003). Water resources of the Republic of Azerbaijan. Baku, Science, p. 230.
5. Gurbanov M.F. (2009). Opportunities to find additional water sources and use them to reduce the negative effects of drought in water shortage conditions. // Scientific works of Azerbaijan Scientific-Research Hydrotechnic and Amelioration Institute. Scientific Production Association. Collection of scientific works, Volume XXIX, Baku, p.96-103.
6. Gurbanov M.F., Ruffullayev E.I., Akbarov M.A. (2016). Regulation and management of “Water-soil” relations in modern farming conditions. // Azerbaijan Scientific-Research Hydrotechnics and Amelioration Institute. Scientific Production Association. Collection of scientific works, Volume XXXVI, Baku, p.127-135.
7. Ibrahim Yahura. (2011). Yield-density Equations and Their Application for Agronomic Research: a review. International Journal of Biosciences (IJB) Vol. 1, №5, p.1-17.
8. Gurbanov M.F., Gurbanov F.M., Hasanov A.V., Akbarov M.A. (2019). Some problems of resing irrigation water. Azerbaijan Scientific-Research Hydrotechnic and Amelioration

Institute. Scientific Production Association. Collection of scientific works, Volume XXIX, Baku, p.198-209.

9. Zeynalova O.A., Iskanderov M.Y. (2007). Possibilities of resing non-fraditional waters in irrigation in conditions of water scarcity. // Baku, Azerbaijan Agricultural Icience Journal, №8-9, p.109-111.

10. Rzayev M.A. (2006). Irrigation and melioration system in transition to market economy current issues of the efficiency of the activities of. // Baku, Azerbaijan Agricultural Science Journal, №5-6, p.169-171.

11. Rzayev M.A. (2007). Measures to improve the level of operation and management of melioration and irrigation networks. // Baku, Azerbaijan Agricultural Science Journal, №4-5, p.127-130.

12. Tekin Kara and Mahomet Alan. (2008). Salinity and shallow water table problems at Bettairriqation district in Turkey. Regional Meeting on Water in the Mediterranean Basin Letcosa, p. 90-96.

13. Gurbanov M.F. (2019). Alternative sources of water for irrigation of Mughan-Salyan area lands. // Materials of the international scientific-practical conference “Modern technologies and scientific achievements” in the field of hyduotechnical devices and water engineering. Kherson, “GBUZ”, “KhGAY”, p. 30-34.

14. Ahmadzade A.C., Hashimov A.C., Iskenderov M.Y., Gurbanov M.F. (2020). Rules for the u se of non-conventional water in irrigation (in the example of sewage and collector-drainage water). Baku, p. 34.

15. Eyvazov E.M., Gurbanova Z.G., Tahmezova S.N. (2013). Justification of the use of drainage for subirrigation purposes in Northern Mughan. // A collection of scientific works of the Az. Amelioration SR Institute, Baku, Science, volume XXXIII, p. 17-28.

16. Eyvazov E.M., Zakieva R.E. (2015). Characteristics of soils of Mughan and Salyan plains and their effect on drainage. // A collection of scientific works of the Az. Amelioration SR Institute, Baku, Science, volume XXXV, p. 39-48.

17. Gurbanova Z.Q. (2011). Results of the study of the double effect of the Jafarkhan drainage system. Azerbaijan Scientific-Research Hydrotechnic and Amelioration Institute. Scientific Production Association. Collection of scientific works, Baku, Science, Volume XXXI, Baku, p.210-214.

18. Mammadov R.H., Hashimov A.C., Gafarov X.F. (2001). Land reclamation for farmers and irrigation information. Baku: Gorgud, p. 152.

**APPLE VARIETIES AND FORMS GROWN IN THE TERRITORY OF
NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC**

**NAHÇIVAN ÖZERK CUMHURİYETİ BÖLGESİNDE YETİŞTİRİLEN BAZI ELMA
ÇEŞİTLERİ VE FORMLARININ EKONOMİK VERİMLİLİK VE KULLANIM
ŞEKİLLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

LOGMAN BAYRAMOV

Doctor of philosophy in agricultural sciences, associate professor Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan Nakhchivan State University Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan Institute of Bioresources (Nakhchivan)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1482-0048>

In the article, the economic efficiency, economic indicators and perspectives of use of some promising apple varieties and forms cultivated in the territory of the Nakhchivan Autonomous Republic are given. Productivity per hectare of the varieties and forms mentioned here, product sales prices, cost value, net income, total income, profitability are calculated separately for each variety and form and are given in a special table, and the ways of using those varieties and forms are investigated, what are the purposes and what products of each variety. In addition, farmers and individual farms were advised to use those varieties and forms in the future planting of new apple orchards consisting of the indicated promising varieties and forms, so that they should carefully consider which variety to plant in which area so that a high yield can be obtained from those areas in the future.

Key words: Sopt, form, pomology, gene pool, collection, disease, pest, umbrella, stamp, diameter.

In the Autonomous Republic of Nakhchivan, fruit growing has been of industrial importance since ancient times, having a special importance among agricultural fields. The apple plant is in the first place among the fruit trees cultivated in all zones of the territory of the autonomous republic, making up 30-35% of the existing orchards (1,2).

As a result of our researches, many local and introduced varieties and forms of the apple plant growing at different times in different zones of the Nakhchivan Autonomous Republic were discovered, many of which are very valuable from the point of view of selection, and their use in the canning industry has been studied

Studying the distribution zones of apple varieties in the territory of the Nakhchivan Autonomous Republic, which is considered one of the main fruit-growing regions of the Republic of Azerbaijan, researching the directions of application of the varieties and forms discovered due to their superior characteristics, and collecting those varieties and forms in the "Gene Fund-Collection Garden" and studying their agro-biological characteristics are important aspects of the research. problems. By going on expeditions to all regions of the autonomous republic, the distribution zones of apple varieties and forms were discovered, their names and synonyms were recorded and studied. For the first time, it was determined that there are more than 115 varieties and forms of apples that differ according to their pomological characteristics in the territory of the autonomous republic (5; 4; 6). More than 50

of those varieties and forms were collected in the "Gene Fund-Collection Garden" of the Botanical Garden of the Institute of Bioresources, about 300 trees, and their agro-biological characteristics were studied. Collection of varieties and forms suitable for the soil and climate conditions of the Republic, promising, high-yielding, resistant to diseases and pests, frost, especially return frosts in spring, in the Genofond-Collection garden, planting and selection of new intensive-type orchards from these varieties in the future on farms or private farms their wide use as starting material is appropriate for the purpose.

Our goal was to study the economic efficiency of promising apple varieties and forms adapted to soil and climate conditions, to know their application directions, to recommend farmers and individual farms to expand the planting area of selected varieties.

MATERIALS AND METHODOLOGY

The main material of the research was taken from more than 50 local and introduced varieties and forms planted in the "Gene Fund-Collection garden" of the Botanical Garden of the Institute of Bioresources, as well as promising varieties and forms cultivated in some regions, and by conducting phenological observations on them, agro-biological characteristics and economic efficiency and is the study of application areas.

Hasanov ZM. Fruit growing (Laboratory practice) 1977 (3); methodology of I.V. Michurin Institute for the study of phenological phases and agro-biological characteristics of varieties, 1973 (6); Beideman I.N. "Methodology of studying phenological plants and plant messages". Novosibirsk, 1974 (7); "Program and methodology of introduction and sorting of fruit cultures". Chisinau, 1972 (9) etc. programs and methods were used.

Conclusions and discussions: As a result of the expeditions, it was determined by us that apple varieties and forms are mainly cultivated in Ordubad, Julfa, Babek, Shahbuz, Kangarli, Sharur and a small part of Sadarak regions, and a small part of them are cultivated in the Daglig, Dagetei and Duzan zones of the autonomous republic. Since 2005, the collection of apple varieties and forms cultivated in all zones of the Nakhchivan Autonomous Republic has been started in the "Genofond-Collection Garden", the introduction of new varieties, and the study of the economic and agro-biological characteristics of the varieties. It was recommended to farmers and private farms to select the economically valuable varieties and forms and use those varieties and forms in the establishment of new orchards. In order to enrich the gene pool of cultivated apple varieties and forms in the territory of the autonomous republic, 3 varieties from the Islamic Republic of Iran (Red and White Maragan, Iranian white apple varieties), variety and 10 varieties were added to the gene pool brought from the Scientific Research Institute of Horticulture and Tea Cultivation of Guba region. has been done. Apple varieties and forms cultivated in the territory of the autonomous republic were also evaluated according to their ripening periods. They are explained below.

Summer varieties and forms: Yayliq apple, Shada apple, Ordubad Beauty, Qirmizi Mushki, Qirbi Shirin, Kepek apple, Pambigi, Dolma apple, Rajabi, Fahima, White apple, Kol apple, Papirovka, Borovinka, Qravsteyn, Rashad apple, Shirvan Muski, Gem apple, Majlisi

Autumn varieties and forms: Autumn apple also called Narinji, Zolaqli apple, Stekan apple, Girda Qirmizi, Cennet apple, Heyva apple, Qizil Parmen, Shirvan Taci, Antonovka Anish, Aport, Yellow Belflor, Red Belflor, Gelin apple, Haji Husein, Vahab apple, Soba apple, Shakh apple, Ganza apple, Guleman apple, Sari-sinab, Gandil-sinab, McIntosh

Winter varieties and forms: Qirmizi Tabak apple, Cir Haji, Sari-Tursh, Qish Qizili, Ag Rozmarin, Banana sort, Zolqali Anish, Adi Antonovka, Kagiz Reneti also called Toz apple, Logazbeyi, Mazra, Dash apple, Teker apple also called Champagne Renet, London Pepin, Canada Renet

Newly discovered forms: Zeynaddin-1, Shikhmahmud-3, Izmir 6/1, Guney Gishlaq-1, Badamli-5, Ordubad-4, Unus-1, Kuku-3, Nakhchivan-5, Guney Gishlaq-4, Badamli-2, Milakh-3, Ordubad-5, Kalaki-6, Shahbuz-2, etc.

During the years 2005-2010, the phenological phases of most of those varieties were monitored and agro-biological characteristics were studied, the market economy and ways of use were studied taking into account the diameter, shape, color and taste of each fruit. The high quality and value of each fruit depends on the comprehensive assessment of economic indicators. The economic indicators of the variety can be considered favorable only if it is economically efficient. In addition to the economic efficiency of the investigated apple varieties, their application-oriented use was determined and revealed. So, the ways of using these varieties and forms in the industry are determined separately for each variety and form. Among these varieties, the Yayliq apple, Papirovka, Rashad apple, Rajabi, White apple varieties are eaten fresh and are indispensable raw materials for apple vinegar. Blue apple, Powder apple, Antonovka, Adi antonovka, Teker apple, Mehdi crab, Stone apple, Abi jahat, Mazra, Maragan varieties for apple juice production. For jam production, Cennet apple, Shada apple, Rashad apple, Yaylik apple varieties and Apple povidla are used for making Gandil-sinab, Seyid shukri, Narynci, Banana sortes, Glass apple, Cibir, Shixicani, Ayyubi, Boyken, and among the newly discovered forms, Guney Gishlaq. -4, Kalaki-1, Milax-3, Kuku-3 forms are irreplaceable raw materials.

Table 1.

Economic efficiency of apple varieties cultivated in the territory of Nakhchivan Autonomous Republic

Sort	Productivity, sen/ha	Cost per hectare, AZN	1 centner to the product cost, AZN	1 centner product sale cost, AZN	Total income, 1 hec/AZN	Pure, 1 hec/AZN	Profitability, %	Comparison of varieties economic evaluation
Summer varieties								
white apple (Cont)	94,93	1098,46	5,9	15,3	2252,43	1153,97	106	100
Ordybad beauty	173,16	1428,17	6,1	19,5	3376,62	1948,45	136	128
Qirmizi mushki	147,35	1943,15	9,2	24,2	3965,87	2022,72	104	108
Shada apple	143,26	1417,45	7,3	24,0	3638,24	2220,79	156	145
Qirbi shirin	134,04	1324,33	6,9	22,6	3229,30	1904,97	143	120
Autumn varieties								

Heyva apple	145,8 8	1727, 44	10,2	24,6	3688, 64	1961, 2	113	100
Stekan apple	167,3 4	1607, 64	5,5	29,3	4603, 10	2995, 46	186	139
Yellow Belflor	139,0 3	1264, 05	8,8	21,0	2919, 63	1655, 58	130	100
Girda Qirmizi	147,3 5	1159, 04	5,7	20,6	3035, 41	1876, 37	161	149
Haji Husein	175,6 6	2010, 55	6,1	30,3	5322, 50	3311, 95	164	135
Gandil-Sinab	144,0 3	1403, 02	9,5	25,8	3715, 97	2312, 95	164	121
Anish	179,8 2	1042, 56	7,8	16,2	2913, 12	1870, 56	179	152
Winter varieties								
Stone apple	145,6 9	1335, 40	10,8	25,9	3873, 37	2537, 90	190	100
Said Shkuri	153,8 1	2132, 86	9,6	27,6	4245, 16	2112, 3	99	83
Toz apple	173,1 6	2072, 52	7,5	25,5	4415, 58	2343, 06	113	102
Blue apple (Simirenko)	175,6 6	2130, 8	7,6	25,4	4461, 76	2530, 96	118	108
Qirmizi tabak apple	187,3 2	1910, 58	9,1	30,1	5638, 33	3727, 75	195	166
Qish qizili	191,4 7	1592, 86	8,7	25,4	4863, 34	3270, 48	205	136
Teker apple (also called Champaghne)	238,0 9	2253, 50	8,1	21,8	5190, 36	2936, 86	130	113
Abi cahat	182,3 4	1655, 05	9,2	30,2	5506, 67	3851, 62	232	164
Logazbeyi	161,5 0	1436, 69	7,4	30,3	4893, 45	3456, 70	240	235
Ag rozmarin	144,0 2	1832, 27	7,9	28,8	4147, 78	2315, 51	126	107
Rejected forms of new love								
Guney-Gishlaq-1	134, 03	1435, 00	7,8	25,7	3444, 57	2009, 57	140	124
Ordubad-4	159, 00	1961, 49	7,7	20,8	3307, 2	3337, 10	168	146
Kuku-3	133, 20	1376, 32	7,4	22,9	3550, 28	2173, 96	157	132
Milakh-3	160, 67	1576, 24	6,8	24,3	3904, 28	2328, 04	148	128
Unus-1	85,2 8	1046, 21	7,0	25,8	2200, 22	1154, 05	110	104

The study of apple varieties cultivated in the territory of the Nakhchivan Autonomous Republic allowed us to find out that many of them are superior to the standard varieties. Productivity, profitability, profit and use of the mentioned varieties were superior to standard

varieties. The average productivity, selling price, cost value of those varieties in 4 years, in a word, their economic efficiency is clearly shown in the table below.

In contrast, White apple from standard varieties - 94.93 s/ha; Quince apple - 145.88 s/ha and Stone apple - 145.69 s/ha yielded. Some varieties and forms of apples cultivated in the territory of the autonomous republic

Due to the high yield, the price of 1 centner of crop is Ordubad beautiful from summer varieties, 10.4 manats, Qirbi sweet 9.2 manats, Zolagi apple from autumn varieties 5.5 manats; A glass of apple 5.7 manats, Anise 9.5 manats; Bride's apple 7.8 manats, from winter varieties Red plate apple 9.6 manats, White rosemary 7.5 manats, Powdered apple 7.6 manats, Blue apple 9.1 manats; Horn apple 8.7 manats; Belfler 10.2 manats; was. At that time, the standard varieties were White apple 5.9 manat, Quince apple 10.2 manat and Stone apple 10.8 manat, which is much more than the studied varieties. The selling price of the product for each variety was 15.3-30.4 manats respectively.

The yield per hectare of some varieties and forms of apples cultivated in the territory of the autonomous republic is given below.

One of the main indicators of economic efficiency is net income and profitability per hectare. Economic analysis shows that the yield and profitability of varieties are different. The net income from each hectare of the studied varieties is as follows: Ordubad beauty from summer varieties 1948.45 mans; Red musk 2022.72 mans; Shada apples 2022.79 mans; Qirbi Shirin 1904.97 mans; Glass apples from autumn varieties 2995.46 mans; Girda red 1876.37 mans; Haji Hussein 3311.95 mans; Qandil-sinab 2312.95 mans; Anise 1870.56 manas; Yellow bells 1655, 58 mans; Red plate apples from winter varieties 3727.75 mans; Winter gold 3270.48; Blue apple 2530.96 manas; Apple powder 2343.06 mans; Tire purchase 2936.86 manas; Abi jahat 3851.62 mans; Logazbey 3456.70 mans; Seyyed Shukri 2112.3 mans; White rosemary 2315.51 mans; Among the newly discovered forms, Güney Kışlaq-1 2009.57 man; Ordubad-4 3337.10 manas; Milakh-3 2173.96 manas; Kuku-3 was 2328.04 manats and Unus-1 was 1154.05 manats.

Profitability in these varieties varied between 99-240%. The net income per hectare for standard varieties White apple, Quince apple and Stone apple was 1153.97, 1961.2 and 2537.90 AZN, respectively, the profitability of summer variety White apple 106%, autumn variety Quince apple 113% and winter variety It was 190% in stone apple. The Seyid Shukri variety did not show good results and was good according to all economic indicators, but lower than all varieties according to profitability.

Among the mentioned varieties, short ones (bush apple, Yellow-sinab, Striped apple), high umbrella varieties (Stone apple, Ordubadi, Toz apple, Red plate apple, Güney Kışlaq-4, Ordubad-4, Milax-3 and Kuku- Considering that 3 forms) are economically effective, broad consideration should be given to the planting of these varieties in the territory of the autonomous republic both in private farms and in newly planted gardens. Because these varieties adapted to soil and climate conditions are also resistant to diseases and pests.

LITERATURE

1. Bayramov L.A. Study of apple varieties grown in the territory of Nakhchivan Autonomous Republic and study of gene pool // Azerbaijan Agricultural Science, 2006, No. 3-4, p. 155-156

2. Bayramov L.A. Economic efficiency of apple varieties and forms cultivated in the territory of Nakhchivan MR //Azerbaijan Agricultural Science, 2013, No. 2, p. 46-48
3. Hasanov Z.M. Fruit growing (Laboratory-practicum). Baku: Bilik, 1977, 151 p.
4. Khudaverdiyev F.P. Fruit varieties of Nakhchivan MSSR and recommendations on their cultivation. Baku, 1984, p. 4-6
5. Talibov T.H., Bayramov L.A. Apple gene pool in Nakhchivan Autonomous Republic, Baku, 2013, "Afpoligrafia", 156 p.
6. Bayramov L.A. Evaluation of high-yielding native varieties and forms of apple trees cultivated in the territory of the Nakhchivansloi Autonomous Republic of Azerbaijan// Herald of the Altai State Agrarian University, №11 (133), November, 2015, p. 10-14
7. Beideman I.N. Methods of studying the phenology of plants and plant information. Novosibirsk: Nauka, 1974, 156 p.
8. Methodology VNIIS im. И.В. Michurina, 1973, p. 93-124
9. Program and methodology introduction and sorting

Makale, Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti bölgesinde yetiştirilen bazı umut verici çeşit ve elma ağacı türlerinin kullanımına ilişkin ekonomik verimliliği, ekonomik göstergeleri ve beklentileri sunmaktadır. Burada bahs edilen çeşit ve formların hektar başına verimi, ürün satış fiyatları, maliyeti, net geliri, brüt geliri, karlılığı her çeşit ve form için ayrı ayrı hesaplanarak özel bir tabloda verilmiştir ve bu çeşit ve formların kullanım yöntemleri Her çeşidin amaçları ve hangi ürünleri incelenir. Ayrıca çiftçilere ve çiftçi hanelerine gelecek vaat eden çeşit ve formlardan oluşan yeni elma bahçesi dikimlerinde bu çeşit ve formları kullanmaları, gelecekte hangi çeşit ve hangi bölgeye dikilmesi gerektiğine dikkat etmeleri önerildi. Bu alanlar yüksek verim üretebilir.

Anahtar kelimeler: çeşitlilik, şekil, pomoloji, gen havuzu, koleksiyon, hastalık, zararlılar, şemsiye, damga, çap, yükseklik

In the article, the economic efficiency, economic indicators and perspectives of use of some promising apple varieties and forms cultivated in the territory of the Nakhchivan Autonomous Republic are given. Productivity per hectare of the varieties and forms mentioned here, product sales prices, cost value, net income, total income, profitability are calculated separately for each variety and form and are given in a special table, and the ways of using those varieties and forms are investigated, what are the purposes and what products of each variety In addition, farmers and individual farms were advised to use those varieties and forms in the future planting of new apple orchards consisting of the indicated promising varieties and forms, so that they should pay attention to which variety should be planted in which area so that a high yield can be obtained from those areas in the future.

Kew words: variety, form, pomology, genfund, collection, disease, pest, umbrella, stamp, diameter, height.

MICRO ALGAE - PATH TO REACH SUSTAINABLE AGRICULTURE

Dr.S. Lakshmi

SRM Institute of Science and Technology, Chennai

Orchid id: <https://orcid.org/0000-0003-2553-778X>

Dr.R. Sivakumar

Director, DCS

ABSTRACT

It is essential and need of the current situation to provide basic resources of food and clothes to the increasing population not only in our country but also the world which is a very big challenge. According to the principles of Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) to maintain sustainability, building an ecofriendly production system to produce the basic resources, raise the economic development and to satisfy the human needs. Generally, Water and other resources are considerably saved, emission of gases are identified earlier and usage of fertilizers are measured by introducing intelligent production systems. This review paper shows the importance of growing micro algae at various level to promote sustainable agriculture.

Keywords: Micro algae, Sustainable agriculture, cultivation, CO₂ and production system

INTRODUCTION

Micro algae are unicellular species found in freshwater as well as marine water with no stems, roots and leaves. The life of the earth purely depends on photosynthesis, which produce nearly half of the oxygen and use greenhouse gas to grow photo autotrophically. Algae has different shapes and sizes. Normally its size from one micron to 100-foot giant kelp.

Types of Micro algae

Algae fall into two broad classifications. They are micro algae and macro algae. Micro algae grow from a single cell and grow quickly. Chlorella and Spirulina are the best examples of algae. Chlorella is found in Taiwan and Japan while spirulina is found in Africa and Asia. Since algae contain vitamins and minerals, it is used to boost our immune system naturally. Hence, both Chlorella and Spirulina are considered as food supplement.

Health benefits of algae

The blue green algae are considered as super food. The main reasons are as follows:

- It is rich in vitamins A, C, E and the B-complex including vitamin B12 and B6.
- It is rich in natural minerals like calcium, magnesium and iron.
- It is rich in Protein and contains essential amino acids.
- It plays a major role in skin care routine
 - Blue green algae extract – Since it consists of antioxidant pigments rich and more vibrant in color, it will act as an anti-aging component.
 - Brown algae extract – Due to its water holding capacity, it makes our skin supple and wrinkle free.
 - Red algae extract – Contains vitamins and minerals as well as rich in antioxidant pigments that protects the skin and delays aging.

Uses of Blue green Algae

Blue green algae can be used to prevent or treat most prevailing lifestyle diseases such as diabetes, cancer etc. This alga can be used in improving health of vital organs of human body such as brain, heart, kidney, liver and lungs. The following lifestyle diseases or health conditions can be treated with the blue green algae.

- | | |
|--------------------------------|--|
| • Anti-oxidant | • Controlling osteoarthritis which leads to kidney disease |
| • Prevents Atherosclerosis | • Anti-viral, Anti-cancer and Natural healer |
| • Prevents lipid per-oxidation | • Immunity Booster – Anti – inflammation |
| • Control Diabetes | • Improve brain functioning |
| • Treat Alzheimer | • Prevents brain degeneration condition |
| • Improve Liver function | • Anti-depressant |
| • Control Diabetes | • Control Cholesterol level |
| • Assists to cure fatty liver | • Improve blood circulation |

Cultivation system

The second Green Revolution will be based on the Algae which is going to face the shortfalls of food and feed demands raised due to the increasing level of population. Generally, they are open raceway ponds and closed Photobioreactor are the two common methods used for cultivating the algae. Fig -1 shows the sample open pond and closed bioreactor. The closed system is a photo-bioreactor with a controlled environment. In open pond system, a large pond is constructed and the photosynthesis can be done naturally to feed the algae. In the pond an engine is used to constantly churn water to expose the algae to sunlight. Fig:1 shows the open pond system and Fig:2 shows the closed pond system i.e., photo bioreactor. Spirulina is available in the form of culture, powder, tablet and capsules.

Advantages of Algae production:

The benefits of producing algae is listed as follows:

- Per unit area, microalgae produce more than 10 to 20 times higher biomass than other crops.
- Microalgae used to reduce green-house emissions.
- Microalgae can grow in ocean, sea water, fresh water or waste water



Fig.1 Open Pond

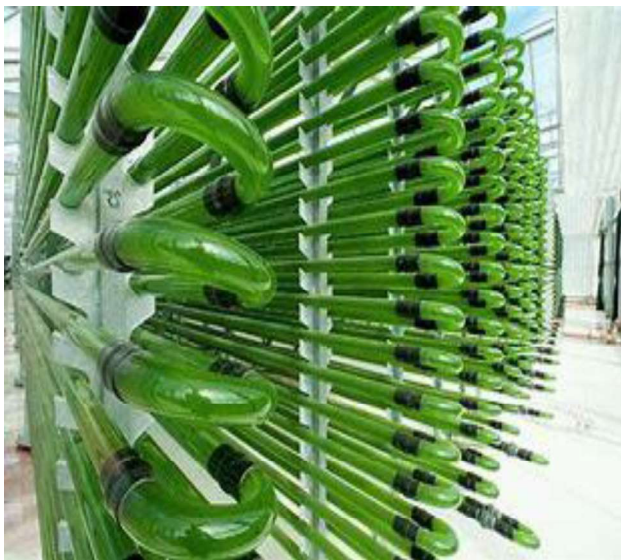


Fig.2(a) Photobioreactor- top view



Fig.2(b). Photobioreactor – Full view

- Microalgae absorbs carbon di oxide and provide oxygen which is helpful to protect ozone layer
- Microalgae biomass can be used as food, feed or fuel.
- Micro algae can grow rapidly by using waste water in industries
- It helps to face the challenges of global warming.
- The enormously growing demands of food to eradicate hunger, the only possibility is second Green Revolution – micro algae production and cultivation.

MATERIALS AND METHODS

This work mainly focusing on the possibilities of sustainable agriculture through algae cultivation. We discussed about the various aspects of sustainable agriculture in detail.

Sustainable agriculture

According to Food and Agriculture Organization of the United Nations, by 2050 agriculture need to produce nearly 60% more production with the same space to face the global food demand. High levels of hunger, malnutrition and food safety are the key challenges which will be eradicated only through developing and implementing new systems and technologies in agriculture.

Sustainable agriculture is the need of the current situation which must nurture not only the ecofriendly environment but also effective utilization of land, water and other natural resources to manage the production of food to meet the global demands as well as to ensure the food security.

Microalgae as sustainable agriculture

Sustainable agriculture can be achieved by integrating the following:

- Healthy environment,
- Economic profitability and
- Social and Economic Equity.

The persons who are all involved in the agriculture and food development process such as Growers, Food processors, Distributors, Retailers, Consumers and Waste managers played a major role to ensure sustainability in agriculture. Since the bioactive compounds derived from algae such as lipids, proteins, carbohydrates, carotenoids and vitamins will be useful to develop sustainable products. The production of micro algae itself comes under sustainable agriculture.

Healthy environment

Production of microalgae grows rapidly. There is no need of freshwater, fertile land and pesticide to grow algae like other crops.[3]. Algae can be cultivated even in waste water and in effluent treatment plants to be a part of bioremediation. [4,5]. Algae can also reduce the atmospheric carbon di oxide through photosynthesis which leads to reduce the effluent waste during the process of cultivation. The absorption of Carbon-di-oxide in algae is nearly doubled with the normal absorption in forest.ie., In one Hectare Forest can absorb 30 metric

tons of Carbon di oxide whereas algae can absorb 60 tons per day itself. Hence, algae production will generate eco-friendly environment.

Economic Profitability

Micro algae production is the highly profitable business when compared with other crops in agriculture. The Table :1 shows the comparison of microalgae with other crops taken from <https://ourworldindata.org/grapher/oil-yield-by-crop?tab=table>. From the table we can easily understand the significant of algae.

Table 1: Comparison of microalgae with other crops

Plant or Organism	MT of Oil per hectare in 2020
Coconut oil	0.16
Soybeans	0.11
Groundnut oil	0.11
Sunflower	0.27
Rapeseed	0.37
Palm	3.37
Algae	6.0

However, the production of microalgae is being done throughout the year where as other crops are seasonal. It does not require arable land for production less water is sufficient to produce algae. Microalgae played a major role in food, feed and fertilizer still the research is going on to produce bio plastic from micro algae to replace the usage of plastic and to eradicate plastic entirely and save the environment by building the ecofriendly products.

Social and economic equality

Every person involved in the good system such as Cultivator, processors, distributors and retailers play a role in ensuring a SA. Production of micro algae used to give job opportunity almost through out the year when compare with other crops used to produce only seasonal jobs. Since the production takes place throughout the year, the cultivators used to get income throughout the year. Algae gives by taking carbon dioxide from the environment, it emits oxygen so that it helps to produce eco-friendly environment. “Waste to Energy” ie., there is no waste is the motto of sustainable agriculture.

Sustainable Development Goals-SDG

In 2015, the United Nations created 17 world development goals called the **Sustainable Development Goals (SDGs)**. with the aim of "peace and prosperity" for people and the planet.

Micro algae contribute to all the 17 SDGs, where they directly contribute to 9th of the SDGs and indirectly contribute to the rest.

2.4 Sustainable practices in Blue-green algae cultivation

- The Blue green algae can be cultivated using any water including waste water viz., utilizing waste heat and CO₂ from power plants or treated wastewater.
- If cultivated in open system, blue-green algae use carbon dioxide and nitrogen from atmosphere hence helps in reducing greenhouse gases.



Fig:3 Sustainable development goals

- The cultivation of blue green algae is not seasonal; hence the production can be throughout the year.
- The year around production of this algae can help in diminishing malnourishment as it can be used prominently as a food.
- For eg: Spirulina is available in the form of culture, powder, tablet and capsules.

Role of Microalgae production in Integrated Farming System

Microalgae production is also considered as an integrated farming system for reaching the sustainable agriculture. For algae production we need

- Water as main resource,
- Sunlight for photosynthesis and
- Atmospheric air for carbon and nitrogen

Integrated farming system is a sustainable agricultural system that integrates micro algae, livestock, crop production, fish, poultry, crops and other systems. The main concept of this farming system is “there is no waste” and “waste to energy”.

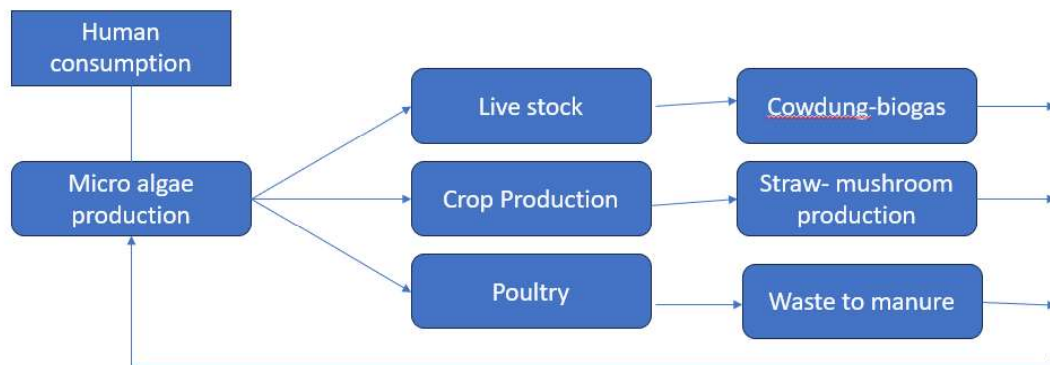


Fig:4 Workflow of micro algae cultivation

Integrated farming system used to maximize the utilization of nutrients in each subsystem. The components could be chosen based on the available land, water, capital investment, various resources human as well as material, market facilities and so on. In Fig:4, the cultivated microalgae has more than 65% of protein, that is given for human consumption as food or food supplement in the form of tablet. Due to some unavoidable condition, sometimes the protein may be less than 60%. If the protein content is 60% or less than 60% that is given as feed for live stock and poultry and used as fertilizer for crop production. The output of crop is utilized for human consumption and the waste of crop production i.e., straw is utilized for mushroom production. The output of mushroom is utilized as food for human and the waste - mushroom stick is used for algae cultivation. In the same way, the poultry waste is used for producing manure and that manure can be used to cultivate microalgae. The cow dung is an example for livestock waste and used to produce biogas. The biogas can be used to produce algae. Hence the integrated farming system using algae cultivation works as a source of sustainable agriculture. Fig-5 shows the relation among all aspects of sustainability in micro algae cultivation. There are more employment opportunities while setting the micro algae cultivation pond. Since this alga has nutrient value, it ensures the food security and produces food with more nutritional value. The algae cultivation can take place through out the year which enhances the profitability. The algae cultivation can be done by using fresh water, marine water and also in waste water. Patients may be affected by protein deficiency. Some of the patients won't take animal protein. In these cases, these algae can be an alternate for animal protein and also be treated as a super food for vegans. Hence, we can manage the water efficiently even we are able to grow algae from the waste of effluent treatment plants. It takes CO₂ from the environment and produces oxygen which helps us to face challenges of global warming.

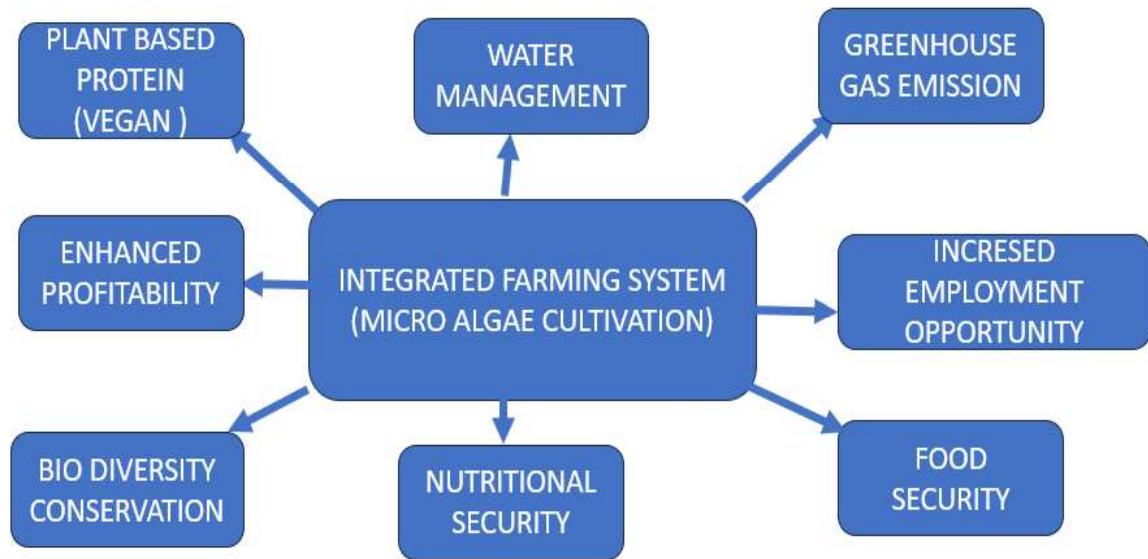


Fig:5 Integrated Farming system in micro algae cultivation

RESULTS AND DISCUSSION

Algae cultivation played a major role for reaching the sustainability. The cultivation of algae helps us to produce nutrient food and also helps to lead healthy life by giving good environment through the production of oxygen during the photosynthesis process. We took a case study on cultivating the Spirulina -blue green algae belonging to the genus *Arthrospira*, has gained significant popularity in recent years as a potential superfood. It is a sustainable food source with a low environmental impact, making it an attractive option for those looking to reduce their carbon footprint. Its high protein content makes it a great option for vegetarians and vegans looking to increase their protein intake. Its potential anti-inflammatory effects may help to reduce the risk of chronic diseases and promote longevity.

Nutritional profile of Spirulina

- **Protein:** Blue-green algae are often cited as a good source of complete protein, containing all nine essential amino acids [2]. However, the digestibility and bioavailability of this protein might be lower compared to animal sources [3].
- **Vitamins:** They are particularly rich in B vitamins, such as B12, B complex, and vitamin K2 [1].
- **Minerals:** Blue-green algae are a natural source of various minerals, including iron, calcium, magnesium, phosphorus, potassium, and zinc [1].
- **Fatty Acids:** Certain species are rich in essential fatty acids, particularly omega-3 fatty acids like alpha-linolenic acid (ALA) [1].

- **Antioxidants:** They are a source of various antioxidant compounds, including phycocyanin and carotenoids, which may offer health benefits [1].

Spirulina extract market

Table 2: Spirulina extract market trend analysis

Attributes	Key Insights
Spirulina Extract Market Estimated Size in 2024	US\$ 58.9 million
Project Market Value in 2034	US\$ 234.8 million
Value-based CAGR from 2024 to 2034	14.8%

The spirulina extract market is benefiting from the growing consumer interest in functional foods. Spirulina, known for its nutritional profile and potential health benefits, is being incorporated into a variety of food products, including snacks, beverages, and supplements. The shift towards plant-based diets and plant-based protein sources is influencing the spirulina extract market. Spirulina, being a rich source of plant-based protein, aligns with the preferences of consumers seeking vegetarian and vegan alternatives. Increasing demand for natural food colors align with consumer preferences for clean labels and natural ingredients further propels the spirulina extract market's growth. The Table 2 shows the trend analysis of spirulina market and the compound annual growth rate is expected to grow to 14.8% in 2034.

CONCLUSION AND FUTURE ENHANCEMENT

Thus, the micro algae cultivation produces healthy environment, provides nutritious food as well as food supplement, provides job opportunities, enhance profitability and effective utilization of natural resources. The algae production satisfies not only the human needs but also plays a major role in biofuel, bioplastic, pharma, waste water treatment and cosmetics. Sustainable Micro algae production can be improved when we do the water management, maintaining ph, control bacterial contamination and periodic harvest. We are planning to design an efficient tool for cultivating of micro algae at various level to promote sustainable agriculture is the future enhancement of our work.

References

1. Khan S, Das P, Abdul Quadir M, Thaher MI, Mahata C, Sayadi S, Al-Jabri H. Microalgal Feedstock for Biofuel Production: Recent Advances, Challenges, and Future Perspective. *Fermentation*. 2023; 9(3):281. <https://doi.org/10.3390/fermentation9030281>
2. Falkowski, P. G., & Raven, J. A. (2007). *Aquatic photosynthesis*. Princeton University Press.
3. Ferreira, J. S., Ación, F. G., & Fernández-Sevilla, A. (2016). Cultivation of microalgae. In *Algal Biotechnology: Products and Processes* (pp. 15-46). Springer, Cham.

4. Ansari, M. P., & Malik, A. (2016). Use of Algae for Wastewater Treatment and Nutrient Cycling: A Review. *Applied & Environmental Biotechnology*, 100(1), 707-718.
5. Ratha, S. K., Prasanna, R., Singh, P. K., & Boro, R. C. (2019). Cyanobacteria: A potential biofertilizer for sustainable agriculture. In *Role of Plant Growth Promoting Microorganisms in Sustainable Agriculture and Nanotechnology* (pp. 153-168). Springer, Singapore.
6. Abed, R. M. M., & Dobretsov, S. (2014). Cyanobacteria in Coral Reef Ecosystems: A Review. *Journal of Marine Science and Engineering*, 2(2), 297–315. doi:10.3390/jmse2020297.
7. Khan MI, Shin JH, Kim JD. The promising future of microalgae: current status, challenges, and optimization of a sustainable and renewable industry for bio-fuels, feed, and other products. *Microb Cell Fact.*2018;17(1):36.
8. Selmani N, Mirghani ME, Alam MZ. Study the growth of microalgae in palm oil mill effluent waste water.in *IOP Conference series: earth and environmental science.*; Putrajaya, Malaysia: IOP Publishing; 2013.
9. Posadas E, Alcántara C, García-Encina PA, et al., Microalgae-based biofuels and bioproducts. In: Gonzalez-Fernandez C, Muñoz R, editors. *Micro algae cultivation in wastewater*. Woodhead Publishing: 2017.p. 67–91. DOI:10.1016/B978-0-08-101023-5.00003

EFFECT OF BABEZIOSIS ON SHEEP PRODUCTIVITY IN NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC

NAHÇIVAN ÖZERK CUMHURİYETİ'NDE BABEZİOSİS'İN KOYUN VERİMLİLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Mirvasif SEYIDOV

Nakhchivan State University, Faculty of Natural Sciences and Agriculture, Department of
Veterinary Medicine, Nakhchivan, Azerbaijan

Abstract: Reliable food supply is the main condition of economic and social stability. Nakhchivan Autonomous Republic has special climatic conditions as it is ecologically surrounded by the Small Caucasus Mountains. One of the most important issues in developing animal breeding and increasing its productivity is creating a healthy animal herd. Despite the positive results obtained in the development of sheep farming, there are still several unresolved issues that reduce productivity. One of these influencing factors is blood-parasitic diseases. The species composition of ixodid ticks and blood-parasitic pathogens was determined in the Parasitology Laboratory of the Department of Veterinary Medicine of Nakhchivan State University. 16 species of ixodid ticks belonging to 4 genera of the Ixodidae family were found. Ticks infest small ruminants and transmit 4 types of blood parasite pathogens (*Babesia ovis*, *Anaplasma ovis*, *Piroplasma ovis*, and *Theileria recondita*). In the autonomous republic, *Rhipicephalus bursa*, *Hyalomma asiaticum*, *Hyalomma anatolicum*, *Hyalomma detritum*, and *Dermacentor marginatus* ticks are more common among small ruminants. Ticks parasitize in the lowland and foothills from the beginning of March to the end of October, and the peak infection is from the end of April to the beginning of September. The peak period of the disease lasts from the third decade of May to the end of July, and 75.2% of the annual incidence of the disease falls in this period. In the foothills, the season of the disease covers the months of May and September, and the highest level of morbidity is recorded in June and July, accounting for 85% of the annual morbidity. During this period, 80% of the total herd in the lowland zone, 90% of the total herd in the foothill zone, and 50% of the total herd in the mountainous zones were infested with ticks. Among small ruminants, 4 types of blood-parasitic pathogens are common, of which *Babesia ovis* is the most common. The conducted studies show that Balbas and Mazek sheep bred in the Nakhchivan Autonomous Republic suffer from severe babesiosis, and in cases where treatment is not carried out, 60-70% of them die.

Key Words: Nakhchivan, Ixodidae, *Babesia ovis*, *Rhipicephalus bursa*

Özet: Güvenilir bir gıda kaynağı, ekonomik ve sosyal istikrarın ana koşuludur. Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti, Küçük Kafkas Dağları tarafından ekolojik olarak çevrili olduğu için özel iklim koşullarına sahiptir. Hayvan yetiştiriciliğini geliştirmenin ve üretkenliği artırmanın en önemli konularından biri sağlıklı bir hayvan sürüsü oluşturmaktır. Koyun yetiştiriciliğinde elde edilen olumlu sonuçlara rağmen, üretkenliği azaltan birkaç çözülememiş sorun bulunmaktadır. Bu etkileyici faktörlerden biri de kan parazit hastalıklarıdır. Nahçıvan Devlet Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Parazitoloji Laboratuvarı'nda İxodidae ailesinin 4 cinsine

ait 16 türden oluşan kenelerin ve kan parazit patojenlerin tür kompozisyonu belirlendi. Keneler, küçük rumelileri enfeste eder ve 4 tür kan paraziti patojeni (*Babesia ovis*, *Anaplasma ovis*, *Piroplasma ovis* ve *Theileria recondita*) taşırlar. Özerk cumhuriyette, *Rhipicephalus bursa*, *Hyalomma asiaticum*, *Hyalomma anatolicum*, *Hyalomma detritum* ve *Dermacentor marginatus* keneleri küçük rumeliler arasında daha yaygındır. Keneler, düşük ve orta rakımlı bölgelerde Mart ayının başından Ekim ayının sonuna kadar parazitlenir ve en yüksek enfeksiyon nisan sonundan eylül başına kadardır. Hastalığın pik dönemi, Mayıs'ın üçüncü on yılından Temmuz sonuna kadar sürer ve yıllık hastalıkların %75,2'si bu döneme denk gelir. Orta rakımlı bölgelerde hastalık sezonu Mayıs ve Eylül aylarını kapsar ve en yüksek hastalık seviyesi Haziran ve Temmuz aylarında kaydedilir ve yıllık hastalıkların %85'ini oluşturur. Bu dönemde, düşük rakımlı bölgedeki toplam sürünün %80'i, orta rakımlı bölgedeki toplam sürünün %90'ı ve dağlık bölgelerdeki toplam sürünün %50'si kenelerle enfeste olmuştur. Küçük rumeliler arasında, *Babesia ovis* en yaygın olanıdır. Yapılan çalışmalar, Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nde yetiştirilen Balbas ve Mazek koyunlarının ciddi babesioza maruz kaldığını göstermektedir ve tedavi uygulanmadığında bunların %60-70'inin öldüğünü göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Nahçıvan, Ixodidae, *Babesia ovis*, *Rhipicephalus bursa*.

Introduction and Purpose

It is known that a reliable food supply is the main condition of economic stability and social stability in every country. From this point of view, the state of Azerbaijan implements multifaceted measures for the reliable supply of food to the population and adopts large-scale state programs aimed at the development of the agricultural sector, on which food security depends. The Nakhchivan Autonomous Republic is an integral part of the Republic of Azerbaijan, and ecologically, it is surrounded by the Lesser Caucasus Mountains, so it has special climatic conditions. Thus, 9 of the 11 climate zones known in the world are observed in the Nakhchivan Autonomous Republic (Babayev, 1999). The basis of the economy of the Autonomous Republic is agriculture. One of the main leading areas of agriculture here is animal husbandry, including sheep farming. Meat and meat products play a valuable role in human nutrition as a source of protein. Since it contains fat, mineral, and extractive substances, vitamins, it is considered an important food product for the normal functioning of the human body.

The development of animal husbandry allows to constantly improve the livelihood of the people, to satisfy the growing demand for livestock products of the light industry and food industry, as well as the population. One of the most important issues in developing animal husbandry and increasing its productivity is creating a healthy animal herd. However, despite the positive results obtained in the development of animal husbandry, including sheep breeding, there are still several unresolved issues, which hurt the development of sheep breeding, productivity, increasing the number of heads, and improving the breed. One of these influencing factors is blood-parasitic diseases (Agayev & Mirzabayov, 1991). These diseases spread in all zones of the autonomous republic, and despite the treatment and prevention measures, they cause huge damage to the economy of sheep farming every year.

In the conditions of the autonomous republic, mainly Balbas and Mazek sheep are kept. Balbas sheep rank first in Transcaucasia in terms of their live weight and the use of their wool in carpet making. At the same time, Balbas sheep are very sensitive to blood-parasitic diseases and suffer a lot.

The main goal of the research is to investigate ways to eliminate blood-parasitic diseases of small ruminants to develop measures to control these diseases and to increase productivity by eliminating the damage to the economy of sheep farming by applying the obtained results in farms (Abusalimov, 1960). In connection with this, the following issues should be addressed: to determine the types of blood-parasitic diseases that spread among small ruminants, the nature of seasonality, and the timing of measures to be taken against ticks.

Materials and Methods

Covering all geographical zones of the Nakhchivan Autonomous Republic, ixodid ticks parasitizing small ruminants were collected from the beginning of March to the end of October in 16 settlements and pastures, their gender, and species composition to the determinant (Pomerantsev, 1950), as well as the type of blood-parasitic disease was determined by preparing smears from the blood of infected animals. The gender, type, and type of blood-parasitic disease agent of ixodid ticks were determined based on the relevant instructions at the Department of Veterinary Medicine of Nakhchivan State University and the parasitology laboratory of Nakhchivan Scientific Research Veterinary Station. During the research period, 6977 small ruminants (5417 sheep, 1560 goats) were examined, the genus and species of 12595 ixodid ticks collected from them were determined, and the blood smear of 447 small ruminants was examined.

Results

The research results show that 16 species of ixodid ticks from 4 genera belonging to the Ixodidae family are distributed in the geographical area of Nakhchivan AR. Of these, 15 species parasitize animals. Among small ruminants, 4 types of blood-parasitic disease agents were found: *Babesia ovis*, *Anaplasma ovis*, *Piroplasma ovis*, and *Theileria recondita*.

Discussion and Conclusion

Rhipicephalus bursa, *Hyalomma asiaticum*, *Hyalomma anatolicum*, *Hyalomma detritum*, and *Dermacentor marginatus* ticks are more common in small ruminants. The period of seasonal parasitism of ticks lasts from the beginning of March to the end of October in the lowland and foothills, and the peak of infection is from the end of April to the beginning of September, and the peak period of the disease continues from the third decade of May to the end of July, and the annual incidence of the disease is 75,2% fall into this period. In the foothills, the season of the disease covers the months of May and September, and the highest level of morbidity is recorded in June and July, accounting for 85% of the annual morbidity. During the mentioned period in the lowland zone, 80% of the total herd, 90% of the total herd in the foothill zone, and 50% of the total herd in the mountainous zones are infected with ticks (Table 1).

As a result of the examination of blood smears prepared of 447 head-sick small animals in the experimental areas, it is known that 4 types of blood-parasitic disease agents are spread among small ruminants: *Babesia ovis*, *Anaplasma ovis*, *Piroplasma ovis*, and *Theileria recondite*. *Babesia ovis* is more common among these species. Babezites were detected in 334 (74.7%) of the examined blood smears; 234 of them (70.0%) were seen alone, and 30 (9.0%) were seen in mixed form.

In the territory of the autonomous republic, anaplasmosis of small ruminants is also relatively widespread and is noted in all geographical zones. As a result of the examinations, anaplasms were detected in the blood smear of 97 heads (21.7%) of the sick animals, anaplasms alone in 90 heads (21.0%) and anaplasms mixed with other species in 7 heads (1.6%). Based on *Piroplasma ovis*, 13 heads (2.9%) were found in a mix with other species and more with *B. ovis*. *Theileria recondite* species is very rare. This spp. was found in 3 (0.67%) patients, of which 2 (0.5%) were mixed, and 1 (0.2%) was alone.

Table 1. Tick infestation status of small ruminants

Animal species	Number of animals initially checked	Infected animals		Total ticks collected	% in the overall herd	Average number of ticks	
		Total	%			At every checked	infects every animal
Sheep	5417	2017	37,20	10591	84,00	1,90	5,30
Goat	1560	407	26,10	2004	16,00	1,30	4,90
Total	6977	2424	34,70	12595	100,00	1,80	5,20

Sheep and goats of all ages are affected by babesiosis, but young animals suffer more severely and the loss is higher (Figure 1). In addition, depending on the breed of animals, the disease is mild and severe. The conducted researches show that Balbas and Mazek breed sheep bred in Nakhchivan MR result in 60-70% loss if severe babesiosis is not treated. Hybrids obtained from the crossbreeding of Balbas and Mazek breeds are relatively mild and in many cases recover without treatment. Animals infected with babesiosis are most often encountered during the period of intense parasitism by *Rhipicephalus bursa* ticks. Which, depending on the season of this year and weather conditions, changes to one degree or another, but it usually lasts from the beginning of May to the end of October (Magerramov & Seyidov, 2017; Seyidov, 2015).

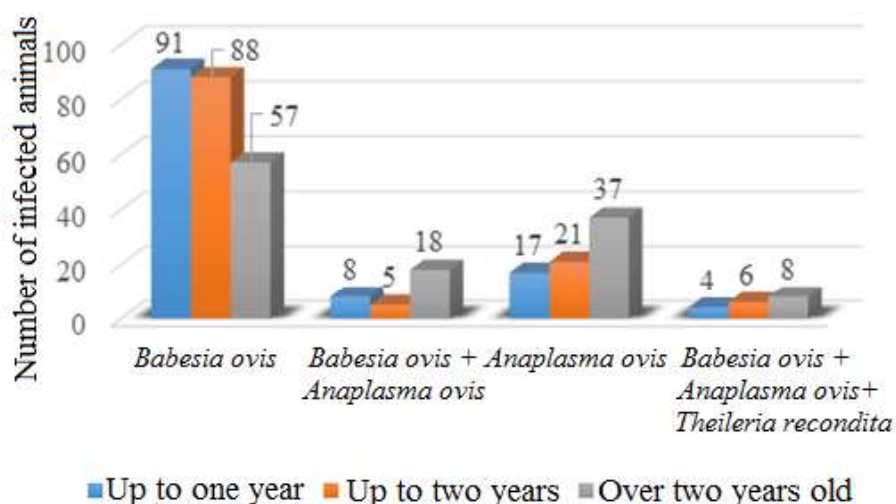


Figure 1. Infection of sheep with pathogens of blood-parasitic diseases

From the conducted research, it is concluded that the territory of the Nakhchivan Autonomous Republic has favorable natural climate conditions for the settlement and parasitism of ixodid ticks. Here, 16 species of ticks belonging to 4 genera of the Ixodidae family are found. These ticks, which are considered disease carriers, parasitize among small ruminants and transmit 4 types of blood-parasitic disease agents to them. These species include *Babesia ovis*, *Anaplasma ovis*, *Piroplasma ovis*, and *Theileria recondita*.

Babesia ovis is widespread among small ruminants in the autonomous republic, causing high losses (60-70%), especially among young animals. In the season when ticks parasitize, 80% of the total herd is infected with ticks in the lowland zone, 90% in the foothill zone, and 50% in the mountainous zone. The disease mainly covers the period from the beginning of May to the end of September, causing high losses and low productivity.

Among small ruminants, babesiosis is more likely to occur in the period when ticks of the *Rhipicephalus bursa* species are actively parasitizing in nature. Therefore, from the beginning of May to the end of September, it is recommended to systematically bathe the animals with acaricide solutions.

References

- Abusalimov, N. S. (1960). Kleshchi semeystva Ixodidae kak perenoschiki vozbuditeley gemosporidozov domashnikh zhivotnykh i mery bor'by s etim boleznyami v Azerbaydzhane. (Avtoreferat dis. d-ra vet. nauk.), Moskva.
- Agayev, A. A., & Mirzabayov, K. D. (1991). Ixodid ticks that transmit blood-parasitic diseases of cattle in Azerbaijan and measures to combat them. Little. ETETUII(105), 1-4.
- Babayev, S. Y. (1999). Geography of Nakhchivan Autonomous Republic: Baku: Elm.
- Magerramov, S. G., & Seyidov, M. A. (2017). Fauna iksodovykh kleshchey i yeye rol' v peredache kroveparazitarnykh bolezney krupnogo rogatogo skota. Agrarnaya nauka(2), 26-28.
- Pomerantsev, B. N. (1950). Ixodid ticks (Ixodidae). In Fauna of the USSR. Arachnids. (Vol. 4, pp. 224): M.-L.: Ed. AN USSR.
- Seyidov, M. A. (2015). Infection of agricultural animals with Rh. bursa ticks in the Nakhchivan Autonomous Republic. News of the Nakhchivan Department of ANAS, Nature and technical sciences series, 11(4), 239-244.

EXTRACTION OF PROTEIN FROM INDUSTRIAL FOOD WASTE AND ITS UTILIZATION IN FOOD PRODUCTS

Özlem YÜNCÜ-BOYACI

Ege University, Engineering Faculty, Department of Food Engineering, Izmir, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9112-1427>

Meltem SERDAROĞLU

Ege University, Engineering Faculty, Department of Food Engineering, Izmir, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1589-971X>

ABSTRACT

The rapid expansion of the global population coupled with shifts in lifestyle habits has resulted in a notable surge in food wastage originating from diverse industrial, agricultural, and domestic channels. Approximately one-third of the yearly food production is squandered, contributing to substantial resource depletion. Food waste encompasses valuable organic content, the mismanagement of which poses significant environmental and public health risks, underscoring the pressing need for effective food waste disposal methods on a global scale. Besides that, food waste contains a significant amount of dietary fiber, protein, lipids, vitamins, polyphenols, and minerals. It is important to add these wastes to food products both to utilize the valuable components they contain and to meet the increasing protein needs due to the growing population. Therefore, protein extraction from waste materials is gaining interest as a way to meet the increasing demand for protein and reduce waste. Protein ingredients can also be obtained from wastes and by-products of pulse processing, with different extraction methods affecting protein composition and functionality. Different techniques are being used to recover proteins from food-based industry wastes, such as enzyme-assisted extraction, cavitation-assisted (ultrasound-assisted, hydrodynamic) extraction, microwave-assisted extraction, supercritical extraction, pulsed electric field, liquid biphasic flotation, and hybrid extraction processes. Each extraction technique is noted to have substantial impacts on protein composition and functionality, potentially influencing the performance of proteins in diverse food applications. Agri-food wastes such as brewer's spent grain, spent coffee grounds, avocado, and kale stems have been used in various food formulations to improve water and oil retention, emulsion stability, and textural and sensory parameters. This review provides updated perspectives on the diverse origins of food waste and the potential of utilizing proteins to transform it into value-added products, thereby bolstering confidence in improved utilization and management of food waste.

Key Words: Food Waste; Protein; Extraction Techniques; Food Products; Sustainability

INTRODUCTION

The rapid growth of the global population and changes in lifestyle habits have led to a significant increase in food wastage originating from various industrial, agricultural, and domestic channels. Large amounts of by-products and waste are generated by agricultural production and agro-industrial processing. Food waste arises due to damage occurring during the transportation, storage, and processing stages. Approximately one-third of the yearly food production is squandered, contributing significantly to resource depletion. Currently, there is a

growing trend in processed and frozen food products. According to ongoing trends, the processing of fresh harvests such as fruit juices, syrups, nectars, concentrates, canned products, etc., greatly contributes to waste generation. Additionally, food waste encompasses valuable organic content, the mismanagement of which poses significant environmental and public health risks, underscoring the urgent need for effective food waste disposal methods on a global scale.

Preserving our planet Earth as an ideal habitat for future generations stands as the most pressing scientific, economic, social, and ethical challenge confronting humanity today. However, based on the planetary boundaries framework more than a decade ago, humanity has already exceeded the safe operating limits in three out of the nine major planetary systems, namely climate change, nitrogen cycle, and biodiversity loss (Peydayesh et al., 2023).

The leading factor contributing to climate change is food wastage, accounting for roughly 1.3 billion tons of wasted food each year. The percentage of losses post-production comprises up to 42% at the household level, 39% in food manufacturing, 14% in the food service sector, and 5% during distribution (von Massow et al., 2019; Mirabella et al., 2014). This quantity represents 30% of the total food produced for human consumption and contributes to 8-10% of the global greenhouse gas emissions (GHG) linked to food waste. The significant component of this waste is food protein, which holds a pivotal role in the broader context (Henchion et al., 2017). While the nutritional requirements for protein in the expanding global population can currently be satisfied by existing supply levels, the anticipated increase in protein demand necessitates the exploration of more sustainable and innovative sources of supply. Food waste occurs throughout various stages of the food life cycle, starting from the harvest of crops and the slaughter of livestock, continuing through processing, retail, and culminating in consumer losses. While the shift towards varied protein sources might be perceived as a challenge for companies in the meat and dairy industry, there are substantial opportunities for these companies to generate new, high-value by-products from underutilized waste streams. Additionally, they can actively participate in the creation of novel products derived from diversified protein sources. Food losses occur at various stages in different proportions.

Protein is naturally produced in both plants and animals; typically, animals have a higher abundance of protein compared to plants. The increasing global demand for animal-based products requires a substantial increase in plant and other feed resources (Lonnie et al., 2018). This leads to a surplus of protein-rich materials being generated as waste, surpassing the amount of protein supplied for consumption. The primary objective in addressing this issue is to transform these agricultural wastes into usable protein (Hicks et al., 2016). Food waste is a significant source of protein with the potential to serve as a value-added ingredient or product, including incorporation into human foods and animal feed (Adhikari et al., 2018). The feasibility of discovering usable protein from these wastes is linked to available technology for recovering nutrient-rich protein. Various methods, including alkaline extraction, enzyme-assisted extraction, microwave-assisted extraction, ultrasound-assisted extraction, pulsed electric field, supercritical fluid extraction and Osborne fractionation techniques, have been proposed as potential strategies for protein recovery from waste (Shahid et al., 2021; Munshi et al., 2022).

FOOD WASTE PROTEIN SOURCES

One of the significant challenges societies are currently facing involves identifying and cultivating alternative protein sources to accommodate the anticipated population growth in the coming decades. Food waste protein sources can be categorized into animal and plant sources, based on their crude protein availability and nutritional value. This necessitates diminishing dependence on conventional animal protein sources, primarily comprised of red meat, fish, and poultry. Between one-third and one-half of the live weight of animals processed in slaughterhouses is transformed into a byproduct stream, which has the potential to be an exceptional resource of industrial protein for various value-added applications. The approximate percentage of live weight considered inedible material varies for different animals: 49% for cattle, 47% for sheep and lambs, 44% for pigs, and 37% for broilers (Meeker and Hamilton, 2006; Walsh, 2014). The meat industry consistently produces significant quantities of unavoidable byproducts, including blood, bones, skin, hair, feathers, viscera, horns, hoofs, and wastewater, which often contain high levels of chemicals and organic matter. This results in a global generation of approximately 52.6 million tons of meat byproducts, constituting 20% of the annual meat production (Jayawardena et al., 2021; Abdilova et al., 2021; FAO, 2022; Peydayesh et al., 2023).

The primary outcome of cheese production is liquid whey, comprising 80-90% of the processed milk volume. The composition of whey varies depending on the type of cheese, usually containing 94% water and 6% solid mass, with 20% being proteins (Ryan and Walsh, 2016). Annual global whey production reaches around 240 million tonnes, with substantial efforts dedicated to maximizing the value of this byproduct. Common methods for optimizing whey include producing concentrated whey powder, whey protein concentrates, whey protein isolates (WPI), and extracting lactose. The predominant whey proteins, β -lactoglobulin, and α -lactalbumin, find diverse applications in nutrition and the food industry. Despite these optimization endeavors, up to 50% of global whey remains untreated, used as fertilizer, in irrigation, as animal feed, or treated as waste, each with associated drawbacks. (Patel, 2015).

Several plant by-products are recognized as significant protein sources owing to their high nutritional value, as evidenced by their essential amino acid profiles. Emerging alternative plant proteins, adaptable for specific applications in the food industry, encompass soy, pea, potato, canola, and rice (Charlton, 2019). Products derived from plants present a promising substitute for functional proteins and are being employed by the food ingredients industry as stabilizers for gels, foams, and emulsions in various food products, including sauces, cakes, ice creams, and dressings (Prakash et al., 2017).

EXTRACTION METHODS FOR FOOD WASTE PROTEIN

Alkaline method

The alkaline extraction method represents a hybrid extraction process where solubility serves as an indicator of protein extractability (Sari et al., 2015). Protein extraction begins at a specific pH, typically the isoelectric point, where proteins are solubilized and subsequently precipitated, aiding in their extraction (Gençdağ et al., 2021). The pH level affects protein extraction by influencing cell wall alterations and changes in protein properties. The resulting protein isolate, or hydrolysate is produced through a standard alkaline procedure, wherein the extracted material is mixed with a solvent, and an alkaline medium is created using compounds such as sodium hydroxide. Due to relatively low extraction yields, isoelectric

precipitation is often employed as an additional step to separate proteins from the obtained supernatant, with protein hydrolysate obtained following purification steps like dialysis or ultrafiltration (Gençdağ et al., 2021).

Experiments utilizing the alkaline extraction technique have yielded promising results in protein extraction from various sources. For instance, extraction from rice bran yielded a protein yield of 22.07% (Phongthai et al., 2016). Guan et al. (2008) reported a protein yield of 56.2% from defatted oat bran using the alkaline extraction technique. Sari et al. (2015) and Rommi (2016) extracted protein from rapeseed defatted meal, with reported yields ranging from 50% to 80% and 53%, respectively. Sedlar et al. (2021) extracted protein from vegetable leaves like cauliflower, broccoli, and beetroot using alkaline extraction at pH 10, resulting in protein yields ranging from 39.76% to 53.33%. Overall, these experiments demonstrate that the alkaline extraction technique holds promise for extracting proteins from various sources, including food-based waste, with improved performance and efficiency. However, it is advisable to apply this technique as an additional step, generally after purification, to enhance the protein extraction rate from any source (Gençdağ et al., 2021).

Enzyme-assisted extraction

In recent years, the utilization of enzymes for protein extraction has become increasingly prevalent, particularly in the food and nutraceutical industries. Enzymes, which are primarily proteins derived from plants, microorganisms, and animals, serve as catalysts to accelerate reactions. Food-grade enzymes are commonly employed for extraction purposes, with enzyme-assisted processes showing promise in dairy (such as cheese and yogurt), bakery (bread making), and meat processing. Among the enzymes utilized in industry, carbohydrates, lipases, and proteases are the most common (Raveendran et al., 2018).

The enzyme-assisted extraction technique is a highly efficient method for obtaining bioactive compounds, wherein cell walls are broken down, and desired bioactive compounds, including proteins, are released. This process eliminates unnecessary components from cell walls, enhancing system transparency while preserving the original efficacy of natural products, particularly proteins. Essentially, enzymes facilitate improved protein release by degrading cell walls composed of polysaccharides or enhancing protein solubility. This enzymatic extraction is often employed as a pretreatment before the ultrasound, microwave, or pulse electric field extraction of proteins. Enzymatic hydrolysis enables the maintenance of specific operational conditions such as reaction temperature, extraction time, pH, enzyme concentration, and substrate size, followed by centrifugation and filtration to obtain the final extracted protein (Cheng et al., 2015).

Research has demonstrated favorable outcomes with the enzyme-assisted extraction technique for protein extraction from plant-based waste, including seeds, roots, barks, and leaves. For instance, the extraction of protein from sugar beet leaves yielded a protein yield of 79.01% with a 43.27% increase in efficiency (Akyüz and Ersus, 2021). Mangano et al. (2021) recovered protein from fish (anchovy) waste, which was then converted into a hydrolysate product through enzymatic treatment. This product, rich in nutrition, exhibited beneficial effects and functional food components. The study also highlighted the potential to produce a dry powder with a water activity (a_w) of 0.3–0.5 and an essential amino acids fraction of 42% over the total amino acids. Furthermore, Araujo et al. (2021) extracted protein, collagen, and fish oil from fish waste using enzymatic hydrolysis, yielding various high-value and value-added products.

Ultrasound-assisted extraction

Ultrasound-assisted extraction is hailed as a simpler and more efficient method compared to traditional approaches and has been widely adopted for extraction purposes over the past decade. Critical parameters such as temperature, solvent properties, type of ultrasonic reactor (bath or probe), sonication frequency, and power govern the efficacy of ultrasound-assisted extraction (Panda et al., 2019). This technique induces cavitation of small bubbles in the solvent as ultrasound waves pass through, facilitating deeper penetration into the material and increasing surface area (Quintero Quiroz et al., 2019). To optimize efficiency, frequencies as high as 20 kHz and elevated temperatures are utilized to generate cavitation bubbles, enhancing mass transfer from analytes to solvent (Kamal et al., 2021).

During ultrasound-assisted extraction, a vessel is submerged in an ultrasonic bath, allowing the solvent to come into contact with the sample while subjected to ultrasound. The application of ultrasound leads to the formation of cavitation bubbles throughout the solvent, enhancing mass transfer from analytes to solvent due to pressure and temperature changes upon bubble collapse (Kamal et al., 2021).

Studies have demonstrated the effectiveness of ultrasound-assisted extraction in protein extraction from various sources. For instance, Karki et al. (2010) achieved a protein yield of 46% from defatted soy flakes using high-amplitude sonication for 120 seconds. Nguyen et al. (2019) extracted protein from defatted peanut meal with water as a solvent, yielding 19%. Similarly, Qu et al. (2012) reported a 55% increase in the rate of protein extraction from chicken liver compared to other methods, with a protein concentrate yield of 76.1% from rice bran and 70.2% from wheat germ using ultrasound-assisted extraction. Additionally, Görgüç et al. (2019) obtained a protein yield of 61.7% from sesame bran using ultrasound-assisted extraction (Gençdağ et al., 2021).

Collectively, these studies underscore the impact of ultrasound-assisted extraction and various operational parameters on protein yield. While the yield may vary depending on the source and operational conditions, ultrasound-assisted extraction exhibits high potential for extracting proteins with enhanced efficiency compared to conventional methods.

Microwave-assisted extraction

The microwave-assisted technique, emerging in the late 1980s, stands as an automated and environmentally friendly extraction method, particularly gaining traction in the food industry. This technique offers several advantages, notably reducing extraction time and solvent consumption rates. Over time, significant advancements in instrumentation, particularly in pressurized and solvent-free microwave-assisted extractions, have positioned this technique as a viable alternative to conventional extraction methods for proteins (Llompart et al., 2019).

Microwave-assisted extraction functions by disrupting cell structures through the application of non-ionizing electromagnetic waves within the frequency range of 300 MHz to 300 GHz. This process induces energy transfer through mechanisms like ionic conduction and dipole rotation. As water within the sample evaporates, intracellular pressure increases, leading to the rupture of cell walls (Santos-Hernández et al., 2018). During extraction, the sample is placed within the instrument, and microwave radiation is applied (300 MHz to 300 GHz). Moisture within the sample heats up and evaporates, resulting in increased intracellular pressure and subsequent cell wall rupture (Gomez et al., 2020).

In this technique, both heat and mass gradients act in concert, directing toward the outer regions of cells, thereby enhancing extraction yield and reducing processing time (Gomez et al., 2020). However, the efficiency of protein extraction using microwave-assisted techniques is contingent upon various factors, including the selection of closed- or open-type vessel systems. For example, extracting protein from rice bran using microwave-assisted extraction yielded a protein yield of 29.4% under processing conditions of 100 W for 90 seconds, which represents a 1.54% improvement compared to alkaline extraction methods (Phongthai et al., 2016).

Supercritical fluid extraction

Supercritical fluid extraction is a method where solvent extraction is utilized while maintaining the solvent in a liquid-like state under high temperature and pressure conditions, resulting in significantly enhanced extraction efficiency. Supercritical fluids possess properties such as low surface tension, low viscosity, and diffusivity similar to gases, facilitating increased mass transfer of target compounds. This technique offers the advantage of substituting organic solvents with supercritical fluids for extraction purposes (Ma et al., 2018; Ahmad et al., 2019).

Supercritical fluids exist as a distinct phase of matter above both their critical temperature and pressure. They exhibit high diffusion coefficients and low viscosity, making them suitable for automation and interfacing with chromatography and mass spectrometry systems. Carbon dioxide is the most used supercritical fluid due to its low cost, low toxicity, easily attainable critical parameters (31.1 °C and 7.48 MPa), ease of manipulation, good solvent strength, and compatibility with solutes (Ma et al., 2018). The extraction system typically comprises a CO₂ pump, a pressure cell for containing the sample, a pressure maintenance system, and a collecting vessel. The liquid CO₂ is heated to supercritical conditions before passing through the extraction vessel, where the material to be extracted is dissolved, and then it rapidly diffuses into a solid matrix.

Studies have demonstrated the effectiveness of supercritical fluid extraction for protein extraction from various sources. For example, protein extraction from rice bran achieved a yield of 30% at 200 °C for 5 minutes, reported as the maximum yield (Hata et al., 2008). Olive pomace subjected to supercritical fluid extraction yielded 10.8% (at a flow rate of 2.3 ml/min) at 88 °C for 30 minutes (Kazan et al., 2015). Temperature and flow rate were reported to significantly affect extraction performance during these experiments. Similarly, protein extraction from flaxseed meal resulted in a yield of 22.5% at 160 °C for 400 minutes. Supercritical fluid extraction technique shows promising potential for extracting proteins from various sources with high efficiency. However, it's crucial to control the extraction temperature within the range of 130 to 160 °C to prevent thermal degradation of proteins (Ho et al., 2019).

Pulsed electric field

The extraction of proteins using pulsed electric fields has been a prominent electricity-based processing technique for approximately five decades. This method has garnered significant attention due to recent advancements, making it one of the most widely employed techniques. Compared to other methods, pulsed electric field extraction offers key advantages such as the preservation of nutritional value, flavor, texture, and color of products (Buchmann et al., 2019).

The mechanism of pulsed electric fields involves generating short pulses of high electric fields, typically ranging from 10 to 80 kV/cm, for durations of microseconds to milliseconds. Food items inherently exhibit electrical conductivity due to the presence of various ions. When an electric field is applied, electrical current permeates the product, facilitated by charged molecules within the liquid (Sharma et al., 2014). Placing the product between a set of electrodes, with the distance between them termed as the pulsed electric field chamber, allows for extraction. The application of high voltage creates an electric field that effectively inactivates microbes. Following treatment, the food is packed under aseptic conditions and stored refrigerated (Zhang et al., 2020).

Pulsed electric fields have been utilized for protein extraction from diverse sources. For instance, extraction from papaya seeds was conducted at a 13.3 kV/cm electric field for 2720 seconds with 400 pulses, resulting in increased protein yield (Parniakov et al., 2015). Similarly, protein extraction from sesame cake at a 13.3 kV/cm electric field demonstrated a yield of approximately 30–40% (Sarkis et al., 2015). In another study, the protein was extracted from waste chicken biomass, yielding a protein concentration of 78 ± 8 mg/mL in the crude extract (Ghosh et al., 2019). However, parameters such as time and temperature during pulsed electric field extraction significantly affect extraction efficiency, presenting a major challenge associated with this technique (Gençdağ et al., 2020).

Osborne fractionation technique

The Osborne protein extraction method categorizes proteins based on their solubility into albumins (water-soluble), globulins (dilute salt-soluble), prolamins (aqueous ethanol-soluble), and glutelins (dilute alkali-soluble). This classification was first proposed by scientist Osborne in 1907, primarily for wheat proteins. The method involves fractionation techniques at multiple levels to produce proteins suitable for incorporation into food products. It can be combined with enzyme inactivation and downstream electrophoretic protein separation to enhance yield (Romero-Rodríguez et al., 2014). Proteins are sequentially extracted using various chemicals such as water, salt solutions, alkaline, and alcoholic solutions, followed by centrifugation and washing to filter the supernatants, typically measured using Kjeldahl apparatus to calculate protein yield (Sardari et al., 2019).

Determining the complete set of protein species comprising a cell's proteome is a daunting task. It requires fractionation techniques at various levels—cellular, subcellular, and protein level—along with complementary approaches to protein cataloging and whole proteome characterization. While alkaline extraction methods can produce protein isolates, these isolates often exhibit poor solubility and may undergo irreversible denaturation, rendering them less effective as food ingredients. To address this, the Osborne protein extraction method is utilized for fractionating proteins, resulting in improved food characteristics (Vinayashree et al., 2021).

Proteins extracted using the Osborne procedure from different sources, including waste, are fractionated using alkali fraction. Studies by Vinayashree et al. (2021) on pumpkin seeds reported a yield of 45.82% using this method. Tan et al. (2011) compared canola protein yields obtained using the Osborne method with those from alkaline extraction, finding the Osborne method more effective with higher protein yields. Furthermore, solubility studies of flaxseed protein using the Osborne series of solvents showed a major fraction (42%) extracted, with 4% soluble in 70% ethanol. The percentage of available protein crucially determines the usability of agricultural products, making protein fractionation techniques like Osborne's vital for product development (Žilić et al., 2011). By-products or protein-containing

products from various sources exhibit complexity and interactions, making categorization and characterization challenging, highlighting the importance of Osborne protein fractionation as a key solution to overcome these difficulties.

UTILIZATION OF FOOD WASTE PROTEINS

Waste utilization is both a necessity and a challenge. In the food industry, the recovery and repurposing of wastes are becoming increasingly important. The aim is to utilize raw materials more comprehensively, minimizing pollution and waste processing issues. Significant and successful examples of waste utilization are already in effect in the meat processing and citrus processing industries. Considering the increasing world population and the existing shortage of high-quality, low-cost foods, recovering nutrients from currently wasted sources and utilizing them as food or feed can help mitigate the risk of widening the gap between the world population and global food supplies (Ben-Gera and Kramer, 1969; Kumar et al., 2020).

Protein concentrates and isolates

Protein concentrates and isolates are highly purified extracts of protein derived from various sources, including waste materials from the food industry such as whey, fish waste, and residual parts of fruits, vegetables, cereals, and legumes. These extracts undergo filtration processes to increase their protein content, making them suitable as supplements for human consumption (Table 1). The key distinction between protein isolates and concentrates lies in their purity; isolates contain a higher concentration of protein and fewer carbohydrates, fats, and calories compared to concentrates (Munshi et al., 2022).

One example of utilizing waste material is the extraction of protein from poultry feathers, which are rich in protein but require processing to break down their tough keratin structure. Alkaline treatment and enzymatic processes are employed to recover feather protein concentrate, which exhibits a remarkably high chemical score, meeting or exceeding WHO standards. This concentrate can be utilized in animal feed applications (Dalev, 1994; Munshi et al., 2022). Similarly, tomato processing waste, such as pomace, contains seeds rich in protein. Through processes involving sugar, salt, and alkaline treatments, protein isolates and concentrates can be extracted from these seeds, with reduced cellular matter, making them suitable for various food applications (Sogi et al., 2002).

Watermelon seed oil cake, often underutilized and used primarily in animal feed, contains a significant amount of protein and phenolic compounds. By processing the seed meal with alkaline treatment, protein concentrate rich in globulin protein can be extracted. This protein can be incorporated into food products, such as protein-rich cookies, offering a sustainable alternative to traditional sources of protein (Wani et al., 2015).

Whey protein, a by-product of cheese production in the dairy industry, is another valuable source of protein. Through ultrafiltration and freeze-drying processes, whey protein can be extracted and purified, resulting in increased shelf life and nutritional value. It serves as a popular supplement for individuals engaged in fitness and bodybuilding activities, while also aiding in reducing pollution by utilizing dairy industry waste (Das et al., 2016).

Marine by-products, including viscera, skin, bones, and head cutoffs, represent a significant untapped source of protein. Through processes such as hydrolysis, these by-products can be converted into protein hydrolysates, containing high levels of free amino acids and peptides suitable for consumption. Additionally, fish collagen and enzymes extracted from marine

sources find applications in cosmetics and various industrial processes, contributing to the utilization of marine waste and sustainable protein production (Rustad, 2003).

Table 1. Utilization of food waste protein sources in human consumption

Source of Protein	Method of Extraction	Protein Content	Utilization	Reference
Tomato Processing Waste	Alkaline treatment, sugar, salt	Moderate to high	Various food systems	Sogi et al. (2002)
Watermelon Seed Oil Cake	Oil pressing, alkaline treatment	High (45–55%)	Protein-rich cookies; potential for fruit juices	Wani et al. (2015)
Whey	Ultrafiltration, freeze drying	High	Gym supplements, muscle and bodybuilding	Das et al. (2016)
Marine By-Products	Hydrolysis, microbial enzymes	Moderate to high	Protein hydrolysates for consumption	Rustad, 2003
Poultry Feathers	Alkaline treatment, enzyme action	High (chemical score >100%)	Feed constituents	Dalev, 1994

Animal feed protein enrichment

Residual fruit and vegetable by-products from beverage companies, including pulp, skin, and peels, present an opportunity for value-added utilization through bioconversion processes involving enzymes or microorganisms. One approach involves enriching these residues with proteins, rendering them suitable for use as economical feed options (Munshi et al., 2022). Some studies regarding using food waste protein in animal feeding are shown in Table 2. For instance, pineapple waste was subjected to solid-state bioprocessing with nitrogen supplementation using *Saccharomyces cerevisiae*. This method yielded a protein content of 22% on a dry basis within 48 hours, demonstrating the potential for fermented pineapple waste to serve as a protein-rich feed source (Correia et al., 2007). Similarly, agricultural residues like orange, plantain, and banana wastes have been utilized for protein extraction using *Candida* sp., offering potential feed options for both animals and humans. With the growing concern over food waste and the increasing global population, converting excess carbohydrates in waste materials into proteins via fermentation processes presents a viable solution to address nutritional challenges. Studies have shown that *Candida* sp. can produce protein biomass when provided with a nitrogen source, particularly using citrus fruit wastes, with optimal growth achieved under specific temperature and supplementation conditions, leading to protein enrichment in feeding (Adoki, 2008).

Table 2. Utilization of food waste protein in animal feeding

Source of Protein	Method of Enrichment	Utilization	Reference
Pineapple waste	Solid-state bioprocessing	Protein-rich feed for animals to replace	Correia et al. (2007)
Apple Pomace	Solid-state cultivation	Feed for Nile Tilapia fry	Bhusan et al. (2008)
The dried ripe peels of banana and citrus	Not specified	Mixing with wheat straw to feed the lactating animals	Khedkar and Singh (2018)
Fresh leaves of cabbage and cauliflower, and empty pea pods	Not specified	As a livestock feed along with cereal straws	Khedkar and Singh (2018)
The flakes of carrot or dehydrated carrots	Not specified	Feed for horses	Kadian et al. (2022)

In another study, apple pomace was targeted for protein enrichment through solid-state cultivation, to use it as feed for Nile Tilapia fry. Considering the significant quantity of apple pomace generated by countries producing large volumes of apple juice, there's potential to convert this waste into a valuable protein source (Bhushan et al., 2008). By utilizing microbial single-cell proteins like *S. cerevisiae*, the sugar-rich apple pomace can be effectively transformed into a protein substrate, reducing the risk of animal intoxication, and providing a protein-enriched feed alternative. Cultures such as *Gongronella butleri* show promise in enhancing growth, offering economic benefits, mitigating environmental concerns, and adding value to agricultural residues (Vendruscolo et al., 2009).

Edible film and coating

Edible films and coatings have garnered attention for their ability to extend the shelf life of food products, particularly fruits, and vegetables while safeguarding them against microbial degradation. These thin layers, whether applied directly (coating) or formed separately and then applied (film), maintain the integrity of the food without altering its characteristics (Munshi et al., 2022). Some studies about the utilization of food waste protein in edible film and/or coating in various food formulations and their benefits are summarized in Table 3.

Plant-based proteins like zein and gluten are commonly used to create edible coatings. For example, a zein-based coating, comprising proteins like collagen and gelatin dissolved in alcohol, is applied to nuts and confectionaries to enhance their preservation (Buffo and Han, 2005). Whey protein coatings have been successful in maintaining the quality of strawberries by preserving anthocyanin content and increasing shelf life through rapid freezing after application (Soazo et al., 2015). Similarly, apple peel polyphenol chitosan coatings have been effective in reducing post-harvest losses and enriching strawberries with antioxidants (Riaz et al., 2021).

Soy protein films are widely used due to their high oxygen barrier properties, making them suitable for multi-layer packaging systems and as microencapsulating agents for flavors and

pharmaceuticals. Wheat gluten proteins offer unique mechanical and gas barrier properties, although their use is limited due to allergenic concerns for individuals with gluten intolerance (Buffo and Han, 2005). Vegetable protein sources, such as pumpkin seeds, have been explored for their potential in creating edible films. These films, extracted using alkaline methods, exhibit good mechanical strength and barrier properties, making them suitable for various food applications (Lalnuthari et al., 2020). In Eastern European countries, whey protein and cinnamon bark coatings have been utilized to extend the shelf life of fresh unripened curd cheese (Mileriene et al., 2021).

Animal protein films, particularly fish collagen extracted from waste skin, have shown promise in active packaging applications (Bhuimbar et al., 2019). Collagen films, when combined with chitosan, exhibit antibacterial properties, making them suitable for preserving food products. Whey protein, a common by-product of cottage cheese production, has been utilized to create films with enhanced properties using melanin extracted from watermelon seeds. These modified films offer increased UV light blocking, gas, and moisture barrier properties, with high antioxidant activity and no cytotoxicity, making them suitable for various biomedical applications (Łopusiewicz et al., 2020).

Overall, both plant and animal protein-based edible films and coatings offer innovative solutions for extending the shelf life of food products while preserving their nutritional value and sensory attributes.

Table 3. Utilization of food waste protein in edible film and/or coating in various food formulations and their benefits

Protein Source and Application Method	Application and Benefits	Reference
Edible Coating with Zein, Collagen, Gelatin Proteins	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Used for coating nuts, confectioneries, and various other foods. ✓ Reduces lipid oxidation by adding antioxidants. ✓ Coating is formed upon solvent evaporation. ✓ Preserves shelf life and nutritional properties of food. 	Buffo and Han (2005)
Edible Coating with Whey Protein	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Used to maintain quality attributes of strawberries. Rapid freezing after coating helps retain anthocyanin content and increase shelf life. ✓ Helps prevent freezer burn and water loss in strawberries with short shelf life. ✓ Preserves nutritional properties of strawberries. 	Soazo et al. (2015)
Edible Coating with Apple Peel Polyphenol Chitosan	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Extends the shelf life of strawberries and reduces post-harvest losses. ✓ Enriches strawberries with polyphenols and natural antioxidants. ✓ Delays deterioration and off-flavor development. 	Riaz et al. (2021)

Soy Protein Film	<ul style="list-style-type: none"> ✓ High oxygen barrier suitable for multi-layer packaging systems. ✓ Protects against lipid oxidation and surface moisture loss when applied to meat products. ✓ Can be used as a microencapsulating agent for fruits, vegetables, and cheese. ✓ Used in low-sugar cakes and high-moisture products. 	Buffo and Han (2005)
Wheat Protein Film	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Novel functional properties including rubber-like mechanical properties and selective gas barrier properties. ✓ Water-resistant and cohesive. ✓ Used to coat seeds, pills, foodstuffs, cosmetics, polishes, and drug capsules. ✓ Used in modified atmosphere packaging and active coating. 	Buffo and Han (2005)
Pumpkin Protein Film	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Can be used as a coating over cut fruits, bakery products, and sweets. ✓ Exhibits good mechanical strength and film barrier properties. Preserves nutritional properties. 	Lalnuthari et al. (2020)
Edible Coating with Whey Protein and Cinnamon Bark	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Improves shelf life of fresh unripened curd cheese and reduces moisture and microbial growth. ✓ Cinnamon bark acts as an antimicrobial agent while whey protein increases protein content. ✓ Suitable for small and large-scale industries. 	Mileriene et al. (2021)
Peanut Isolate and Concentrate Film	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Film's water vapor barrier increases with higher drying temperatures. ✓ Mostly used for non-food packaging systems due to good mechanical resistance and insolubility in water. ✓ Used in medical packaging where biodegradability is necessary. 	Buffo and Han (2005)
Cottonseed Protein Film	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Obtained from cottonseed flour through the casting process. ✓ Used for medical packaging requiring biodegradability. 	Buffo and Han (2005)
Rice Protein Film	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Higher water vapor permeability compared to synthetic films due to its hydrophilic nature. 	Buffo and Han (2005)
Pea Protein Film	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Shows a similar structure to soy protein and wheat gluten films with good strength and elasticity. 	Buffo and Han (2005)
Fish Protein Film	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fish collagen extracted from waste skin is used to form protein films. ✓ Collagen's high tensile strength and stability make it suitable for film formation. 	Bhuimbar et al. (2019)

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Collagen film mixed with chitosan exhibits antibacterial properties. ✓ Suitable for active packaging. 	
Whey Protein Film with Melanin Modifier	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Modified films have increased UV light blocking, gas and moisture barrier properties, and mechanical strength. ✓ Modified films exhibit high antioxidant activity without cytotoxicity. ✓ Suitable for active packaging, wound dressing, and biomedical applications. 	Łopusiewicz et al. (2020)
Casein Protein Film	<ul style="list-style-type: none"> ✓ β-casein fraction provides weak permeability to water vapor. ✓ Caseinate films mixed with whey protein isolate exhibit reduced puncture strength. 	Lacroix and Vu (2014)

Single cell protein

Single cell protein (SCP), also known as microbial protein or edible protein, is derived from microbial cultures, typically in the form of dead or dried cell biomass. It serves as a valuable protein supplement in both human foods and animal feed. SCP production involves fermenting low-cost feedstocks and waste materials, such as wood, straw, cannery and food-processing wastes, residues from alcohol production, hydrocarbons, or even human and animal excreta, using microorganisms like algae, fungi, yeast, and bacteria. This process utilizes these materials as a source of energy to produce biomass, protein concentrate, or amino acids, thereby addressing global protein shortages (Mondal et al, 2012; Munshi et al., 2022).

SCP, rich in not only protein but also carbohydrates, fats, nucleic acids, vitamins, and minerals, can be produced from various waste streams generated by the food industry. The food processing sector, including dairy, bakery, fruit and vegetable processing, meat, fish, and poultry industries, generates substantial waste that can be repurposed for SCP production through various techniques. This approach not only reduces waste but also contributes to the production of a protein-rich diet (Mondal et al, 2012).

The production of SCP involves two main steps: substrate collection and fermentation using microorganisms. Substrates typically consist of waste materials from the food industry, such as fishmeal, soy meal, fruit and vegetable waste, etc., which are collected, oven-dried, and stored for further processing. Microorganisms, including bacteria or yeast, ferment the food waste, converting carbohydrates into simple sugars and subsequently producing SCP. The extracted SCP is separated from the fermented mass through vacuum filtration, washed with sterile water, and oven-dried before storage (Bacha et al., 2011).

Table 4. Single cell protein production from different food waste

Raw Material	Microorganism	SCP Production Process	Reference
Potato Residue	A. niger, B. lichenformis	- Degradation of potato fiber by A. niger - Fermentation using B. lichenformis	Liu et al. (2014)
Date Palm Waste	S. cerevisiae	- Aerobic fermentation by S. cerevisiae	Putra et al. (2020)
Orange Peel Waste	A. oryzae, Candida tropicalis, T. koningii	- A. oryzae degrades pectin and produces protein - Candida tropicalis produces protein - T. koningii degrades cellulose and produces protein	Zhou et al. (2019)
Fish Meal, Soybean Meal	Purple non-sulphur bacteria (PNSB)	- PNSB fermentation of waste with treated wastewater	Liu et al. (2014)

Various waste materials have been successfully utilized for SCP production (Table 4). For example, potato residue, rich in carbohydrates but low in protein, undergoes a two-step fermentation process involving degradation of potato fiber using *Aspergillus niger* and subsequent fermentation using *Bacillus lichenformis*. Similarly, date palm waste and orange peel have been utilized for SCP production through yeast and microbial fermentation processes, respectively. Additional nitrogen sources may be added to substrates with low nitrogen content to facilitate fermentation and SCP production (Liu et al., 2014). SCP production from waste materials such as fish meal and soybean meal has also been achieved using purple non-sulphur bacteria. These microorganisms effectively control waste and aid in protein supplement production. Dilution of food waste with treated wastewater helps maintain the organic loading rate during fermentation, resulting in SCP production (Liu et al., 2014).

In summary, SCP production from food industry waste offers a sustainable solution to both waste management and protein supplementation needs, contributing to resource efficiency and food security.

CONCLUSION

In recent years, the recovery and utilization of food industry waste have become increasingly important for the environment. The utilization of this food industry waste will also help to achieve better returns on investment made for waste recycling. It will also facilitate new effective research for environmental improvement. The availability of low-cost protein is important for serving rural areas. Therefore, combining the recovery and utilization of protein through inexpensive and eco-friendly processing of waste will help to supply sufficient protein to the growing global market.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors are thankful to The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) under project number 123O456 for their financial support.

REFERENCES

- Adoki, A. 2008. Factors affecting yeast growth and protein yield production from orange, plantain and banana wastes processing residues using *Candida* sp. *African Journal of Biotechnology*, 7(3): 290– 295.
- Ahmad, T., Masoodi, F. A., Rather, S. A., Wani, S. M., & Gull, A. (2019). Supercritical fluid extraction: A review. *J. Biol. Chem. Chron*, 5(1), 114-122.
- Akyüz, A. and Ersus, S. 2021. Optimization of enzyme assisted extraction of protein from the sugar beet (*Beta vulgaris* L.) leaves for alternative plant protein concentrate production. *Food Chemistry*, 335: 127673. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127673>
- Araujo, J., Sica, P., Costa, C. and Márquez, M.C. 2021. Enzymatic hydrolysis of fish waste as an alternative to produce high value- added products. *Waste and Biomass Valorization*, 12(2): 847– 855. <https://doi.org/10.1007/s12649-020-01029-x>
- Bacha, U., Nasir, M., Khaliq, A., Anjum, A.A. and Jabbar, M.A. 2011. Comparative assessment of various agro- industrial wastes for *Saccharomyces cerevisiae* biomass production and its quality evaluation as single cell protein. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 21(4): 844– 849.
- Ben-Gera, I., & Kramer, A. (1969). The utilization of food industries wastes. *Advances in Food Research*, 17, 77-152.
- Bhumbar, M.V., Bhagwat, P.K. and Dandge, P.B. 2019. Extraction and characterization of acid soluble collagen from fish waste: Development of collagen- chitosan blend as food packaging film. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 7(2): 102983. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.102983>
- Bhushan, S., Kalia, K., Sharma, M., Singh, B. and Ahuja, P.S. 2008. Processing of apple pomace for bio active molecules. *Critical Reviews in Biotechnology*, 28(4): 285– 296. <https://doi.org/10.1080/07388550802368895>
- Buchmann, L., Brändle, I., Haberkorn, I., Hiestand, M., & Mathys, A. (2019). Pulsed electric field based cyclic protein extraction of microalgae towards closed-loop biorefinery concepts. *Biore source Technology*, 291, 121870. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121870>
- Buffo, R.A. and Han, J.H. 2005. Edible films and coatings from plant origin proteins. In: *Innovations in food packaging*, Ed. J. H. Han, 277– 300. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012311632-1/50049-8>
- Cheng, X., Bi, L., Zhao, Z. and Chen, Y. 2015. Advances in enzyme assisted extraction of natural products. In: *Advances in Engineering Research*, ed. P. Yarlagadda, 3:371– 375. Atlantis Press.
- Correia, R., Magalhaes, M. and Macêdo, G. 2007. Protein enrichment of pineapple waste with *Saccharomyces cerevisiae* by solid state bioprocessing. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 66: 259– 262.
- Dalev, P.G. 1994. Utilisation of waste feathers from poultry slaughter for production of a protein concentrate. *Biore source Technology*, 48(3): 265– 267. [https://doi.org/10.1016/0960-8524\(94\)90156-2](https://doi.org/10.1016/0960-8524(94)90156-2)
- Das, B., Sarkar, S., Sarkar, A., Bhattacharjee, S. and Bhattacharjee, C. 2016. Recovery of whey proteins and lactose from dairy waste: A step towards green waste management.

Process Safety and Environmental Protection, 101: 27–33. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2015.05.006>

Gençdağ, E., Görgüç, A., Yılmaz and F. M. 2021. Recent advances in the recovery techniques of plant-based proteins from agro-industrial by-products. *Food Reviews International*, 37(4): 447–468. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1709203>

Ghosh, S., Gillis, A., Sheviriyov, J., Levkov, K. and Golberg, A. 2019. Towards waste meat biorefinery: Extraction of proteins from waste chicken meat with non-thermal pulsed electric fields and mechanical pressing. *Journal of Cleaner Production*, 208: 220–231. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.037>

Gomez, L., Tiwari, B. and Garcia-Vaquero, M. 2020. Emerging extraction techniques: microwave-assisted extraction. In: *Sustainable Seaweed Technologies*, eds. M. D. Torres, S. Kraan, and H. Dominguez 9: 207–224. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817943-7.00008-1>

Görgüç, A., Özer, P. and Yılmaz, F.M. 2020. Microwave-assisted enzymatic extraction of plant protein with anti-oxidant compounds from the food waste sesame bran: Comparative optimization study and identification of metabolomics using LC/Q-TOF/MS. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(1):14304. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14304>

Guan, X., Li, L., Liu, J., & Li, S. (2018). Effects of Ultrasonic microwave-assisted technology on hordein extraction from barley and optimization of process parameters using response surface methodology. *Journal of Food Quality*, 2018, 9280241. <https://doi.org/10.1155/2018/9280241>

Hata, S., Wiboonsirikul, J., Maeda, A., Kimura, Y. and Adachi, S. 2008. Extraction of defatted rice bran by subcritical water treatment. *Biochemical Engineering Journal*, 40(1): 44–53. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2007.11.016>

Ho, K.S. and Chu, L.M. 2019. Characterization of food waste from different sources in Hong Kong. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 69(3): 277–288. <https://doi.org/10.1080/10962247.2018.1526138>

Ho, K.S. and Chu, L.M. 2019. Characterization of food waste from different sources in Hong Kong. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 69(3): 277–288. <https://doi.org/10.1080/10962247.2018.1526138>

Kamal, H., Le, C. F., Salter, A. M., & Ali, A. (2021). Extraction of protein from food waste: An overview of current status and opportunities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(3), 2455-2475.

Karki, B., Lamsal, B.P., Jung, S., van Leeuwen, J.H., Pometto III, A.L., Grewell, D. and Khanal, S.K. 2010. Enhancing protein and sugar release from defatted soy flakes using ultrasound technology. *Journal of Food Engineering*, 96(2): 270–278. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.07.023>

Kazan, A., Celiktas, M.S., Sargin, S. and Yesil-Celiktas, O. 2015. Bio-based fractions by hydrothermal treatment of olive pomace: process optimization and evaluation. *Energy Conversion and Management*, 103: 366–373. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2015.06.084>

Kumar, S., Kushwaha, R. and Verma, M.L. 2020. Recovery and utilization of bioactives from food processing waste. In: *Biotechnological Production of Bioactive Compounds*, eds. L. V. Madan, and K. C. Anuj, 37–68. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64323-0.00002-3>

Lalnunthari, C., Devi, L.M. and Badwaik, L.S. 2020. Extraction of protein and pectin from pumpkin industry by-products and their utilization for developing edible film. *Journal of Food Science and Technology*, 57(5): 1807–1816. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04214-6>

Liu, B., Li, Y., Song, J., Zhang, L., Dong, J. and Yang, Q. 2014. Production of single- cell protein with two- step fermentation for treatment of potato starch processing waste. *Cellulose*, 21(5): 3637– 3645. <https://doi.org/10.1007/s10570-014-0400-6>

Llompart, M., Celeiro, M. and Dagnac, T. 2019. Microwave- assisted extraction of pharmaceuticals, personal care products and industrial contaminants in the environment. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 116: 136–150. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2019.04.029>

Łopusiewicz, Ł., Drożdżowska, E., Trocer, P., Kostek, M., Śliwiński, M., Henriques, M.H., Bartkowiak, A. and Sobolewski, P. 2020. Whey protein concentrate/ isolate biofunctional films modified with melanin from watermelon (*Citrullus lanatus*) seeds. *Materials*, 13(17): 3876. <https://doi.org/10.3390/ma13173876>

Ma, J., Xu, R. R., Lu, Y., Ren, D. F., & Lu, J. (2018). Composition, antimicrobial and antioxidant activity of supercritical fluid extract of *Elsholtzia ciliata*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21(2), 556-562.

Mangano, V., Gervasi, T., Rotondo, A., De Pasquale, P., Dugo, G., Macrì, F. and Salvo, A. 2021. Protein hydrolysates from anchovy waste: Purification and chemical characterization. *Natural Product Research*, 35(3): 399–406. <https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1634711>

Mileriene, J., Serniene, L., Henriques, M., Gomes, D., Pereira, C., Kondrotiene, K., Kasetiene, N., Lauciene, L., Sekmokiene, D. and Malakauskas, M. 2021. Effect of liquid whey protein concentrate– based edible coating enriched with cinnamon carbon dioxide extract on the quality and shelf life of Eastern European curd cheese. *Journal of Dairy Science*, 104(2): 1504– 1517. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18732>

Mondal, A.K., Sengupta, S., Bhowal, J. and Bhattacharya, D.K. 2012. Utilization of fruit wastes in producing single cell protein. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 1(5):430–438.

Munshi, M., Arya, P., & Kumar, P. (2022). *Recovery and Utilization of Protein from Food Industry Waste*. Food Processing Waste and Utilization; CRC Press: Boca Raton, FL, USA.

Nguyen, T.H. and Le, V.V.M. 2019. Effects of technological parameters of ultrasonic treatment on the protein extraction yield from defatted peanut meal. *International Food Research Journal*, 26(3): 1079– 1085.

Panda, D. and Manickam, S. 2019. Cavitation technology— The future of greener extraction method: A review on the extraction of natural products and process intensification mechanism and perspectives. *Applied Sciences*, 9(4): 766. <https://doi.org/10.3390/app9040766>

Parniakov, O., Roselló- Soto, E., Barba, F.J., Grimi, N., Lebovka, N. and Vorobiev, E. 2015. New approaches for the effective valorization of papaya seeds: Extraction of proteins, phenolic compounds, carbohydrates, and isothiocyanates assisted by pulsed electric energy. *Food Research International*, 77: 711– 717. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.03.031>

Patel, S. (2015). Emerging trends in nutraceutical applications of whey protein and its derivatives. *Journal of food science and technology*, 52, 6847-6858.

Phongthai, S., Lim, S.T. and Rawdkuen, S. 2016. Optimization of microwave- assisted extraction of rice bran protein and its hydrolysates properties. *Journal of Cereal Science*, 70: 146– 154. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.06.001>

Prakash, B., Kujur, A., Singh, P. P., Kumar, A., & Yadav, A. (2017). Plants-derived bioactive compounds as functional food ingredients and food preservative. *J. Nutr. Food Sci*, 1(004).

Putra, M.D., Abasaeed, A.E. and Al- Zahrani, S.M. 2020. Prospective production of fructose and single cell protein from date palm waste. *Electronic Journal of Biotechnology*, 48: 46– 52. <https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2020.09.007>

Qu, W., Ma, H., Jia, J., He, R., Luo, L. and Pan, Z. 2012. Enzymolysis kinetics and activities of ACE inhibitory peptides from wheat germ protein prepared with SFP ultrasound- assisted

- processing. *Ultrasonics Sonochemistry*, 19(5): 1021– 1026. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2012.02.006>
- Quintero Quiroz, J., Naranjo Duran, A.M., Silva Garcia, M., Ciro Gomez, G.L. and Rojas Camargo, J.J. 2019. Ultrasound- assisted extraction of bioactive compounds from annatto seeds, evaluation of their antimicrobial and antioxidant activity, and identification of main compounds by LC/ ESI- MS analysis. *International Journal of Food Science*, 2019: 1– 9. <https://doi.org/10.1155/2019/3721828>
- Raveendran, S., Parameswaran, B., BeeviUmmalyma, S., Abraham, A., Kuruvilla Mathew, A., Madhavan, A., Rebello, S. and Pandey, A. 2018. Applications of microbial enzymes in food industry. *Food Technology and Biotechnology*, 56(1): 16– 30. <https://doi.org/10.17113/ftb.56.01.18.5491>
- Riaz, A., Aadil, R.M., Amoussa, A.M.O., Bashari, M., Abid, M. and Hashim, M.M. 2021. Application of chitosan-based apple peel polyphenols edible coating on the preservation of strawberry (*Fragaria ananassa* cv Hongyan) fruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1): p.e15018. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15018>
- Romero- Rodríguez, M.C., Maldonado- Alconada, A.M., Valledor, L. and Jorriñ- Novo, J.V. 2014. Back to Osborne. Sequential protein extraction and LC- MS analysis for the characterization of the Holm oak seed proteome. *Plant Proteomics*, 1072: 379– 389. https://doi.org/10.1007/978-1-62703-631-3_27
- Rommi, K. 2016. Enzyme- aided recovery of protein and protein hydrolyzates from rapeseed cold- press cake (Doctoral Dissertation, University of Helsinki).
- Rustad, T. 2003. Utilisation of marine by- products. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 2(4): 458– 463.
- Santos- Hernández, A.S., Hinojosa- Reyes, L., Sáenz- Tavera, I.D.C., Hernández- Ramírez, A. and Guzmán- Mar, J.L. 2018. Atrazine and 2, 4- D determination in corn samples using microwave assisted extraction and on- line solid- phase extraction coupled to liquid chromatography. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 62(2): 282– 294. <https://doi.org/10.29356/jmcs.v62i2.475>
- Sardari, R.R., Sutiono, S., Azeem, H.A., Galbe, M., Larsson, M., Turner, C. and Nordberg Karlsson, E. 2019. Evaluation of sequential processing for the extraction of starch, lipids, and proteins from wheat bran. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 7: 413. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2019.00413>
- Sari, Y.W., Mulder, W.J., Sanders, J.P. and Bruins, M.E. 2015. Towards plant protein refinery: review on protein extraction using alkali and potential enzymatic assistance. *Biotechnology Journal*, 10(8): 1138– 1157. <https://doi.org/10.1002/biot.201400569>
- Sarkis, J.R., Boussetta, N., Blouet, C., Tessaro, I.C., Marczak, L.D.F. and Vorobiev, E. 2015. Effect of pulsed electric fields and high voltage electrical discharges on polyphenol and protein extraction from sesame cake. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 29: 170– 177. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2015.02.011>
- Sedlar, T., Čakarević, J., Tomić, J. and Popović, L. 2021. Vegetable by- products as new sources of functional proteins. *Plant Foods for Human Nutrition*, 76(1): 31– 36. <https://doi.org/10.1007/s11130-020-00870-8>
- Shahid, K., Srivastava, V., & Sillanpää, M. (2021). Protein recovery as a resource from waste specifically via membrane technology—from waste to wonder. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 10262-10282.
- Sharma, P., Oey, I. and Everett, D.W. 2014. Effect of pulsed electric field processing on the functional properties of bovine milk. *Trends in Food Science & Technology*, 35(2): 87– 101. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.11.004>

- Soazo, M., Pérez, L.M., Rubiolo, A.C. and Verdini, R.A. 2015. Prefreezing application of whey protein-based edible coating to maintain quality attributes of strawberries. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(3): 605– 611. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12667>
- Sogi, D.S., Garg, S.K. and Bawa, A.S. 2002. Functional properties of seed meals and protein concentrates from tomato-processing waste. *Journal of Food Science*, 67(8): 2997– 3001. https://doi.org/10.1111/j.1365_2621.2002.tb08850.x
- Tan, S.H., Mailer, R.J., Blanchard, C.L. and Agboola, S.O. 2011. Extraction and characterization of protein fractions from Australian canola meals. *Food Research International*, 44(4): 1075– 1082. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.023>
- Tan, S.H., Mailer, R.J., Blanchard, C.L. and Agboola, S.O. 2011. Extraction and characterization of protein fractions from Australian canola meals. *Food Research International*, 44(4): 1075– 1082. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.023>
- Vendruscolo, F., da Silva Ribeiro, C., Esposito, E. and Ninow, J.L. 2009. Protein enrichment of apple pomace and use in feed for Nile Tilapia. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 152(1):74–87. <https://doi.org/10.1007/s12010-008-8259-3>
- Vinayashree, S. and Prasanna V. 2021. Biochemical, nutritional and functional properties of protein isolate and fractions from pumpkin (*Cucurbita moschata* var. Kashi Harit) seeds. *Food Chemistry*, 340: 128– 177.
- Wani, A.A., Sogi, D.S., Singh, P. and Khatkar, B.S. 2015. Influence of watermelon seed protein concentrates on dough handling, textural and sensory properties of cookies. *Journal of Food Science and Technology*, 52(4): 2139–2147. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1224-3>
- Zhou, Y.M., Chen, Y.P., Guo, J.S., Shen, Y., Yan, P. and Yang, J.X. 2019. Recycling of orange waste for single cell protein production and the synergistic and antagonistic effects on production quality. *Journal of Cleaner Production*, 213: 384– 392. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.168>
- Žilić, S., Barać, M., Pešić, M., Dodig, D. and Ignjatović-Micić, D. 2011. Characterization of proteins from grain of different bread and durum wheat genotypes. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(9): 5878–5894. <https://doi.org/10.3390/ijms12095878>

PELET ÜRETİMİNDE HAMMADDE YÖNETİMİNİN KALİTE VE VERİMLİLİK ÜZERİNE ETKİLERİ

EFFECTS OF FEEDSTOCK MANAGEMENT ON QUALITY AND PRODUCTIVITY IN PELLETT PRODUCTION

Alperay ALTİKAT

Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Iğdır/Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0087-5814>

Mehmet Hakkı ALMA

Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Iğdır/Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0087-5814>

ÖZET

Pelet, yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahip olan, biyokütle tabanlı bir yakıttır. Yüksek enerji yoğunluğu ve standartlaştırılmış boyutları ile çevre dostu bir alternatif olarak öne çıkar. Genellikle odun talaşı, tarımsal artıklar ve diğer organik malzemelerin işlenip sıkıştırılmasıyla üretilir, böylece âtil kalan biyolojik malzemeler değerlendirilmiş olur. Peletlerin yanma verimliliği, geleneksel odun yakıtlarına göre daha yüksektir. Daha az nem içermeleri ve yoğunlaştırılmış olmaları, daha temiz yanma ve daha az kül üretimi sağlar. Bu özellikler, pelet yakıtlarını çevreye daha az zarar veren bir seçenek haline getirir ve fosil yakıtlara kıyasla daha düşük karbon emisyonları sunar. Bu çalışmada, pelet üretim sürecinde kullanılan temel hammaddelere ait nem oranı, partikül boyutu ve lif yapısının, peletlerin mekanik dayanıklılığı, enerji yoğunluğu, yanma verimliliği ve sürdürülebilirlik gibi önemli kalite parametreleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırmanın temel amacı, hammadde özelliklerinin pelet kalitesi üzerindeki etkilerini incelemek ve bu faktörlerin üretim sürecinin verimliliğini ve nihai ürünün kalitesini nasıl artırabileceğini belirlemektir. Araştırma sonuçları, hammaddeye ait nem oranının peletleştirme sürecinde önemli bir faktör olduğunu belirlenmiştir. Uygun nem içeriğine sahip hammadde kullanıldığında, partiküller arası adezyon kuvvetinin arttığı ve sonuç olarak daha yüksek kaliteli peletlerin üretilebileceği gözlemlenmiştir. Ancak, yüksek nem içeriğinin depolama ve taşıma sırasında küf oluşumu ve mikrobiyal bozulma gibi ciddi sorunlara neden olabileceği de belirlenmiştir. Peletlerin yanma verimliliği üzerine yapılan incelemelerde, uygun partikül boyutunun yanma sırasında daha etkili hava akışı ve ısı dağılımı sağlayarak enerji verimliliğini artırdığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, partikül boyutunun pelet yanma karakteristikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ve bu nedenle üretim sürecinde dikkatli bir şekilde kontrol edilmesi gerektiğini göstermektedir. Kullanılan hammaddenin lif yapısının, peletlerin mekanik dayanıklılığı ve bütünlüğü üzerinde önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Araştırmada, uygun lif yapısına sahip hammadde kullanımının, taşıma ve kullanım sırasında peletlerin dayanıklılığını artırdığı belirlenmiştir. Bu sonuç, lif yapısının pelet üretim sürecinde önemli bir parametre olduğunu ve kaliteli peletlerin üretimi için uygun lif kompozisyonuna sahip hammadde seçiminin oldukça önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Araştırma sonucunda, pelet üretiminde

hammadeye ait; nem oranı, partikül boyutu ve lif yapısının uygun yönetimi, üretim sürecinin verimliliğini ve pelet kalitesini önemli ölçüde artırabildiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pelet üretimi, biyokütle yakıtı, hammadde yönetimi, yanma verimliliği, mekanik dayanıklılık, enerji yoğunluğu

ABSTRACT

Pellet is a biomass-based fuel that has an important place among renewable energy sources. It stands out as an environmentally friendly alternative with its high energy density and standardized dimensions. It is generally produced by processing and compressing wood sawdust, agricultural residues, and other organic materials, thus utilizing idle biological materials. The combustion efficiency of pellets is higher than traditional wood fuels. The fact that they contain less moisture and are condensed provides cleaner combustion and less ash production. These features make pellet fuels a less environmentally damaging option and offer lower carbon emissions compared to fossil fuels. In this research, the effects of the moisture content, particle size and fiber structure of the basic feedstock used in the pellet production process on important quality parameters such as mechanical durability, energy density, combustion efficiency and sustainability of the pellets were examined. The main aim of the research is to examine the effects of feedstock properties on pellet quality and to determine how these factors can increase the efficiency of the production process and the quality of the final product. Research results have determined that the moisture content of the feedstock is an important factor in the palletization process. It has been observed that when feedstock with appropriate moisture content is used, the inter-particle adhesion force increases, and, as a result, higher-quality pellets can be produced. However, it has also been determined that high moisture content can cause serious problems such as mold growth and microbial spoilage during storage and transportation. In studies on the combustion efficiency of pellets, it has been determined that appropriate particle size increases energy efficiency by providing more effective air flow and heat distribution during combustion. This result shows that particle size has a significant impact on pellet combustion characteristics and therefore needs to be carefully controlled during the production process. It has been determined that the fiber structure of the raw material used has a significant effect on the mechanical strength and integrity of the pellets. In the research, it was determined that the use of feedstocks with suitable fiber structures increases the durability of pellets during transportation and use. This result shows that fiber structure is an important parameter in the pellet production process and the selection of feedstocks with appropriate fiber composition is a very important factor for the production of quality pellets. As a result of the research, on feedstocks in pellet production; it has been determined that proper management of moisture content, particle size and fiber structure can significantly increase the efficiency of the production process and pellet quality.

Key Words: Pellet production, biomass fuel, feedstock management, combustion efficiency, mechanical durability, energy density

GİRİŞ

Biyokütle enerjisi sektöründe pelet üretimi önemli bir yer tutar. Bu üretim tekniği esasen çeşitli organik materyallerin; küçük, yoğun ve düzgün peletlere dönüştürülmesinden ibarettir. Bu süreçte kullanılan hammaddeler arasında; odun parçaları, tarımsal atıklar ve enerji bitkileri yer alır. Her bir hammaddenin kendine has özellikleri peletleştirme sürecini ve son ürünün

kalitesini etkiler. Örneğin, biyokütlenin nem içeriği, lif yapısı ve enerji değeri gibi faktörler, peletlerin yanma verimliliği ve dayanıklılığını değiştirir.

Pelet üretiminde dikkat edilmesi gereken konulardan biri hammaddenin nem içeriğidir. İdeal nem aralığı genellikle %10 ile %20 arasında değişkenlik gösterir. Nem miktarının bu aralığın dışına çıkması, üretim aşamasında sorunlara yol açarak yanma verimliliğini olumsuz etkileyebilir. Ayrıca, biyokütlenin parçacık boyutu ve dağılımı, peletleştirme sürecinin verimliliğini doğrudan etkiler. Daha küçük ve düzenli parçacıklar, sıkıştırmayı ve peletlerin sağlamlığını artırırken, üretim aşamasında daha az enerji tüketilmesine olanak sağlar.

Biyokütlenin lignin, selüloz ve hemiselüloz içeriği peletlerin yapısal bütünlüğünü ve enerji içeriğini etkileyen önemli bir faktördür. Doğal bir bağlayıcı olan lignin, peletleme sürecinde önemli bir rol oynarken, selüloz ve hemiselüloz peletlerin mekanik dayanıklılığını artırır. Üretim aşamasında hammaddenin kül içeriği de göz ardı edilmemelidir. Yüksek kül içeriği, kullanım anında bakım ihtiyacını artırarak yanma verimliliğini düşürür. Üretim aşamasında bazen pelet kalitesini artırmak amacıyla katkı maddeleri veya bağlayıcılar eklenmektedir. Bu eklemeler, peletlerin dayanıklılığını artırarak toz oluşumunu azaltabilir.

Üretilen peletlerin; kalitesi, verimliliği ve sürdürülebilirliği kullanılan hammaddeye göre değişkenlik gösterir. Hammadde içeriğinin uygun şekilde yönetilmesi, enerji tüketimini azaltır, çıktı oranlarını artırır, peletlerin fiziksel ve yanma kalitesini iyileştirir. Ayrıca, doğru hammaddelerinin seçilmesi ve etkili yönetimi ile sera gazı emisyonları gibi çevreye yönelik olumsuz etkiler azaltılır. Bu nedenle, pelet üretim sürecinde hammadde değişkenlerinin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi ve optimize edilmesi, sürdürülebilir enerji çözümleri açısından önemli bir konu olarak değerlendirilmektedir.

Hammadde Varlığı ve Ulaşılabilirliği

Türkiye, biyokütle enerjisi üretimi açısından önemli bir potansiyel barındıran zengin tarım ve ormancılık kaynaklarına sahip bir ülkedir. Tarım sektörü, bu potansiyelin anahtar bir bileşeni olarak, çeşitli atıkları pelet üretiminde kullanılabilir hammadde olarak sunmaktadır. Tahıl sapları, pamuk ve mısır gibi bitkisel atıklar, pelet yapımında hassas bir rol oynamaktadır. Bu organik atıkların efektif kullanımı, tarımsal yan ürünlerin ekonomik ve çevresel değerini artırmaktadır. Sürekli gelişen tarım sektörü saman, kabuk ve saplar gibi çeşitli mahsul artıkları formunda zengin biyokütle kaynakları üretmektedir. Bu bağlamda, yapılan araştırmalar, Türkiye'nin çeşitli ürünlerden elde edilen yıllık tarımsal kalıntı potansiyelinin yaklaşık 35 milyon ton civarında olduğunu göstermektedir [1,2]. Bu veriler, ülkenin alandaki zengin kaynaklarını ve potansiyelini ortaya koymakta, biyokütle enerjisi üretiminin geleceği açısından önemli bir temel oluşturmaktadır

Türkiye'de 2021 yılı verilerine göre düzenlenen biyokütle enerji potansiyelinin dağılımı Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Türkiye'nin Biyokütle enerji potansiyeli [3]

Nüfus	82.003.882
Hayvan sayısı (adet)	422.832.374
Hayvansal atık miktarı (ton/yıl)	193.878.079
Hayvansal atıkların teorik enerji eşdeğeri (tep/yıl)	4.385.371
Hayvansal atıkların ekonomik enerji eşdeğeri (tep/yıl)	1.084.506
Bitkisel üretim miktarı (ton/yıl)	171.399.002
Bitkisel atık miktarı (ton/yıl)	62.206.754
Bitkisel atıkların teorik enerji eşdeğeri (tep/yıl)	25.384.268
Bitkisel atıkların ekonomik enerji eşdeğeri (tep/yıl)	1.462.159
Belediye atıkları miktarı (ton/yıl)	32.170.975
Belediye atıkların teorik enerji eşdeğerleri (tep/yıl)	3.373.011
Belediye atıkların ekonomik enerji eşdeğerleri (tep/yıl)	485.585
Orman varlığı artıkları (ster / yıl)	3.914.904
Orman varlığı artıklarının enerji eşdeğeri (tep / yıl)	859.899
Biyodizel işleme lisansı sahibi firmalar	8
Biyoetanol işleme lisansı sahibi firmalar	5
Biyokütle kaynaklı elektrik üretim santral sayısı	199
Atıkların toplam enerji eşdeğeri (tep/yıl)	34.002.549

TEP: Ton eşdeğer petrol, 1TEP: 11630 Kwh, 1TEP: 10000000 Kcal, ster: Yığın durumundaki yakacak odun için kullanılan, 1 m³ eşit hacim ölçüsü birimi olarak ifade edilir.

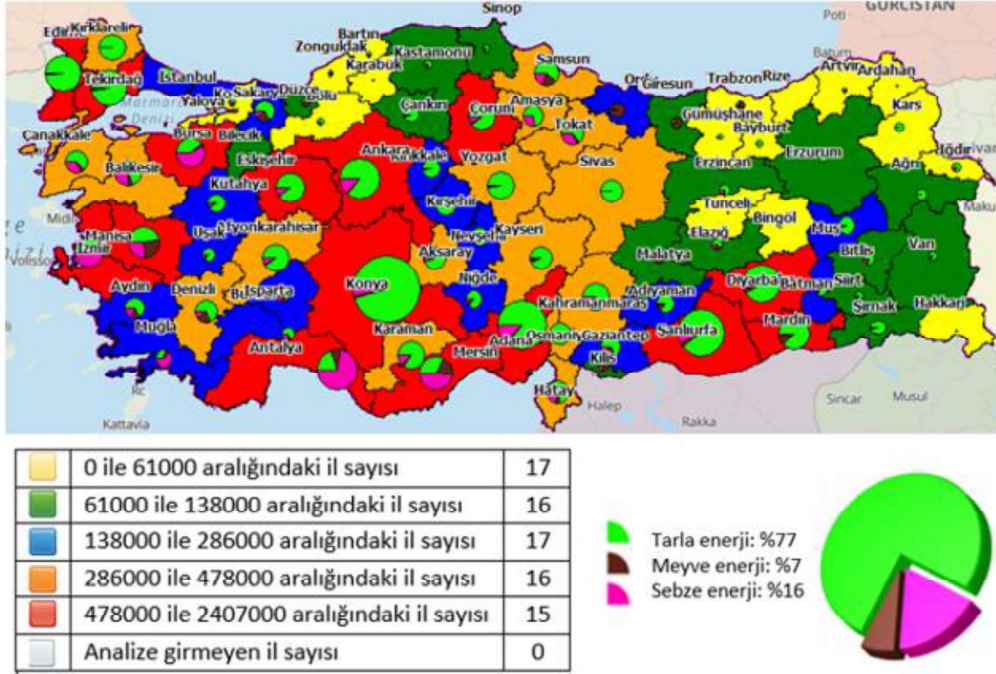
Ülke genelinde tarla, bahçe ve sebze bitkilerinden oluşan toplam bitkisel üretim miktarı yıllık 171 milyon tondan fazladır. Bu üretimden kaynaklanan atıkların enerji eşdeğeri ise yılda 25384267 TEP'e karşılık gelmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Türkiye genelinde bitkisel üretime ait atık miktarı ve atıkların enerji eşdeğerleri [3]

Bitkisel Üretim	Bitkisel üretim miktarı (ton/yıl)	Atık miktarı (ton/yıl)	Atıkların teorik eşdeğeri (TEP/Yıl)	Atıkların ekonomik eşdeğeri (TEP/Yıl)
Tarla bitkileri	119007069	46279245	19480866	1225364
Bahçe bitkileri	22359106	4038114	1754031	236794
Sebze bitkileri	30032827	11889396	4149370	-
Toplam	171399002	62206755	25384267	1462158

Ülke genelinde bitkisel üretim kaynaklı atıkların teorik enerji potansiyelinin bölgeler ve illere göre dağılımını gösteren enerji potansiyel atlası Şekil 1'de verilmiştir. Atıkların ekonomik enerji eşdeğeri verilerinden yola çıkılarak en yüksek payı %83.8 ile tarla bitkileri üretiminden elde edilen atıkların oluşturduğu, bunu %16.2 ile bahçe bitkileri atıklarının izlediği söylenebilir. Türkiye genelinde sebze bitkileri atıklarının ekonomik eşdeğeri

bulunmamaktadır [3]. Bitkisel atıklardan enerji elde edilmesi amacıyla yakma teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Türkiye’de 2021 yılı verilerine göre elde edilen atıkların bitki türlerine göre dağılımı ve ekonomik enerji eşdeğerleri Çizelge 3’de verilmiştir.



Şekil 1. Bitkisel atıkların teorik enerji eşdeğerinin (TEP/YIL) ülke bazında dağılımı [3]

Çizelge 3. Bitkisel atıkların ekonomik enerji eşdeğerleri ve enerji üretim teknolojileri [3]

Bitki Adı	Bitkisel Üretim (ton)	Atık Miktarı (ton)	Ekonomik Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl)
Adaçayı	428	-	9,3
Arpa	7.416.963	5.600.000,0	300.336,4
Aspir	35.000	52.500,0	617,7
Ayçiçeği	1.949.229	4.483.226,7	239.701,3
Bakla (Yemeklik)	5.903	-	13,2
Bezelye	2.603	-	134,3
Bezelye (Yeşil Ot)	210.706	-	87,0
Buğday	20.348.160	20.000.000,0	9.802,7
Burçak	19.878	29.817,0	1.543,4
Çavdar	379.029	256.000,0	16.968,6
Çeltik	940.000	1.410.000,0	67.711,2
Şekerpancarı tohumu	2.820	-	13,8
Fasulye	220.000	330.000,0	8.463,1
Fig (Dane)	4.333.460	89.272,5	6.587,4
Gül (Yağlık)	14.773	-	0,1
Haşhaş	53.982	80.973,0	3.930,0
Hayvan Pancarı	92.069	3.682,8	247,3
Isırgan Otu	1	-	149,1

Çizelge 3. Bitkisel atıkların ekonomik enerji eşdeğerleri ve enerji üretim teknolojileri [3] (Devam)

İtalyan çimi	448.086	-	14,5
Kolza (Kanola)	125.000	287.500,0	17,7
Korunga (Yeşil Ot)	1.934.847	0,0	1.441,2
Lavanta	1.040	0,0	56,7
Mercimek	43.000	64.500,0	204,3
Mercimek (kırmızı)	310.000	465.000,0	318,1
Mısır (Dane)	5.700.000	6.840.000,0	380.786,5
Mısır (Hasıl)- 1.Ekiliş	166.655	-	390,4
Mısır (Hasıl)- 2.Ekiliş	48.788	-	4,7
Mısır (Silajlık)- 1.Ekiliş	14.367.085	-	1.970,3
Mısır (Silajlık)- 2.Ekiliş	8.830.451	-	2.541,8
Nohut	630.000	945.000,0	2.372,7
Oğulotu (Melissa)	84	-	95,0
Pamuk	5.088.600	2.747.844,0	157.161,0
Patates	4.550.493	910.098,6	2.019,6
Şekerpancarı	18.900.000	756.000,0	94,9
Şerbetçiotu	1.785	-	1,4
Sorgum (Dane)	66.811	4,5	530,2
Susam	17.437	26.155,5	521,0
Tritikale (Dane)	360.730	136.000,0	2.039,5
Yem Şalgamı	298.373	0,0	627,6
Yerfıstığı	173.835	347.670,0	10,5
Yonca (Yeşil Ot)	17.544.946	-	1.965,6
Yulaf	3.103.686	208.000,0	13.863,7
Ahududu	5.875	338,5	20,8
Antep Fıstığı	240.000	141.800,1	8.087,5
Armut	519.451	13.194,7	809,2
Ayva	176.479	2.905,6	175,3
Badem	100.000	25.314,8	1.406,2
Çay (Yaş)	1.500.000	668,9	43,0
Ceviz	215.000	55.887,5	3.137,7
Çilek	440.968	8.051,1	440,8
Dut	66.647	1.135,9	67,2
Elma (Amasya)	217.433	9.075,1	531,9
Elma (Diğer)	1.094.361	27.989,4	1.630,7
Elma (Golden)	864.247	24.706,2	1.467,8
Elma (Grannysmith)	150.529	4.614,7	275,2
Elma (Starking)	1.299.390	38.398,9	2.281,3
Erik	296.878	10.336,1	609,0
Fındık	515.000	1.092.571,2	66.297,1
Greyfurt (Altıntop)	250.000	1.554,5	88,0
İncir	306.499	20.555,7	1.159,6
Kayıt	750.000	62.878,0	3.560,7
Keçi Boynuzu	15.506	272,8	17,0

Çizelge 3. Bitkisel atıkların ekonomik enerji eşdeğerleri ve enerji üretim teknolojileri [3] (Devam)

Kiraz	639.564	42.043,3	2.581,8
Kivi	61.920	5.980,4	355,1
Kızılcık	10.243	45,3	2,8
Limon	1.100.000	10.773,4	612,0
Mandalina(Clementin)	105.300	915,6	52,5
Mandalina (Diğer)	685.550	7.213,1	413,9
Mandalina (King)	5.810	51,9	3,0
Mandalina (Satsuma)	853.340	7.296,5	418,7
Muz	498.888	342.733,5	18.122,2
Nar	537.847	8.744,7	513,2
Portakal (Diğer)	432.150	4.042,6	231,2
Portakal (Washington)	1.395.550	10.655,2	609,3
Portakal (Yafa)	72.300	544,1	31,1
Şeftali	789.457	27.816,5	1.641,0
Trabzon Hurması	46.676	1.128,0	64,7
Tütün	80.200	743,5	41,7
Üzüm	3.933.000	1.668.164,0	98.115,7
Vişne	184.167	10.862,3	676,4
Yenidünya	15.984	339,1	18,9
Zeytin	1.500.467	345.771,3	20.183,0

Orman varlığı açısından da zengin olan Türkiye, pelet üretiminde orman atıklarını da değerlendirir. Talaş, odun kırıntısı ve ağaç kabukları, pelet üretiminde sıklıkla kullanılan hammaddeler arasındadır. Bu atıkların kullanımı, orman kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanır. Yaklaşık 22 milyon hektarlık orman alanıyla Türkiye, yıllık yaklaşık 30 milyon metreküp orman atığı potansiyeline sahip olup, bu durum biyokütle enerjisi üretimi için geniş bir kaynak sunmaktadır [4,5].

Enerji bitkileri, pelet üretiminde diğer bir hammadde olarak ortaya çıkmaktadır. Miskantus ve swiçgras gibi yüksek enerji içerikli ve yenilenebilir bitkiler, bu alanda dikkat çekmektedir. Zeytinyağı üretiminin yoğun olduğu bölgelerde, zeytin posası da yakıt olarak pelet formuna dönüştürülerek ekonomik değere kavuşturulmaktadır.

Hayvancılık faaliyetlerinin yoğun olduğu yerlerde ise, hayvan gübresi pelet üretimi için alternatif bir hammadde olarak değerlendirilmektedir. Bu organik atık hem atık yönetimine katkı sağlar hem de enerji geri kazanımında önemli bir rol oynamaktadır. Türkiye'nin hayvancılık sektörü sığır, kümes hayvanları ve diğer hayvanlarla birlikte önemli miktarda organik atık üretmektedir. Bu kaynakların anaerobik sindirim yoluyla kullanılması, metan açısından zengin yenilenebilir bir enerji kaynağı olan biyogaz üretimine olanak tanır [6].

Hammaddenin Nem İçeriği

Nem içeriğinin kontrolü, pelet üretiminin başlangıcından itibaren önemlidir. Hammadde, öğütme ve sıkıştırma işlemleri sırasında belirli bir nem seviyesine sahip olmalıdır. Çok kuru hammadde, peletlerin düzgün şekillenmesini ve sıkıştırılmasını zorlaştırabilir, bu da ürünün yapısal bütünlüğünü ve dayanıklılığını etkileyebilir. Öte yandan, fazla nem, peletlerin sıkıştırılmasını zorlaştırır ve kurutma maliyetlerini artırır. Ayrıca, yüksek nem içeriği olan peletler, depolama ve taşıma sırasında küflenme ve bozulma riskini artırır.

Peletlerin depolanması ve taşınması sırasında da nem kontrolü önemlidir. Nem, peletlerin kalitesini zamanla düşürebilir ve yanma verimliliğini azaltabilir. Bu nedenle, peletlerin uygun koşullarda depolanması ve nemden korunması gerekir. Ayrıca, nem içeriği, peletlerin yanma sırasında serbest bıraktığı emisyonları da etkiler. Düşük nem içeriği, daha temiz yanma ve daha az zararlı emisyon anlamına gelir, bu da çevresel düzenlemelere uyumu kolaylaştırır [7].

Pelet üretimi için kullanılan çeşitli hammaddelerin optimum nem içeriği, malzemenin türüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ahşap pelet üretimi için, optimum nem içeriği genellikle %10 ile %15 arasında değişir. Bu aralık, peletlerin etkili bir şekilde üretilmesini ve yapısal bütünlüklerinin korunmasını sağlar[8]. Tarımsal atıklar, özellikle saman ve mısır sapı gibi malzemeler için, nem içeriği genellikle %15 ile %20 arasında olmalıdır. Bu, peletlerin daha iyi bağlanmasını ve sıkıştırılmasını sağlar [9]. Otlar genellikle %15 ile %20 arasında bir nem içeriğine ihtiyaç duyar. Bu, malzemenin peletleme sırasında uygun şekilde bağlanmasını sağlar [10]. Biyokütle karışımları için optimum nem içeriği, karışımın özelliklerine bağlı olarak değişebilir ve genellikle %10 ile %20 arasında bir değere sahiptir. Pelet üretimde kullanılan farklı materyallere ait optimum nem içeriği değerleri Çizelge 4’de sunulmuştur.

Çizelge 4. Pelet üretiminde kullanılan materyallere ait optimum nem içerikleri

Çeşit	Optimum nem içeriği
Alfalfa (Öğütülmüş)	%10
Ladin ağacı talaşı	% 7-15
Mısır sapı	% 5-10
Ağaç talaşı	%8
Ağaç kabuğu	%8

Pelet üretimi sırasında kullanılan hammaddenin nem içeriği, ürünün kalitesi ve verimliliği üzerinde belirleyici bir rol oynar. Bu bağlamda, farklı nem içeriklerine sahip hammaddelerin performansları üzerine yapılan bilimsel araştırmalar önem kazanmaktadır. Örneğin, zeytin posası kullanılarak yapılan bir çalışmada, zeytinyağı üretimi sırasında elde edilen posanın %14, %17 ve %20 nem içerikleri ile paletlenmesi incelenmiştir. Araştırmada, %20 nem içeriğine sahip hammaddenin, diğer oranlara kıyasla en yüksek üretim kapasitesine ve en düşük özgül enerji tüketimine sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Bu değerler sırasıyla 225.59 kg/saat üretim kapasitesi ve 45.13 kWh/ton enerji tüketimi olarak belirlenmiştir. Çalışma, yüksek nem içeriğinin pelet üretimini kolaylaştırdığını ve enerji tüketimini azalttığını ortaya koymuştur. Bununla birlikte, bu nem seviyesinde üretilen peletler, EnPlus pelet standartlarını karşılamamış ve yapısal olarak kararsız ve zayıf olarak değerlendirilmiştir. Araştırmada, zeytin posasında bulunan zeytin çekirdeği parçalarının, dayanıklı bir pelet yapısının oluşumunu engellediği sonucuna varılmıştır [11].

Endüstriyel ölçekte pelet üretimine yönelik bir araştırmada, kabuksuz ağaç gövdelerinin pelet üretimi için kullanılması ve bu süreçte yeni yöntemlerin test edilmesi ele alınmıştır. Çalışmada, odun taneciklerinin kuruluğu (%11-14) ve çeşitli ağaç türlerinin kompozisyonu (Norveç ladin, İskoç çamı ve huş; her biri %0-100 oranında) üzerine odaklanılmıştır. Bu parametrelerin, peletlerin toplu yoğunluğu, mekanik dayanıklılığı, nem içeriği ve kül içeriği üzerindeki etkisi detaylı bir şekilde incelenmiştir. Araştırma sonuçları, odun taneciklerinin nem içeriğinin pelet kalitesi üzerinde önemli bir rol oynadığını ortaya koymuştur. İdeal pelet kalitesi, %12.5-14.0 nem içeriği ile, %45-75 Norveç ladin, %0-55 İskoç çamı ve %0-25 huş karışımı kullanılarak elde edilmiştir. Bu bulgular, farklı ağaç türlerinin karışım oranlarının ve nem düzeylerinin, nihai ürünün kalitesini nasıl etkilediğini göstermektedir. Ayrıca, çalışmada yakın kızılötesi (NIR) spektroskopisi yöntemi kullanılarak odun taneciklerinin kuruluğu ve tür kompozisyonu hakkında doğru tahminler yapılmasının mümkün olduğu gözlemlenmiştir. Bu

teknolojik yaklaşım, pelet üretimi sürecinin optimizasyonu ve hammadde seçiminde büyük bir potansiyel sunmaktadır [12].

Odun atıklarının yakıt peletlerine dönüştürülmesi üzerine yapılan bir araştırmada, hammaddenin özellikleri olan sıcaklık ve nem içeriğinin pelet üretim sürecindeki enerji gereksinimleri ve pelet kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırma, sıcaklık ve nem içeriğinin artırılmasının, pelet üretim sürecinin çeşitli aşamaları için gereken enerji miktarını azalttığını ortaya koymuştur. Bu durum, üretim sürecinin verimliliği açısından önemli bir bulgudur. Ayrıca, çalışmada kayın ve çam ağaçlarından elde edilen peletler karşılaştırılmıştır. Kayın ağacından elde edilen peletlerin, çam ağacından üretilenlere kıyasla daha fazla enerji gerektirdiği ve sonuç olarak daha güçlü peletler ürettiği gözlemlenmiştir. Bu, farklı ağaç türlerinin pelet üretim sürecine ve nihai ürün kalitesine olan etkilerini anlamak adına değerli bir içgörü sağlamaktadır [13].

Sonuç olarak, pelet üretiminde hammaddenin nem içeriği, üretim sürecinden son kullanıcıya kadar peletlerin kalitesini ve performansını etkileyen önemli bir faktördür. Üreticiler, optimum nem seviyelerini koruyarak, yüksek kaliteli, verimli ve çevre dostu peletler üretebilirler. Bu, hem ekonomik verimliliği artırır hem de peletlerin enerji sektöründe tercih edilen bir seçenek olmasını sağlar [14].

Hammaddenin Kül İçeriği

Kül içeriği, yanma sonrası kalan inorganik maddenin yüzdesi olarak tanımlanır. Bu özellik, pelet üretiminde önemli bir rol oynar. Bitkisel kökenli hammaddelerin kül içeriği mineral içeriklerinden kaynaklanır [15]. Kül içeriğinin düşük olması, yanma verimliliğini artırırken, yüksek kül içeriği, yanma sürecinde artan atık miktarı ve verimlilik kaybına yol açabilir [16]. Ayrıca, yüksek kül içeriğine sahip peletler, soba ve kazanlarda kül birikimine neden olarak, sık temizlik ve bakım gerektirir [17]. Enerji yoğunluğu bakımından az inorganik madde içeren düşük kül içerikli peletler, yanıcı organik madde miktarının artmasıyla genellikle daha yüksek enerji yoğunluğuna sahip olurlar [18].

Peletlerin kül içerikleri kullanılan hammaddeye göre farklılık gösterir. Odun peletleri, düşük kül içeriği ile bilinir (%0.5-2) ve bu özellikleri sayesinde evsel ısıtma amacıyla rahatlıkla kullanılabilirler [18]. Buna karşılık, tarımsal atıklardan üretilen peletler, özellikle saman (%4-20), mısır sapı (%5-15) veya pirinç kabuğu (%15-20) gibi hammaddeler kullanıldığında yüksek kül içeriğine sahip olabilir [16]. Pelet kalitesini belirleyen standartlar, çeşitli ülkeler ve bölgeler tarafından belirlenir. Bu standartlar, kül içeriği yanı sıra; yoğunluk, nem içeriği ve mekanik dayanıklılık gibi diğer önemli özellikleri de içerir [15].

Hammaddenin Parçacık Büyüklüğü, Şekli ve Dağılımı

Pelet üretiminin başarısı, parçacık boyutu, şekli ve dağılımı gibi parametrelere göre de değişkenlik gösterir. Bu üç faktör, peletlerin kalitesini, işlem verimliliğini ve son kullanım alanındaki performansını büyük ölçüde etkiler. Duan ve ark., [19] araştırmalarında belirttiği üzere, bu faktörler, pelet üretiminin temelini oluşturur ve nihai ürünün kalitesi üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir.

Hammaddenin parçacık boyutu, peletleme sürecinde etkili bir rol oynar. Parçacıkların boyutu, sıkıştırma ve bağlanma için kullanılabilir yüzey alanını belirler. Labbé ve ark., [20] çalışmalarında vurgulandığı gibi, küçük parçacıkların geniş yüzey alanları, daha iyi bağlanma ve stabil bir pelet yapısı sağlayabilir. Ancak, Das'ın [21] araştırmaları gösteriyor ki, çok küçük parçacıklar, akışkanlık ve peletleme işlemi sırasında uniformite sorunlarına yol açabilir. Bu durum, parçacıkların boyutunun, pelet kalitesi üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Bir diğ er önemli faktör ise hammaddenin parçacık şeklidir. Parçacıkların geometrik yapısı, yoğunlaşma ve birleşme süreçlerindeki davranışlarını etkiler. Das [21] tarafından yapılan incelemeler, daha yuvarlak parçacıkların, peletleme sırasında daha iyi akışkanlık ve eşit dağılım sağlayarak, peletlerin fiziksel özelliklerini ve işlem kolaylığını artırdığı sonucuna varılmıştır. Bu üç faktör, pelet üretimi ve kullanımıyla ilgili endüstrilerde, örneğin biyokütle enerji üretimi, hayvan yemi üretimi veya ilaç endüstrisi gibi alanlarda, ürün kalitesini ve işlem verimliliğini belirler. Her bir unsur, ihtiyaçlara göre özenle optimize edilmelidir. Das [21] ve Labbé ve ark.,[20] çalışmaları, bu optimizasyonun, pelet üretiminin başarısında ve nihai ürünün kalitesinde kritik bir rol oynadığını göstermektedir.

Hammaddenin Selüloz, Hemiselüloz ve Lignin İçeriği

Selüloz, hemiselüloz ve lignin içeriği, biyokütlenin pelet kalitesi üzerinde belirleyici bir rol oynar. Bu bileşenlerin her biri, peletlerin enerji verimliliği, dayanıklılığı, yanma özellikleri ve sürdürülebilirliği üzerinde önemli etkilere sahiptir. Selüloz ve lignin, ahşap materyallerinin temel bileşenleridir ve her birinin kendine özgü kimyasal özellikleri vardır. Selüloz, %48 karbon, %52 oksijen ve %6 hidrojen den oluşurken Lignin %64 karbon, %30 oksijen ve %6 hidrojen içeriğine sahiptir [22]. Her iki bileşenin enerji değerleri, ahşabın ısıtma değeri üzerinde önemli etkiler oluşturur [23].

Hemiselülozlar ise, heterojen yapılarından dolayı kimyasal bileşim açısından net bir profil çizmezler. Bu nedenle, hemiselülozların özellikleri hakkında kesin bilgiler sunmak güçtür. Ahşabın türüne göre değişen bu bileşenler, ahşabın ısıtma değerini etkileyen önemli faktörlerdendir [24].

Isıtma değeri bakımından, yumuşak ahşabın sert ahşaba göre ortalama %2 daha yüksek bir değere sahip olduğu bilinmektedir. Bu farklılık, özellikle yumuşak ağaçların daha yüksek lignin ve ekstraktif madde içeriği ile ilişkilendirilir [25]. Lignin ve ekstraktif maddelerin ısıtma değerleri, sırasıyla yaklaşık 27,0 MJ/kg ve 35,9 MJ/kg olarak belirlenmiştir. Bu değerler, selüloz (17,3 MJ/kg) ve hemiselüloz (16,2 MJ/kg) için belirlenen değerlerden önemli ölçüde yüksektir.

SONUÇLAR

Türkiye'de pelet üretimi, çeşitli organik atık kaynaklarının değerlendirilmesi ve enerji ihtiyaçlarının sürdürülebilir bir şekilde karşılanması için stratejik bir öneme sahiptir. Ülkenin coğrafi ve ekonomik koşulları, hammadde çeşitliliğini etkiler ve bu süreç, ekonomik ve çevresel açıdan olumlu bir dönüşümü temsil eder. Biyokütlenin enerji üretimi için kullanılması, atık yönetimi için sürdürülebilir bir çözüm sunar. Ayrıca, biyokütle enerjisi üretimi, kırsal kalkınmayı teşvik ederek tarım ve ormancılık bölgelerinde istihdam fırsatları yaratır. Bu projeler, yerel ekonomik büyümeye katkıda bulunarak kırsal kesimde yaşayan insanların geçim kaynaklarını oluşturur.

Pelet üretiminde kullanılan hammaddenin nem içeriği, üretim sürecinin verimliliği ve son ürünün kalitesi üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Nem içeriği hem enerji yoğunluğunu hem de yanma verimliliğini doğrudan etkiler. Düşük nem içeriği olan hammadde, yüksek enerji verimliliği sağlar çünkü daha az su buharlaştırmak için enerji harcanır ve böylece daha fazla enerji ısı olarak kullanılabilir. Bu, peletlerin yanma sırasında daha yüksek bir sıcaklık elde etmesini ve daha az duman üretmesini sağlar, bu da çevreye olan olumsuz etkileri azaltır ve yanma verimliliğini artırır.

Düşük kül içeriğine sahip peletlerin temiz yanma özelliği ve düşük emisyon seviyeleri, çevre üzerindeki olumsuz etkileri azaltabilir. Bu durum, sürdürülebilir enerji kaynaklarının kullanımının artması ve çevre bilincinin gelişmesiyle daha da önem kazanmaktadır. Sonuç olarak, kül içeriği, pelet üretimi ve kullanımının çeşitli yönlerini etkileyen kritik bir faktördür.

Parçacık dağılımı, pelet üretimi sırasında önemli bir rol oynar. Parçacıkların boyut dağılımının geniş olması, peletlerin dengesizliğine ve işlem sırasında karşılaşılan zorluklara yol açabilir. Dar bir boyut dağılımı, daha tutarlı ve homojen peletlerin üretilmesini sağlar. Bu dağılım, peletlerin yanma verimliliği ve mekanik dayanıklılığı gibi faktörleri doğrudan etkiler.

Ahşabın kimyasal bileşimi, ısıtma kapasitesini ve dolayısıyla enerji verimliliğini doğrudan etkileyen bir faktördür. Bu yüzden, ahşabın türüne ve içerdiği bileşenlere göre doğru değerlendirme yapmak, sürdürülebilir enerji kullanımı ve verimli kaynak yönetimi açısından büyük önem taşır.

KAYNAKLAR

1. Ozcan, M.; Öztürk, S.; Oguz, Y. Potential evaluation of biomass-based energy sources for Turkey. *Engineering Science and Technology, an International Journal* **2015**, 18, 178-184.
2. Yelmen, B.; Çakir, M.T. Biomass potential of Turkey and energy production applications. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy* **2016**, 11, 428-435.
3. Bepa. *Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası*.
4. Saracoglu, N. The biomass potential of Turkey for energy production: Part I. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy* **2010**, 5, 272-278.
5. Saracoglu, N. The biomass potential of Turkey for energy production: Part II. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy* **2010**, 5, 384-389.
6. Demirbas, A. Importance of biomass energy sources for Turkey. *Energy policy* **2008**, 36, 834-842.
7. Alamsyah, R.; Samid, D.D.; Heryani, S.; Siregar, N.C. Production of Fuel pellet From Agricultural And Plantation Estate Crops Biomass. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1034, 012063, doi:10.1088/1755-1315/1034/1/012063.
8. Smith, A.B.; Jones, C.D. Wood Pellet Production and Applications. *Renewable Energy* **2018**, 123, 45-53.
9. Brown, R.H.; Li, Y. Agricultural Residue Pelletization for Bioenergy. *Bioresource Technology* **2016**, 200, 112-120.
10. Green, E.J.; Harper, D.P. Pelletization of Mixed Biomass Feedstocks. *Journal of Biomass and Bioenergy* **2019**, 133, 105-111.
11. Yılmaz, H.; Topakci, M.; Karayel, D.; Çanakci, M. Pirinanın farklı nem içeriklerinde peletlenmesi işleminin peletlerin fiziksel özellikleri üzerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences* **2021**, 34, doi:10.29136/MEDITERRANEAN.833875.
12. Lestander, T.; Finell, M.; Samuelsson, R.; Arshadi, M.; Thyrel, M. Industrial scale biofuel pellet production from blends of unbarked softwood and hardwood stems—the effects of raw material composition and moisture content on pellet quality. *Fuel Processing Technology* **2012**, 95, 27-35, doi:10.1016/J.FUPROC.2011.11.024.
13. Nielsen, N.; Gardner, D.; Poulsen, T.; Felby, C. Importance of temperature, moisture content, and species for the conversion process of wood residues into fuel pellets. **2009**.
14. Ungureanu, N.; Vlăduț, V.; Voicu, G.; Dinca, M.; Zabava, B. Influence of biomass moisture content on pellet properties - review. *Energy and Environment Research* 17, doi:10.22616/ERDEV2018.17.N449.
15. Alamsyah, R.; Samid, D.D.; Heryani, S.; Siregar, N.C. Production of Fuel pellet From Agricultural And Plantation Estate Crops Biomass. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* **2022**, 1034, 012063.
16. Rashedi, A.; Gul, N.; Hussain, M.; Hadi, R.; Khan, N.; Nadeem, S.G.; Khanam, T.; Asyraf, M.; Kumar, V. Life cycle environmental sustainability and cumulative energy assessment of biomass pellets biofuel derived from agroforest residues. *PLOS ONE* **2022**, 17, e0275005.

17. Baharin, N.S.K.; Cherdkeattikul, S.; Kanada, N.; Hara, H.; Mizuno, S.; Sawai, T.; Fuchihata, M.; Ida, T. Impact and effectiveness of Bio-Coke conversion from biomass waste as alternative source of coal coke in Southeast Asia. *Journal of Material Cycles and Waste Management* **2022**.
18. Ferreira, G.; Brito, T.M.; da Silva, J.G.M.; Minini, D.; Dias Júnior, A.F.; Arantes, M.D.C.; Batista, D.C. Wood Waste Pellets as an Alternative for Energy Generation in the Amazon Region. *BioEnergy Research* **2022**.
19. Duan, J.; Liu, X.; Zhou, S.; Wu, X. A high-accuracy segmentation and size measurement method for green pellet images using a deep cascaded network. In *Proceedings of the Proceedings of the IEEE Conference on Control and Automation (CAC)*, 2021.
20. Labbé, R.; Paczkowski, S.; Knappe, V.; Russ, M.; Wöhler, M.; Pelz, S. Effect of feedstock particle size distribution and feedstock moisture content on pellet production efficiency, pellet quality, transport and combustion emissions. *Fuel* **2020**, doi:10.1016/j.fuel.2019.116662.
21. Das, A. Production and characterisation of pine wood powders from a multi-blade shaft mill. Faculty of Forest Science, Swedish University of Agricultural Sciences, 2023.
22. Demirbaş, A. Estimating of Structural Composition of Wood and Non-Wood Biomass Samples. *Energy Sources* **2005**, 27, 761-767.
23. Domingos, I.; Ayata, U.; Ferreira, J.; Cruz-Lopes, L.; Sen, A.; Şahin, S.; Esteves, B. Calorific Power Improvement of Wood by Heat Treatment and Its Relation to Chemical Composition. *Energies* **2020**, 13, 5322-5322.
24. Tsatiris, M. Use of Biomass as a Raw Material for Energy Production. *Recent Research in Agriculture and Biology* **2021**, 12.
25. Jin, W.; Singh, K.; Zondlo, J. Pyrolysis Kinetics of Physical Components of Wood and Wood-Polymers Using Isoconversion Method. *Agriculture* **2013**, 3, 12-33.

PELET ÜRETİMİNDE PROSES DEĞİŞKENLERİNİN OPTİMİZASYONU

OPTIMIZATION OF PROCESS VARIABLES IN PELLETT PRODUCTION

Arş. Gör. Alperay ALTIKAT

Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Iğdır/Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0087-5814>

Prof. Dr. Mehmet Hakkı ALMA

Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Iğdır/Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0087-5814>

ÖZET

Pelet üretimi, biyokütle kaynaklarını yüksek enerji verimliliği ve taşınabilirliği olan katı yakıtlara dönüştüren kritik bir süreçtir. Bu işlem, genellikle tarımsal atıklar, odun talaşı gibi ham maddelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirerek, enerji içeriği yüksek, yoğun ve homojen yapıda peletler elde etmeyi amaçlar. Peletlerin üretim süreci, sıcaklık, basınç, tutma ve dinlenme süreleri, şartlandırma, alıkonma süreleri ile soğutma gibi bir dizi faktöre bağlıdır. Bu faktörlerin her biri, peletlerin kalitesini, enerji yoğunluğunu ve yanma verimliliğini doğrudan etkiler ve bu nedenle dikkatli bir şekilde kontrol edilmelidir. Şartlandırma aşaması, peletleme işleminden önce gerçekleştirilen, hammaddeye buhar veya su eklenerek nem oranının ayarlandığı önemli bir işlemdir. Pelet üretim sürecinde sıcaklık, hammadde içerisindeki lignin gibi doğal bağlayıcıların eriyip peletlerin yapısını güçlendirmesini sağlar. Hammadde partiküllerinin yüksek basınç altında sıkıştırılması, peletlerin yoğunluğunu ve mekanik dayanıklılığını artırırken aynı zamanda nem oranını azaltır. Yüksek basınç, partiküller arasındaki boşlukların azalmasına ve lignin gibi bağlayıcı maddelerin daha etkin bir şekilde dağılmasına olanak tanır, bu da peletlerin daha sıkı bir yapıya sahip olmasını ve uzun süreli saklama koşullarında bile şeklini korumasını sağlar. Peletleme işlemi sırasında uygulanan sıcaklık ve basıncın süresi (tutma süresi) ile peletlerin soğuma ve sertleşme için bekletildiği süre (dinlenme süresi) de peletlerin kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Tutma süresi, hammadde partiküllerinin yeterince sıkıştırılması ve bağlayıcıların aktivasyonu için gereklidir, dinlenme süresi ise, peletlerin mekanik dayanıklılığını ve stabilitesini artırmak için elzemdir. Bu süreler, peletlerin kalitesi üzerinde doğrudan etki eder ve optimal değerler, hammadde özelliklerine ve üretim koşullarına göre ayarlanmalıdır. Soğutma işlemi, peletlerin sıkıştırılmasından sonra gerçekleştirilir ve lignin ile diğer doğal bağlayıcıların katılaşmasını sağlayarak peletlerin yapısını daha da güçlendirir. Soğutulmuş peletler, sıcak peletlere kıyasla daha az hassas ve daha stabil oldukları için, depolama ve taşıma sırasında daha az hasar görme eğilimindedir. Alıkonma süreleri, peletlerin üretim sonrası belirli bir süre boyunca belli koşullar altında tutulması anlamına gelir ve bu süreç, peletlerin nihai kalitesini iyileştirmeye yardımcı olur. Bu çalışmada pelet üretim aşamasına etkili olan proses değişkenleri detaylı bir şekilde incelenmiş ve optimum üretim için gerekli olan üretim koşulları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pelet üretimi, proses değişkenleri, sıcaklık, basınç, şartlandırma, kalma süresi

ABSTRACT

Pellet production is a critical process that converts biomass resources into solid fuels with high energy efficiency and portability. This process aims to obtain pellets with a high energy content, dense and homogeneous structure, by changing the physical and chemical properties of raw materials such as agricultural wastes and wood sawdust. The production process of pellets depends on a number of factors such as temperature, pressure, holding and resting times, conditioning, retention times and cooling. Each of these factors directly affects the quality, energy density and combustion efficiency of the pellets and must therefore be carefully controlled. The conditioning stage is an important process carried out before the pelletizing process, in which the moisture content is adjusted by adding steam or water to the raw material. During the pellet production process, heat ensures that natural binders such as lignin in the raw material melt and strengthen the structure of the pellets. Compressing the raw material particles under high pressure increases the density and mechanical strength of the pellets while also reducing the moisture content. High pressure allows the spaces between particles to decrease and binders such as lignin to disperse more effectively, allowing the pellets to have a tighter structure and retain their shape even under long-term storage conditions. The duration of temperature and pressure applied during the pelletizing process (holding time) and the time the pellets are left to cool and harden (resting time) also have a significant impact on the quality of the pellets. The holding time is necessary for adequate compaction of the raw material particles and activation of the binders, while the resting time is essential to increase the mechanical strength and stability of the pellets. These times have a direct impact on the quality of the pellets and the optimal values must be set according to the raw material properties and production conditions. The cooling process takes place after compression of the pellets and further strengthens the structure of the pellets by solidifying the lignin and other natural binders. Chilled pellets tend to be less damaged during storage and transportation because they are less fragile and more stable than hot pellets. Retention times mean that the pellets are kept under certain conditions for a certain period of time after production, and this process helps improve the final quality of the pellets. In this research, the process variables affecting the pellet production stage were examined in detail and the production conditions required for optimum production were discussed.

Key Words: Pellet production, process variables, temperature, pressure, conditioning, residence time

GİRİŞ

Pelet üretimi, biyokütle temelli kaynakların, enerji yoğunluğu yüksek ve katı yakıtlara dönüştürülmesi işlemidir. Bu yöntem, yenilenebilir enerji kullanımını maksimize ederken, fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmayı hedefler. Peletler, özellikle ısıtma ve güç üretim alanlarında, standart boyutları, yüksek yanma verimlilikleri ve kolay taşınabilir özellikleri sayesinde tercih edilen bir seçenektir. Üretim prosesi, çeşitli faktörlerin etkileşimi altında gerçekleşir ve bu faktörlerin uygun şekilde ayarlanması, kalite, verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşır.

Pelet yakıtlar, kömür ve petrol gibi geleneksel fosil yakıtların alternatifi olarak öne çıkar. Fosil yakıt fiyatları, global piyasalardaki dalgalanmalara ve dünya çapında yaşanan politik olaylara bağlı olarak değişkenlik gösterirken, pelet yakıtı, yerel biyokütle kaynaklarından sağlandığı için, enerji arzında daha büyük bir güvenilirlik sunar ve dışa bağımlılığı azaltabilir.

Pelet yakıt sistemleri, yüksek verimlilikleri sayesinde, kullanıcılara ısıtma ve güç ihtiyaçları için daha az yakıt kullanma olanağı sunar. Peletlerin standardize edilmiş boyutları ve yüksek enerji içerikleri, yanma esnasında sürekli bir verimlilik ve depolama kolaylığı sağlar. Uzun vadede, pelet yakıtının kullanımı, fosil yakıtlara göre önemli bir maliyet avantajı sunabilir.

Pelet üretimi, genellikle yerel biyokütle kaynaklarını kullanır ve bu, tarım ve ormancılık sektörlerine ekonomik faydalar sağlayabilir. Yerel işletmelerin ve iş gücünün desteklenmesi, pelet enerji sektörünün büyümesiyle paralel olarak artar. Bu durum, kırsal alanlardaki ekonomik gelişimi teşvik edebilir ve yerel ekonomilere dinamizm katabilir.

Pelet yakıtının kullanımı, yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesine ve sürdürülebilir enerji üretimine yapılan yatırımların artmasına yardımcı olur. Bu yatırımlar, yenilenebilir enerji teknolojilerinin ilerlemesini hızlandırabilir ve uzun dönemde enerji maliyetlerinin düşmesine katkı sağlayabilir. Ayrıca, pelet yakıtının kullanılması, karbon salımlarının azaltılmasına ve iklim değişikliğiyle mücadele çabalarına destek olur.

Yenilenebilir enerji kullanımını artırmak amacıyla birçok ülke çeşitli teşvikler ve destekler sunar. Bu politikalar, pelet yakıtı gibi biyokütle enerji çözümlerinin daha geniş bir kabulünü teşvik ederek, yenilenebilir enerji sektörünün genişlemesine katkı sağlar. Ekonomik teşvikler, pelet yakıtının pazardaki rekabet gücünü artırabilir ve daha geniş bir benimsenmesini teşvik edebilir.

Pelet üretiminin başarısı, hammadde seçimi, ön işlem koşulları, proses parametreleri ve final işlem teknikleri gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Hammaddenin özellikleri, peletlerin enerji içeriği ve yanma özelliklerini doğrudan etkiler, ön işlem aşamaları ise malzemenin peletleme prosesine uygunluğunu sağlar. Proses parametreleri arasında, sıcaklık, basınç, nem oranı, tutma süresi ve malzeme şartlandırması gibi faktörler bulunur. Bu değişkenler, peletlerin yoğunluğunu, mekanik dayanıklılığını, nem içeriğini ve genel kalitesini belirler. Final işleme aşamaları, peletlerin soğutulması ve paketlenmesi gibi işlemleri kapsar ve bu da peletlerin kullanım ömrünü ve taşınabilirliğini artırır.

Bu çalışmada pelet üretiminde kalite ve verimliliğe etkili olan değişkenler incelenmiş ve optimum üretim için üretim aşamasında nelere dikkat edileceği açıklanmıştır.

Pelet Üretiminde Etkili Proses Değişkenleri

Proses değişkenleri, pelet üretim sürecindeki performansı ve son ürün kalitesini doğrudan etkileyen önemli faktörlerdir[1]. Bu değişkenler, biyokütle malzemelerine mekanik yoğunlaştırma ekipmanı veya diğer ekipmanlar tarafından uygulanan bir dizi koşul olarak tanımlanabilir ve sıcaklık, basınç gibi fiziksel parametreleri içerir. Pelet üretimi, hammaddenin kurutulması, şartlandırma, peletleme ve soğutma gibi birkaç işlem basamağından oluşur [2]. Bu aşamaların her biri, pelet kalitesi üzerinde belirleyici rol oynayan özel proses değişkenlerine sahiptir.

Sıcaklık

Pelet üretim aşamasında sıcaklık, peletlerin dayanıklılığı ve kütle yoğunluğu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir[3]. Sabit basınç ve nem içeriğinde sıcaklığın artışı, pelet yoğunluğunun azalmasına neden olabilir [4]. Bu, malzemenin termal genişmesi ve buharın malzeme içinden daha kolay çıkabilmesi nedeniyle olabilir. Sıcaklık artışı aynı zamanda hammaddenin viskozitesini azaltır, bu da daha düşük yoğunluklu peletlerin oluşumuna yol açar[5].

Hammaddelerin yoğunlaştırmadan önce şartlandırılması, malzemelerin peletleme sırasında uygulanan basınca karşı direncini azaltır, bu da genellikle peletlerin dayanıklılığının artmasına neden olur[6]. Şartlandırma sırasında uygulanan ısı, malzemenin yapısını yumuşatarak lignin gibi doğal bağlayıcıların erimesini sağlar ve bu da peletleme sırasında daha iyi bir bağlanmayı mümkün kılar[7].

Biyokütlenin cam geçiş sıcaklığı (Tg) önemli bir termal özelliktir ve bu sıcaklıkta malzemenin fiziksel durumu katıdan daha yumuşak bir hale geçer[8]. Tg'nin üstündeki sıcaklıklarda yoğunlaştırılan malzemenin dayanıklılık değerleri, genellikle Tg altında yoğunlaştırılan malzemeye göre daha düşüktür. Bu, malzemenin yumuşak yapısının, peletleme sırasında daha az direnç göstermesinden kaynaklanabilir[9].

Sıcaklık ve nem birleşimi, nişasta içeren hammaddelerde jelatinleşmeye neden olur[10]. Jelatinleşme, nişastanın ısı ve suyun etkisiyle fiziksel yapısının değişerek jel benzeri bir yapı oluşturması sürecidir [11]. Bu süreç, nişastanın bağlayıcı özelliklerini artırır ve peletlerin mekanik dayanıklılığını iyileştirir. Nişasta içeren farklı hammaddeler için jelatinleşme sıcaklıkları, bu malzemelerin peletleme sırasında en uygun şartlandırma koşullarını belirlemek için önemli bir göstergedir[12].

Basınç

Basınç, peletleme prosesinde nihai pelet kalitesi üzerinde önemli bir etki yapan temel bir faktördür[13]. Uygulanan basınç, peletlerin yoğunluğunu ve nem içeriğini etkileyebilir, plastik deformasyonu artırabilir ve mekanik mukavemeti geliştirebilir [14]. Ayrıca, sıcaklıkla birlikte, moleküller arası katı köprülerin oluşumunu destekleyerek difüzyon yoluyla malzemenin birbirine bağlanmasını sağlar[15]. Basınç, pelet değirmeninin delik çapı, uzunluğu ve sürtünme katsayısı gibi kalıp boyutlarına ve kullanılan hammaddeye bağlı olarak değişkenlik gösterir[16].

Basınç ve kütle yoğunluğu arasındaki ilişki genel olarak aşağıdaki denklemle ifade edilir

$$\gamma = kP^n$$

Burada, γ : kütle yoğunluğudur (kg/m^3), k : sabit değer, P basınçtır (kPa), n : üstel sabittir. k ve n değerleri, farklı biyokütle türleri ve nem içeriklerine göre değişiklik gösterir. Bu değerlerin belirlenmesi, peletleme prosesinin optimize edilmesi ve farklı malzemeler için en uygun basınç koşullarının tespiti açısından önemlidir. Timothy gibi araştırmacılar, deneysel çalışmalarında farklı nem içeriklerine sahip biyokütleler için bu sabitleri hesaplamış ve bu ilişkileri kullanarak peletleme prosesinin nasıl etkilendiğini göstermiştir.

Basınç arttıkça, genellikle kütle yoğunluğunun da arttığı gözlemlenir. Bu, malzemenin daha sıkı bir şekilde sıkıştırılması ve boşlukların azaltılmasıyla açıklanabilir[17]. Yoğunluk artışı, peletlerin enerji yoğunluğunu artırır ve taşınma, depolama ve yanma verimliliği açısından avantajlar sağlar[18]. Ancak, optimum basınç seviyesinin belirlenmesi, enerji tüketimi ve maliyetler ile mekanik mukavemet ve yoğunluk arasında bir denge kurmayı gerektirir. Bu nedenle, pelet üreticileri için k ve n değerlerini dikkate almak, farklı hammadde ve nem içerikleri için en uygun peletleme parametrelerini belirlemek açısından kritik öneme sahiptir. Bu bilgiler, peletleme prosesinin verimliliğini artırmak ve yüksek kaliteli peletler üretmek için kullanılabilir.

Tutma ve Dinlenme Süresi

Tutma süresi, peletleme sırasında malzemenin kalıp içinde kaldığı süreyi ifade eder ve peletin yoğunlaştırma kalitesini önemli ölçüde etkileyebilir[19]. Uygun tutma süresi seçimi, hem hammadde türüne hem de uygulanan basınca bağlıdır. Daha düşük basınçlarda, uzun tutma süresi genellikle daha verimlidir çünkü malzemenin kalıp içindeki sürtünme ve sıkıştırma

süresi artar, bu da daha iyi yoğunlaşmaya neden olur. Çok yüksek basınçlarda, tutma süresinin etkisi azalır, çünkü malzeme hızla sıkıştırılır ve yoğunlaşır.

Peletleme makinesinin kalıpları ve silindirleri, peletlerin son şeklini elde etmek için malzemelerin zorlandığı deliklere sahip haddelenmiş metal parçalardır. Düz kalıplı ve halka kalıplı olmak üzere iki ana pelet makinesi türü vardır[20]. Her biri, malzemeyi farklı şekillerde işler ve pelet üretimi üzerinde farklı etkilere sahiptir. Kalıplardaki delik düzeni, peletlerin yoğunluğu, mukavemeti ve üretim hızı üzerinde etkilidir. Yakın, geniş ve standart delik düzenleri, farklı üretim ihtiyaçlarını karşılamak için tasarlanmıştır[21].

Kalıplar genellikle alaşımlı çelik, paslanmaz çelik veya yüksek krom içerikli çelikten yapılmıştır. Her bir malzeme türü, basınç ve korozyona karşı farklı derecelerde direnç sunar. Kalıp malzemesi seçimi, ham madde özelliklerine, peletleme sırasında uygulanan basınca ve korozyon riskine bağlıdır[22]. Örneğin, yüksek krom içerikli kalıplar en yüksek korozyon direncini sunarken, alaşımlı kalıplar mevcut en dayanıklı seçenek olarak kabul edilir. L/d oranı, kalıbın etkin uzunluğu ile delik çapının oranını ifade eder ve peletlerin kalıptan geçerken karşılaştığı direnci belirler. Yüksek L/d oranları, peletler için daha fazla direnç sağlar ve genellikle daha yüksek mekanik mukavemetli peletler üretilmesine olanak tanır. Düşük L/d oranları, daha az direnç sağlar ve üretim hızını artırabilir, ancak pelet kalitesi üzerinde olumsuz etkileri olabilir.

Şartlandırma

Şartlandırma işlemi, pelet üretiminde kritik bir adımdır ve hammaddeyi hem ısı hem de nem içeren yüksek kaliteli buharla işlemeyi içerir[23]. Bu işlem sırasında uygulanan nem, nişastanın jelatinleşmesine ve bağlayıcı özellikler kazanmasına neden olurken, ısı ligninin malzeme bağlanması için salınmasını sağlar [23]. Bu iki faktör bir araya geldiğinde, besleme stokunun yağlanması ve kalıp deliklerinden daha kolay ekstrüzyonunu sağlar.

Şartlandırma tutma süresinin artırılması, malzemenin daha fazla ısı ve nem emmesine neden olur. Bu, peletleme işlemi sırasında malzemenin daha iyi işlenmesine ve nihai pelet kalitesinin artmasına yardımcı olur. Ancak, buharın beslemeye sağlayabileceği maksimum nem miktarının %6 olduğu unutulmamalıdır. Bu limit, malzemenin aşırı nemlenmesini önleyerek pelet kalitesinin bozulmasının önüne geçer.

Uygun ve yeterli buharın sağlanması için kazan kullanımı esastır. Üretilen buharın kalitesi ve miktarı, şartlandırma işleminin etkinliği üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Genel olarak, kazanın ısı üretimi, kullanılan yakıt tipi, kazanın verimliliği ve istenen buhar miktarı ve basıncına bağlı olarak değişir. Kazan ısı üretimi, şartlandırma işlemi için gerekli olan buharın miktarını ve kalitesini doğrudan etkiler. Yeterli buhar üretimi, malzemenin uygun şekilde şartlandırılmasını sağlar ve pelet üretiminin genel verimliliğini ve kalitesini artırır.

Pelet üretimi sırasında şartlandırma işleminin optimizasyonu, nihai ürün kalitesini büyük ölçüde etkileyebilir. Buhar miktarının ve kalitesinin yanı sıra tutma süresi ve sıcaklık gibi faktörlerin doğru ayarlanması, verimli ve kaliteli pelet üretimini sağlar[24].

Alıkonma Süresi

Alıkonma süresi, şartlandırma sürecinde hammaddenin koşullandırıcıda kaldığı süreyi tanımlar ve bu süre, şartlandırıcının fiziksel boyutlarına ve çalışma parametrelerine bağlı olarak değişir[25]. Alıkonma süresinin optimizasyonu, peletleme sürecinin verimliliğini ve nihai pelet kalitesini büyük ölçüde etkileyebilir.

Şartlandırıcının fiziksel özellikleri, alıkonma süresini etkileyen önemli faktörlerdir. Bunlar arasında çap, uzunluk, toplama açısı, toplama tipi, buhar giriş konumu, saptırma plakası ve saptırma plakası yerleşimi bulunur. Bu parametreler, malzemenin şartlandırıcı içindeki

hareketini ve buhar ile etkileşimini doğrudan etkiler[26]. Daha uzun alıkonma süresi, malzemenin daha fazla nem emmesini sağlar, bu da malzemeyi daha yumuşak hale getirir ve kalıp deliklerinden daha kolay geçişini sağlayabilir. Ancak, çok uzun alıkonma süresi malzemeyi aşırı kaygan hale getirebilir, bu da peletlerin birbirine yeterince bağlanmadan kalıp deliklerinden kaymasına neden olabilir.

Peletler kalıptan ayrıldıktan sonra, içlerindeki buharın genişmesi dayanıklılığın azalmasına neden olur. Çok kuru malzemeler, kalıp deliklerindeki direncin silindir kuvvetini aşması durumunda tıkanıklıklara yol açabilir [27].

Buhar sıcaklığı, basıncı ve kalitesinin kontrolü, peletleme sürecinin etkinliği için kritik öneme sahiptir. Buharın pelet değirmenine sabit basınçta ve yoğunlaşma buharı olmadan iletilmesi gerekir. Şartlandırma sistemindeki herhangi bir yoğunlaşma, pelet değirmeninde çeşitli sorunlara yol açabilir ve bu yüzden şartlandırıcıya girmeden önce giderilmelidir.

Soğutma

Peletlerin kalitesini ve dayanıklılığını korumak için uygun bir soğutma süreci esastır. Soğutma, peletlerin sıcaklık ve nem içeriğini düşürerek depolama ve taşıma sırasında karşılaşılabilecekleri kalite kaybını ve bozulmayı önler. Soğutma sürecinde dikkate alınması gereken önemli faktörler arasında alıkonma (bekletme) süresi, hava akışı ve besleme yatağı derinliği bulunur[23]. Alıkonma süresi peletlerin soğutucuda kaldığı süre olarak tanımlanır. Nemin yüzeye çıkıp buharlaşmasına olanak tanır. Alıkonma süresi, soğutucu tipine, pelet boyutuna ve bileşimine bağlı olarak değişir. Soğutma performansı büyük ölçüde hava akışına bağlıdır. Yetersiz hava akışı, soğutma performansını olumsuz etkileyebilir ve bu genellikle soğutucu ızgaraları, tepsileri veya hava girişlerinin tıkanması sonucu oluşur. Soğutucuda peletlerin bulunduğu yatağın derinliği, ısı ve nem transferini etkiler.

SONUÇ

Pelet üretimi, biyokütle kaynaklarının enerji verimliliğini artırmak ve taşınabilirliğini kolaylaştırmak için kullanılan bir işlemdir. Bu süreç sayesinde, ham maddenin fiziksel ve kimyasal özellikleri değiştirilerek yoğun ve homojen katı yakıtlar üretilir. Pelet üretim aşamasında; sıcaklık, basınç, tutma ve dinlenme süresi, şartlandırma ve alıkonma süreleri ile soğutma gibi faktörler kritik öneme sahiptir. Bu faktörler, peletlerin kalitesini, enerji yoğunluğunu ve yakma verimliliğini doğrudan etkiler.

Şartlandırma, peletleme işleminden önce hammaddeye buhar veya su eklenerek nem oranının ayarlanması işlemidir. Bu işlem, hammadde partiküllerinin sıkıştırılabilirliğini artırır ve peletlerin mekanik dayanıklılığını iyileştirir. Ayrıca, şartlandırma sıcaklığı artırarak hammadde içerisindeki bağlayıcı maddelerin daha etkin bir şekilde çalışmasını sağlar. Doğru şartlandırma süresi ve nem oranı, yüksek kaliteli pelet üretimi için kritik öneme sahiptir.

Pelet üretim sürecinde sıcaklık, hammadde içerisindeki lignin gibi doğal bağlayıcıların eriyerek peletlerin yapısını güçlendirmesini sağlar. Yüksek sıcaklık, ham maddenin plastisite özelliğini artırır ve presleme sırasında parçacıklar arasındaki bağlanmayı kolaylaştırır. Optimal sıcaklık seviyesi, kullanılan hammaddeye bağlı olarak değişiklik gösterse de genellikle 80-100°C arasındadır. Bu sıcaklıkta, lignin yeterince yumuşar ve peletlerin sıkıştırılmasında etkili bir bağlayıcı olarak işlev görür.

Pelet üretimi, hammadde partiküllerinin yüksek basınç altında sıkıştırılmasıyla gerçekleşir. Bu basınç, peletlerin yoğunluğunu ve mekanik dayanıklılığını artırırken, nem oranını azaltır. Yüksek basınç, partiküller arasındaki boşlukların azalmasına ve lignin gibi bağlayıcı

maddelerin daha etkin bir şekilde dağılmasına olanak tanır. Bu da, peletlerin daha sıkı bir yapıya sahip olmasını ve uzun süreli saklama koşullarında bile şeklini korumasını sağlar.

Peletleme işlemi sırasında, sıcaklık ve basıncın uygulanma süresi (tutma süresi) ile peletlerin soğuma ve sertleşme için bekletildiği süre (dinlenme süresi) önemlidir. Tutma süresi, hammadde partiküllerinin yeterince sıkıştırılması ve bağlayıcıların aktivasyonu için gereklidir. Dinlenme süresi ise, peletlerin mekanik dayanıklılığını ve stabilitesini artırmak için elzemdir. Bu süreler, peletlerin kalitesi üzerinde doğrudan etki eder ve optimal değerler, hammadde özelliklerine ve üretim koşullarına göre ayarlanmalıdır.

Soğutma işlemi, peletlerin sıkıştırılmasından sonra lignin ve diğer doğal bağlayıcıların katılarak peletlerin yapısını güçlendirmesine olanak tanır. Sıcaklık düşürüldükçe, bu bağlayıcılar peletlerin iç yapısında sağlam bir bağ oluşturur, bu da peletlerin mekanik dayanıklılığını ve kırılmaya karşı direncini artırır. Soğutulmuş peletler, sıcak peletlere kıyasla daha az hassas ve daha stabil olduklarından, depolama ve taşınma sırasında daha az hasar görme eğilimindedir. Soğutma, peletlerin uzun süreli saklama koşullarına daha iyi adapte olmalarını sağlar, böylece enerji yoğunluğunu ve yanma verimliliğini korurlar.

Alıkonma süreleri, peletlerin üretim sonrası belirli bir süre boyunca belli koşullar altında tutulması anlamına gelir. Bu süreç, peletlerin nihai kalitesini iyileştirmeye yardımcı olur. Özellikle, peletlerin soğutulması ve nem oranının dengelenmesi bu süreçte önemlidir. Alıkonma süreleri, peletlerin depolanması ve taşınması sırasında karşılaşılabilecekleri mekanik streslere karşı daha dirençli hale gelmelerini sağlar.

KAYNAKLAR

1. Mrugalska, B.; Ahram, T. Managing Variations in Process Control: An Overview of Sources and Degradation Methods. In Proceedings of the Advances in Ergonomics Modeling, Usability & Special Populations, Cham, 2017//, 2017; pp. 377-387.
2. Abdoli, M.A.; Golzary, A.; Hosseini, A.; Sadeghi, P. Wood Pellet Production Process. In Wood Pellet as a Renewable Source of Energy: From Production to Consumption, Abdoli, M.A., Golzary, A., Hosseini, A., Sadeghi, P., Eds.; Springer International Publishing: Cham, 2018; pp. 61-85.
3. Ismail, R.I.; Khor, C.Y.; Mohamed, A.R. Pelletization Temperature and Pressure Effects on the Mechanical Properties of Khaya senegalensis Biomass Energy Pellets. Sustainability **2023**, *15*, 7501.
4. Nielsen, S.K.; Mandø, M.; Rosenørn, A.B. Review of die design and process parameters in the biomass pelleting process. Powder Technology **2020**, *364*, 971-985, doi:<https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.10.051>.
5. Ramamurthy, T.; Krishnan, S. Influence of viscosity on the thermal behavior of fluids in a sealed can. Alexandria Engineering Journal **2022**, *61*, 7833-7842, doi:<https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.01.038>.
6. Mostafa, M.E.; Hu, S.; Wang, Y.; Su, S.; Hu, X.; Elsayed, S.A.; Xiang, J. The significance of pelletization operating conditions: An analysis of physical and mechanical characteristics as well as energy consumption of biomass pellets. Renewable and Sustainable Energy Reviews **2019**, *105*, 332-348, doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.01.053>.
7. Zhang, D.; Zhang, X.-M.; Nie, G.-C.; Yang, Z.-Y.; Ding, H. Characterization of material strain and thermal softening effects in the cutting process. International Journal of Machine Tools and Manufacture **2021**, *160*, 103672, doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2020.103672>.

8. Espíndola, S.P.; Norder, B.; Koper, G.J.M.; Picken, S.J. The Glass Transition Temperature of Heterogeneous Biopolymer Systems. *Biomacromolecules* **2023**, *24*, 1627-1637, doi:<https://doi.org/10.1021/acs.biomac.2c01356>.
9. Hutchinson, J.M. Determination of the glass transition temperature. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* **2009**, *98*, 579-589, doi:10.1007/s10973-009-0268-0.
10. Chakraborty, I.; N, P.; Mal, S.S.; Paul, U.C.; Rahman, M.H.; Mazumder, N. An Insight into the Gelatinization Properties Influencing the Modified Starches Used in Food Industry: A review. *Food and Bioprocess Technology* **2022**, *15*, 1195-1223, doi:10.1007/s11947-022-02761-z.
11. Li, C. Recent progress in understanding starch gelatinization - An important property determining food quality. *Carbohydrate Polymers* **2022**, *293*, 119735, doi:<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119735>.
12. Carlstedt, J.; Wojtasz, J.; Fyhr, P.; Kocherbitov, V. Understanding starch gelatinization: The phase diagram approach. *Carbohydrate Polymers* **2015**, *129*, 62-69, doi:<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.04.045>.
13. Cui, X.; Yang, J.; Wang, Z. A multi-parameter optimization of the bio-pellet manufacturing process: Effect of different parameters and different feedstocks on pellet characteristics. *Biomass and Bioenergy* **2021**, *155*, 106299, doi:<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2021.106299>.
14. Stelte, W.; Holm, J.K.; Sanadi, A.R.; Barsberg, S.; Ahrenfeldt, J.; Henriksen, U.B. Fuel pellets from biomass: The importance of the pelletizing pressure and its dependency on the processing conditions. *Fuel* **2011**, *90*, 3285-3290, doi:<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2011.05.011>.
15. Nascimento, R.F.; Ávila, M.F.; da Silva, A.G.P.; Taranto, O.P.; Kurozawa, L.E. The formation of solid bridges during agglomeration in a fluidized bed: Investigation by Raman spectroscopy and image analyses. *Powder Technology* **2023**, *420*, 118377, doi:<https://doi.org/10.1016/j.powtec.2023.118377>.
16. Trinh, Q.V.; Nagy, S.; Faitli, J.; Csóke, B. Determination of radial pressure distribution on the wall of the press channel of a novel biomass single die pelletiser. *European Journal of Wood and Wood Products* **2020**, *78*, 1075-1086, doi:10.1007/s00107-020-01585-y.
17. Figura, L.O.; Teixeira, A.A. Mass Density. In *Food Physics: Physical Properties - Measurement and Applications*, Figura, L.O., Teixeira, A.A., Eds.; Springer International Publishing: Cham, 2023; pp. 59-100.
18. Cutz, L.; Tiringier, U.; Gilvari, H.; Schott, D.; Mol, A.; de Jong, W. Microstructural degradation during the storage of biomass pellets. *Communications Materials* **2021**, *2*, 2, doi:10.1038/s43246-020-00113-y.
19. Staugaard, S.R.; Berntsen, D. Retrieval intentionality and forgetting: How retention time and cue distinctiveness affect involuntary and voluntary retrieval of episodic memories. *Memory & Cognition* **2019**, *47*, 893-905, doi:10.3758/s13421-019-00904-w.
20. Arshadi, M.; Gref, R.; Geladi, P.; Dahlqvist, S.-A.; Lestander, T. The influence of raw material characteristics on the industrial pelletizing process and pellet quality. *Fuel Processing Technology* **2008**, *89*, 1442-1447, doi:<https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2008.07.001>.
21. Abdoli, M.A.; Golzary, A.; Hosseini, A.; Sadeghi, P. Pellet Production Variables. In *Wood Pellet as a Renewable Source of Energy: From Production to Consumption*, Abdoli, M.A., Golzary, A., Hosseini, A., Sadeghi, P., Eds.; Springer International Publishing: Cham, 2018; pp. 87-99.
22. Pradhan, P.; Mahajani, S.M.; Arora, A. Production and utilization of fuel pellets from biomass: A review. *Fuel Processing Technology* **2018**, *181*, 215-232, doi:<https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2018.09.021>.

23. Thomas, M.; van der Poel, A.F.B. Fundamental factors in feed manufacturing: Towards a unifying conditioning/pelleting framework. *Animal Feed Science and Technology* **2020**, *268*, 114612, doi:<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114612>.
24. Sarker, T.R.; Borugadda, V.B.; Meda, V.; Dalai, A.K. Optimization of pelletization process conditions and binder concentration for production of fuel pellets from oat hull and quality evaluation. *Biomass and Bioenergy* **2023**, *174*, 106825, doi:<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2023.106825>.
25. S. Gilpin, A.; J. Herrman, T.; C. Behnke, K.; J. Fairchild, F. FEED MOISTURE, RETENTION TIME, AND STEAM AS QUALITY AND ENERGY UTILIZATION DETERMINANTS IN THE PELLETING PROCESS. *Applied Engineering in Agriculture* **2002**, *18*, 331, doi:<https://doi.org/10.13031/2013.8585>.
26. Escuder-Gilabert, L.; Bermúdez-Saldaña, J.M.; Villanueva-Camañas, R.M.; Medina-Hernández, M.J.; Sagrado, S. Reliability of the retention factor estimations in liquid chromatography. *Journal of Chromatography A* **2004**, *1033*, 247-255, doi:<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2004.01.038>.
27. Abelha, P.; Cieplik, M.K. Evaluation of Steam-Exploded Wood Pellets Storage and Handling Safety in a Coal-Designed Power Plant. *Energy & Fuels* **2021**, *35*, 2357-2367, doi:10.1021/acs.energyfuels.0c04246.

SOME NUTRITIONALLY IMPORTANT SPECIES OF ESSENTIAL OIL PLANTS, THEIR ECONOMIC IMPORTANCE

Nakhchivan State University

Biology Department teacher, İbrahimova Aynur Masim, phd

Ether has a reserve of valuable plants that can be applied in all directions of the national economy of essential oil plants. Due to its importance, the effective use of essential oil plants increases fodder production, medicine, food, leather, dyeing, etc. ensures the development of industrial areas. Most essential oil plants are medicinal plants and are widely used in phytotherapy.

Key words: food, plants, ether, important.

Introduction and purpose

Food security is defined as the state of "all people always having access to food of sufficient quality to lead a healthy and active life". As a rule, the concept of food security includes the ability of people to obtain food that meets both physical and economic food needs, including food preferences. Food security also depends on people's ability to have enough food at any time to maintain an active and healthy lifestyle. Food safety; includes measures to increase food stability and productivity in order to eliminate future food shortages due to risk factors such as famine, drought, wars, economic instability. Nutrient species of essential oil plants have high nutritional value. Therefore, research and study of essential oil plants is an urgent issue.

MATERIAL AND METHODOLOGY OF THE RESEARCH.

The purpose of the study is volatile oil plants with nutritional importance. Classic and modern botanical-floristic, systematic, ecological, phytocenological, statistical methods were used in the research. [6, Talibov T.H., Ibrahimov A.S. Taxonomic spectrum of flora of Nakhchivan Autonomous Republic. Nakhchivan: Ajami, 2008, 364 p.]. "Talibov T.H., Ibrahimov A.Ş. The book "Taxonomic spectrum of flora of Nakhchivan Autonomous Republic" was used.

When plants are grouped according to their useful properties, they are: fodder plants, medicinal plants, essential oil plants, edible food plants, honey plants, vitamin plants, fatty-oil plants, inoculant plants, dye plants, ornamental plants, greening and landscaping plants, cypresses , soda, tar, potash, etc. can be attributed to such groups (1). As a result of the research, it was determined that there are not few essential oil plants in Nakhchivan MR. The ability to produce aromatic oils mainly belongs to Apiaceae, Lamiaceae, Rutaceae, etc.

observed in more than 3000 plant species belonging to the families. But about 200 of them are of industrial importance. Cultivated and wild grass-type essential oil plants from essential oil plants - coriander, juniper, basil, cumin, cumin, patchouli, fennel, marsh lily, etc. is used for this purpose. The highest quality essential oils are found in plants belonging to the families Zingiberaceae, Santalaceae, Lauraceae, Rosaceae, Geraniaceae, and Rutaceae. Mint, parsley, thyme, rosemary, etc. Medicinal plants such as are also belong to the group of essential oil plants and have nutritional value. When plants are grouped according to their useful properties, they are: fodder plants, medicinal plants, essential oil plants, edible food plants, honey plants, vitamin plants, fatty-oil plants, inoculant plants, dye plants, ornamental plants, greening and landscaping plants, cypresses , soda, tar, potash, etc. can be attributed to such groups (1). As a result of the research, it was determined that there are not few essential oil plants in Nakhchivan MR. The ability to produce aromatic oils mainly belongs to Apiaceae, Lamiaceae, Rutaceae, etc. observed in more than 3000 plant species belonging to the families. But about 200 of them are of industrial importance. Essential oils from cultivated and wild herbaceous plants are used in the food industry as essential oils for liquor, food grade, tobacco flavoring, etc. is used as It is being used. Coriander and cumin seeds are added to bread and some foods to improve the taste. Essential oils are used in medicine and hygiene due to their antiseptic and healing properties (camphor as a heart medicine, anefol cough medicine, clove oil as a dental medicine, eucalyptus oil as an anti-microbial parasite and anti-parasitic agent). Some essential oils are used to improve the taste of medicines. Essential oil plants are used as a spice (flower, jasmine, lavender oil), in the confectionery industry, in the preparation of flavored water (lemonade) and in the food industry (flavoring). Essential oils are extracted by 3 methods: steam distillation (the most common method), extraction and pressing. After the fatty oils are removed by extraction and pressing, the volatile oils are extracted (2).



***Heracleum trachyloma* Fisch. & C.A.Mey.**

The stem is branched, the upper leaves are bare, the lower part is gray, softly hairy, hairy and has 2-3 pairs of segments, the lower parts have short stems. The last chapter is deeply divided into three parts. The umbrella has many rays. The flowers are white. It is widespread in forests and meadows of the middle and subalpine zone, along water edges. Ch. and M. VI, VII-VII, VIII. It is common in subalpine regions in mountain meadows, irrigated streams and forests. Plant samples and seeds were collected from Daraboğaz, Batabat and Havuş regions.

Chemical content. The plant contains essential oils and these include ethylbutyrate, methylcapronate, hexylbutyrate, hexylacetate, hexanol, coumarins umbelliferone, sfondine, bergapten, xanthotoxin, isopimpinellin, pimpinellin, fallopterin and others.

Medical significance. The essential oils in the seeds have antibacterial and fungicidal activity. Since ancient times, the stem, leaves and roots of this plant have been used in folk medicine to increase appetite and treat nervous diseases. The great physician Ibn Sina treated purulent wounds and ulcers with the juice of the plant. In European countries, fresh plant barks and leaves are applied as an infusion to prevent gastritis and enteritis. It is possible to treat wounds and boils on the skin with the powder obtained from dry leaves. In scientific medicine, the extract obtained from the green parts of the plant is used as an expectorant. Many preparations used in liver, bronchitis and bronchial asthma diseases are prepared from coumarin substances obtained from the root of the plant. In folk medicine, an aqueous infusion or cooking is prepared from the leaves and fruits of celery and used to relieve inflammation in gastrointestinal diseases and also in the treatment of nervous diseases, especially epilepsy. It belongs to medicinal plants that calm the nervous system. (3).



Mentha longifolia L. (Lamiaceae Lindl.).

Long-leaf mint (*Mentha longifolia* L.) is a perennial, creeping plant 30-100 cm tall. The trunk is straight, usually branched, square in section, softly hairy, whitish in color. The leaves are sessile, pointed at the tips, oblong-oval, sometimes oblong-lanceolate, with saw-toothed edges, grayish green on the upper part, hairy on the bottom, white felt. The flower cluster forms a dense, cylindrical spike at the end of the trunk or branches. Calyx is bell-shaped, very hairy, crown 4-5 mm, pink. The pods are oval and hairy on the upper part. It blooms in June-August and bears fruit in September-October.

Chemical content: It is rich in coumarin, flavonoid, essential oil, vitamins C, K, PP, E, vaccines, steroid, anthocyanin, phenolcarbon and organic acids.

Medical importance: Long-leaf mint: It is used as an effective medicine to lower blood pressure. The air part is used in the food and spice industry as well as in the pharmaceutical and cosmetic-perfume industry. It is a decorative plant that produces honey and pollen. It is used as a flavoring agent in meals and tea brewing. How to prepare and use: Brew 1 tablespoon in 2 glasses of boiling water like tea. It is recommended to drink 1 glass 3 times a day 30 minutes before meals (1,2,5). Watermelon Mentha Aquatica L., which grows in swampy areas, contains 0.8% essential oil, the main part of which is carvone. Insulin is the most important biologically active substance used in medical and pharmaceutical practice in the treatment of various diseases, especially diabetes (4). It is very important to identify plants containing insulin in our flora. Most of the essential oil plants are medicinal plants.



Foeniculum vulgare Mill.

Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) is an annual, biennial and perennial herbaceous plant belonging to the Apiaceae family. The perennial form is grown. The root of this form is the fleshy spindle root. The trunk is round, weakly ribbed, hollow, strongly branched, 1.5-2 m high. The leaves are alternating, large, sheathed, bare, divided into numerous hairs, and consist of threadlike parts. The leaves in the lower part of the stem are large and long-stalked, while those in the upper part are stemless (color photo 26). Because of its value, it is grown as a biennial plant. It is grown as a biennial plant due to its productivity. The flower group is a complex umbrella. Small, yellow flowers are located in an umbrella shape at the top of the stem. There are 4 petals and stamens. The tooth is ribbed. It has a two-lobed, low ovary. Its fruit is oblong-cylindrical and has two seeds. It is up to 14 mm long. Seeds are shed during ripening. Dill is a heat-loving plant. Its seeds begin to germinate at 6-8 °C. The optimum temperature for seed germination is 20°C. Winters are good in the southern and western regions. During the vegetation period, the temperature must be above 2500°C. It needs heat especially during flowering and ripening. Dill is a plant that loves light and moisture. In shady and gloomy weather, the growing season, especially flowering and seed ripening, is delayed. The greatest demand on soil moisture is during the germination period of the seed and the period from stem beginning to full bloom. Drought during flowering is undesirable. Suitable

soils for dill are well-cultivated fertile black soils and washed soils brought with water. Heavy clay, waterlogged and swampy soils are not suitable for fennel. (5).

Chemical content: In addition to essential oil, the fruit contains 16-18% fat and 27% protein. Fennel seeds contain 4-6% essential oil. For this reason, anise is also grown to obtain essential oil. The most valuable component of essential oil is the aromatic substance called anethole. The essential oil and anethole it contains are used in the food, perfumery-cosmetics and pharmaceutical industries (4).

Medical importance: All fennel fruits are used in the food industry and medicine. Its fruits are used for medicinal purposes. In September, they collect the fruits shortly before they ripen, dry them in the open air for a while, separate them from other mixtures in a special machine and deliver them to the pharmacy warehouse. Fennel fruit is widely used in scientific medicine as an emollient and expectorant cough medicine in diseases caused by colds, especially in inflammations of the respiratory tract, as well as in gastrointestinal diseases as a means of improving digestion and preventing foaming. Fennel fruit is also taken in the form of infusion and cooking for gallbladder inflammation and kidney diseases. In folk medicine, fennel is brewed as tea and used as a remedy for abdominal pains, spasms and foams that are common in children. For this purpose, mixing equal amounts of fennel fruit with dried mint leaves and brewing it gives very good results.

Discussion and conclusion

As a result of literature research and research, it became clear that it is impossible to imagine our cuisine without essential oils, nutritious and aromatic herbs. Essential oil plants are also used as natural medicine. Each has its own benefits. During the research, the benefits of essential oil plant species that are important in terms of nutritional value were investigated and it was concluded that the rich plant resources of the Nakhchivan Autonomous Republic, especially essential oil plants, can be used to provide valuable plant raw materials to the confectionery and medical industry. materials. In addition to being beneficial to environmental health, the oils obtained from these can also be used for technical purposes in various industries.

List of literature used

1. Abbas İsmayılov “Ədviyyat, bitki çayları və dərman bitkiləri”. Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi Peşə Təhsili Üzrə Dövlət Agentliyi, Bakı, 2018
2. Əhmədov Əhməd-Cabir İsmayıloğlu. Yeyilən bitkilərin müalicəvi xassələri. Monoqrafiya. Bakı: “İqtisad Universiteti” nəşriyyatı, 2014, 468 səh
3. H. S. Hümbətov, V. V. Bəşirov, V. R. Məhəmmədov. Yağlı və efir yağlı bitkilər, Bakı: “Elm və təhsil” nəşriyyat poliqrafiya MMC, 2016, 248 s..
4. Ləmbəranı Fikrət. Xalq təbabəti. Işıq, Bakı 1994
5. <https://www.bilgiustam.com/alternatif-tip-nedir-bu-metodlari-uygulamak-guvenlimidir>.

ANTIOXIDANT EFFECT AND QUANTIFICATION OF PHENOLICS OF ONOBRYCHIS VICIIFOLIA

Ramazan ERENLER

Research Laboratory Practice and Research Center, Iğdır, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0505-3190>

ABSTRACT

Medicinal plants gain remarkable attention in the drug invention owing to their bioactive compound contents. Recently, on account of the side effects of synthetic products, there has been a rapid increase in the tendency towards natural products. The discovery of morphine, strychnine, and quinine was a milestone in natural product chemistry. Nowadays, many natural compounds are used effectively in the food, pharmaceutical, and cosmetic industries. This study aims to present the antioxidant activity of *Onobrychis viciifolia* and to determine the phenolic compounds in the stem. Initially, the extraction of *Onobrychis viciifolia* stem was conducted in methanol. The mixture was filtered, and the solvent was removed to produce the crude extract which was used for quantitative analysis and antioxidant activity. DPPH free radical assay and ABTS radical cation assay were used for antioxidant activity. Quantitative analysis of bioactive compounds in the extract was detected by LC-MS/MS. *Onobrychis viciifolia* stem extract revealed considerable antioxidant activity. Quantitative analysis resulted in the identification of shikimic acid (0.942 µg/mL), hesperidin (0.446 µg/mL), and salicylic acid (0.016 µg/mL) as major products. Shikimic acid, a natural molecule, is an important intermediate in the biosynthesis of most alkaloids of plants. Hesperidin is an important flavonoids that display significant biological activities. *Onobrychis viciifolia* can be a good source of these compounds for isolation.

Keywords: *Onobrychis viciifolia*, natural products, spectroscopy, secondary metabolites.

INTRODUCTION

Natural product chemistry consists of the scientific study of natural sources including extraction, structural identification, quantification of secondary metabolites, physical and chemical properties, and synthesis (Newman & Cragg, 2007). The natural compounds are generated by the pathway of primary or secondary metabolism. Primary metabolites such as carbohydrates, proteins, and fatty acids play a direct role in growth and reproduction. However, secondary metabolites such as terpenoids, phenolic compounds, and alkaloids have an ecological function (Sahin Yaglioglu et al., 2013; Topçu et al., 1999). The secondary metabolites have a wide range of effects on the plant itself and other living things. They play

a key role in flowering, holding, and dropping of fruits in plants. In addition to the antimicrobial effect, they also play an attractant or, conversely, a repellent role. The most medicinally important properties of flavonoids are their ability to scavenge free radicals (Erenler et al., 2014). Flavonoids are plant pigments that often display spectacular colors in plants. Flavonoids consist of a group of polyphenolic compounds (Aksit et al., 2014). Flavonoids are also valuable for human health due to their high biological activity (Elmastaş et al., 2015). The possible health advantages stemming from the antioxidant activities of these compounds have recently led to an increase in interest in these substances. Because of their strong antioxidant activity *in vivo* and *in vivo*, flavonoids are regarded to have health-promoting characteristics as a dietary component (Elmastaş et al., 2016; Erenler et al., 2016a).

Free radicals such as superoxide, hydroxyl, and peroxy, are extremely reactive and are formed in the oxidative process in mammals (Erenler et al., 2016b). The human body develops some enzymes against oxidative stress. Poor lifestyle and environmental factors cause the natural antioxidants in mammals to become insufficient, and the extra free radicals can harm the cell membrane and task. Thus, free radicals may lead to degenerative illnesses such as Alzheimer's, acute liver toxicity, cardiovascular diseases, atherosclerosis, diabetes, rheumatism, inflammation, and DNA destruction (Erenler et al., 2017a). Antioxidant-based drugs are used to prevent these diseases. Recently, interest in using natural antioxidants for use in foods, cosmetics, and medicine has increased significantly, replacing synthetic antioxidants. Antioxidant phytochemicals, especially phenolic compounds, found in vegetables, and fruits are receiving increasing attention due to their potential role in preventing human diseases. Human can use antioxidants both in their diet, as a food supplement, and as medicine (Erenler et al., 2017b).

Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) is a perennial forage legume. It provides good feed efficiency due to its early growth. The genus *Onobrychis* includes fifty-four species of which *O. viciifolia* is of the most agronomic importance (Regos et al., 2009).

Herein, a quantitative analysis of phenolic compounds in the methanol extract of *Onobrychis viciifolia* stem was conducted and antioxidant activity was carried out.

MATERIALS AND METHODS

Quantitative analysis of phenolic compounds

Quantitative analysis of phenolic compounds was determined by LC-MS/MS analysis using reverse phase column (Poroshell 120 EC-C18). *Onobrychis viciifolia* stem (5.0 g) was extracted with methanol (50 mL). After filtration, the solvent was removed by a rotary evaporator to yield crude extract (0.5 g). The crude extract (100 mg) was dissolved in methanol (10 mL), vortexed, and filtered (0.45 mm filter paper). The solution was diluted by methanol-water (1/1) until the concentration was 2 ppm and then injected into the instrument (Erenler et al., 2023).

Antioxidant Activity

Antioxidant activity of *Onobrychis viciifolia* stem (methanol extract) was carried out using the DPPH free radical scavenging technique and ABTS radical cation scavenging technique using the reported study (Erenler & Dag, 2022).

RESULTS AND DISCUSSION

The quantitative analysis of bioactive compounds in the methanol extract of *Onobrychis viciifolia* stem was conducted using LC-MS/MS. Shikimic acid (0.942 $\mu\text{g}/\text{g}$ extract), hesperidin (0.446 $\mu\text{g}/\text{g}$ extract), salicylic acid (0.016 $\mu\text{g}/\text{g}$ extract), and chlorogenic acid (0.014 $\mu\text{g}/\text{g}$ extract) were detected as major products (Table 1, Figure 1). Significant bioactive compounds were also detected in *Onobrychis viciifolia* stem. The activity may be attributed to the chief compounds present in the extract or to the synergistic effects of the compounds.

Shikimic acid is a natural molecule isolated from *Illicium verum*. Moreover, chemical synthesis methods, fermentation, and isolation of this molecule from some plants are the methods to produce shikimic acid. This molecule acts as an intermediate for the shikimic acid pathway. Therefore, the existence of shikimic acid in *Onobrychis viciifolia* stem contributes to the nutritional importance of food. Caffeic acid found in many aromatic and medicinal plants plays an important role in the survival of plants. It is synthesized through the secondary metabolism of plants. This molecule inhibits the growth of bacteria, and insects (Alcázar Magaña et al., 2021).

Table 1. Quantitative analysis of phenolic compounds from *Onobrychis viciifolia* stem ($\mu\text{g}/\text{mL}$)

Compound	RT	Conc
Shikimic acid	1.41	0.942
Gallic acid	3.23	0.004
Protocatechuic acid	6.08	0.006
Chlorogenic acid	7.11	0.014
Hydroxybenzaldehyde	7.6	0.003
Caffeic Acid	7.77	0.002
Syringic acid	8.41	0.021
Vanillin	8.66	0.002
o-coumaric acid	9.39	0.005
Salicylic Acid	9.54	0.016
Trans-ferulic acid	10.12	0.004
Sinapic acid	10.77	0.003
p-coumaric acid	11.54	0.001
Hesperidin	11.84	0.446
Fisetin	13.44	0.002
Naringenin	15.07	0.003
Hesperetin	15.87	0.003
Kaempferol	16.12	0.012

RT: Retention time

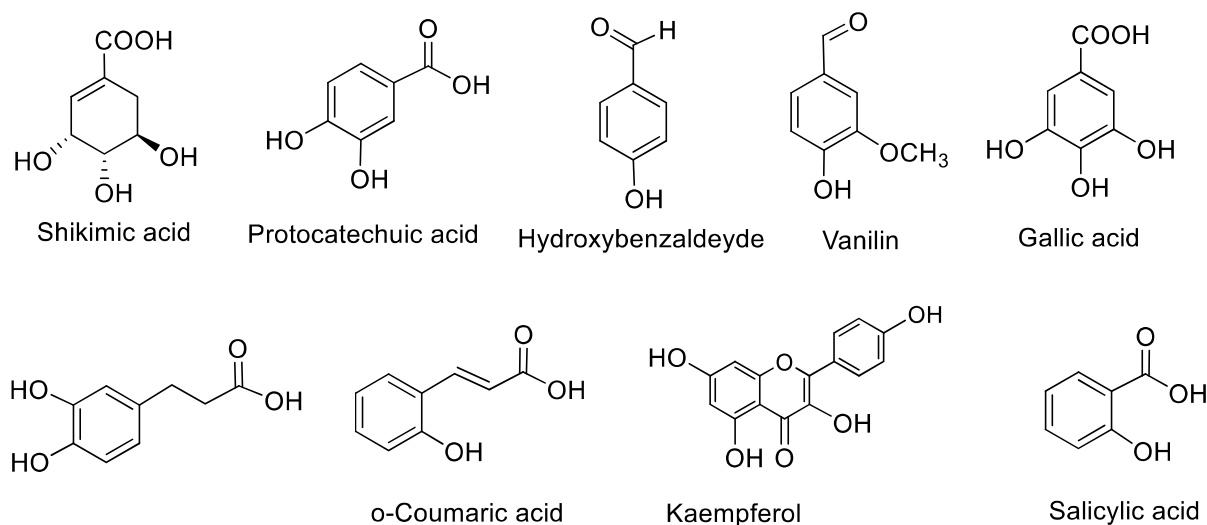


Figure 1. Natural compounds found in *Onobrychis viciifolia* stem methanol extract

Antioxidant activity of the methanol extract of *Onobrychis viciifolia* stem (Ovs) was carried out and it displayed a considerable antioxidant effect. In the DPPH assay, Ovs displayed high activity with the value of 8.23 ± 0.34 (IC_{50} , $\mu\text{g/mL}$) in comparison to the BHT (10.21 ± 0.21). Moreover, the ABTS radical scavenging effect of Ovs was calculated as 7.21 ± 0.14 (IC_{50} , $\mu\text{g/mL}$) which is higher than that of the BHT (8.25 ± 0.27 , IC_{50} , $\mu\text{g/mL}$). However, both DPP and ABTS activities of *Onobrychis viciifolia* stem were determined lower than that of the standards BHA and Trolox (Table 2). Aromatic and medicinal plants were reported to display good antioxidant activity due to their bioactive compound contents. *Althaea officinalis* flowers were reported to display a good antioxidant effect (Elmastas et al., 2004). In addition, the flavonoids were isolated and identified from *Allium vineale* and they displayed a good antioxidant effect (Demirtas et al., 2013). Another study was conducted on the *Echinacea purpurea*. The results indicated that this plant consisted of bioactive compounds and it showed good antioxidant activity (Erenler et al., 2015).

Table. Antioxidant activity of methanol extract of *Onobrychis viciifolia* stem (Ovs)

Samples	*DPPH*	*ABTS* ⁺
Ovs	8.23 ± 0.34^c	7.21 ± 0.14^c
BHT	10.21 ± 0.21^d	8.25 ± 0.27^d
BHA	6.21 ± 0.32^b	5.41 ± 0.24^a
Trolox	5.32 ± 0.13^a	6.31 ± 0.42^b

* IC₅₀ (µg/mL), ** µ mol TE/mg samples. Different letters indicate a significant difference in means values. Values followed by the same letter are not significantly different.

CONCLUSION

Quantitative analysis of phenolic compounds of *Onobrychis viciifolia* stem resulted in the determination of significant biological active compounds. The antioxidant activity of this plant may be due to these compounds of synthetic effect of the combination of these compounds.

REFERENCES

- Aksit, H., Çelik, S. M., Sen, Ö. et al. (2014). Complete isolation and characterization of polar portion of *Mentha dumetorum* water extract. *Records of Natural Products*, 8(3): 277-280
- Alcázar Magaña, A., Kamimura, N., Soumyanath, A. et al. (2021). Caffeoylquinic acids: Chemistry, biosynthesis, occurrence, analytical challenges, and bioactivity. *The plant journal*, 107(5): 1299-1319
- Demirtas, I., Erenler, R., Elmastas, M. et al. (2013). Studies on the antioxidant potential of flavones of *Allium vineale* isolated from its water-soluble fraction. *Food Chemistry*, 136(1): 34-40. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.086>.
- Elmastas, M., Erenler, R., Isnac, B. et al. (2016). Isolation and identification of a new neoclerodane diterpenoid from *Teucrium chamaedrys* L. *Natural Product Research*, 30(3): 299-304. <https://doi.org/10.1080/14786419.2015.1057583>.
- Elmastas, M., Ozturk, L., Gokce, I. et al. (2004). Determination of antioxidant activity of marshmallow flower (*Althaea officinalis* L.). *Analytical letters*, 37(9): 1859-1869. <https://doi.org/10.1081/AL-120039431>.
- Elmastaş, M., Telci, İ., Akşit, H. et al. (2015). Comparison of total phenolic contents and antioxidant capacities in mint genotypes used as spices/Baharat olarak kullanılan nane genotiplerinin toplam fenolik içerikleri ve antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması. *Turkish Journal of Biochemistry*, 40(6): 456-462. <https://doi.org/10.1515/tjb-2015-0034>.
- Erenler, R., Adak, T., Karan, T. et al. (2017a). Chemical Constituents isolated from *Origanum solymicum* with Antioxidant activities. *The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering & Mathematics*, 1: 139-145
- Erenler, R., & Dag, B. (2022). Biosynthesis of silver nanoparticles using *Origanum majorana* L. and evaluation of their antioxidant activity. *Inorganic and Nano-Metal Chemistry*, 52(4): 485-492. <https://doi.org/10.1080/24701556.2021.1952263>.
- Erenler, R., Meral, B., Sen, O. et al. (2017b). Bioassay-guided isolation, identification of compounds from *Origanum rotundifolium* and investigation of their antiproliferative and antioxidant activities. *Pharmaceutical Biology*, 55(1): 1646-1653. <https://doi.org/10.1080/13880209.2017.1310906>.
- Erenler, R., Pabuccu, K., Yaglioglu, A. S. et al. (2016a). Chemical constituents and antiproliferative effects of cultured *Mougeotia nummuloides* and *Spirulina major* against cancerous cell lines. *Zeitschrift fur Naturforschung - Section C Journal of Biosciences*, 71(3-4): 87-92. <https://doi.org/10.1515/znc-2016-0010>.
- Erenler, R., Sen, O., Aksit, H. et al. (2016b). Isolation and identification of chemical constituents from *Origanum majorana* and investigation of antiproliferative and antioxidant activities. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(3): 822-836. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7155>.

Erenler, R., Telci, I., Ulutas, M. et al. (2015). Chemical Constituents, Quantitative Analysis and Antioxidant Activities of *Echinacea purpurea* (L.) Moench and *Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt. *Journal of food biochemistry*, 39(5): 622-630. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12168>.

Erenler, R., Yaman, C., Demirtas, I. et al. (2023). Phytochemical Investigation of *Hypericum heterophyllum* Flowers: LC-ESI-MS/MS Analysis, Total Phenolic and Flavonoid Contents, Antioxidant Activity. *The Natural Products Journal*, 13(7): e120123212672. <https://doi.org/10.2174/2210315513666230112165545>.

Erenler, R., Yilmaz, S., Aksit, H. et al. (2014). Antioxidant activities of chemical constituents isolated from *Echinops orientalis* Trauv. *Records of Natural Products*, 8(1): 32-36

Newman, D. J., & Cragg, G. M. (2007). Natural products as sources of new drugs over the last 25 years. *Journal of Natural Products*, 70(3): 461-477. <https://doi.org/10.1021/np068054v>.

Regos, I., Urbanella, A., & Treutter, D. (2009). Identification and quantification of phenolic compounds from the forage legume sainfoin (*Onobrychis viciifolia*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(13): 5843-5852. <https://doi.org/10.1021/jf900625r>.

Sahin Yaglioglu, A., Akdulum, B., Erenler, R. et al. (2013). Antiproliferative activity of pentadeca-(8E, 13Z) dien-11-yn-2-one and (E)-1,8-pentadecadiene from *Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt. roots. *Medicinal Chemistry Research*, 22(6): 2946-2953. <https://doi.org/10.1007/s00044-012-0297-2>.

Topçu, G., Erenler, R., Çakmak, O. et al. (1999). Diterpenes from the berries of *Juniperus excelsa*. *Phytochemistry*, 50(7): 1195-1199. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(98\)00675-X](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(98)00675-X).

MELILOTUS OFFICINALIS YAPRAKLARININ FİTOKİMYASAL ANALİZLERİ

PHYTOCHEMICAL ANALYSIS OF MELILOTUS OFFICINALIS

Ramazan ERENLER

Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi, Iğdır, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0505-3190>

Ibrahim HOSAFLIOĞLU

Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi, Iğdır, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0455-0515>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Aromatic and medicinal plants have been used extensively for traditional medicine and food since ancient times. After the advancement in spectroscopy, the importance of secondary metabolites in plants began to be understood. Hence, plants became the focus of science. A great number of secondary metabolites have been isolated and identified from plants. Some of them have been used as medicine for various illness. Within this scope, the aim of this study is the quantitative analysis of bioactive compounds in *Melilotus officinalis* leaves. **Materials and Methods:** *Melilotus officinalis* leaves were extracted with methanol for 24 hours at room temperature. After the filtration, the solvent was removed under reduced pressure to yield the crude extract. Quantitative analysis of natural compounds in crude extract was determined by LC-MS/MS (Agilent 1260 Infinity II). The reverse phase column was used (Poroshell 120 EC-C18). Formic acid (0.1%) and ammonium formate (5.0 mM) in water A, formic acid (0.1%) and ammonium formate (5.0 mM) in methanol B system were used as mobile phase. The injection volume was set at 4.0 µL and the column temperature was adjusted at 40°C. The flow rate was regulated to 0.4 mL/min. The gradient program was adjusted as 20% for 1-15 min, 40% for 16-25 min, 80% for 26-35 min, and 30% for 36-40 min was applied in the B mobile phase. **Results:** Quantitative analysis resulted in the identification of nineteen compounds. The main compounds were detected as coumarin (2.8 µg/mL), rutin (0.087 µg/mL), hesperidin (0.025 µg/mL), salicylic acid (0.035 µg/mL), fisetin (0.030 µg/mL), and kaempferol (0.020 µg/mL). **Discussion and Conclusion:** Pharmaceutically important compounds were detected in *Melilotus officinalis* leaf extract. Therefore, this plant can be a good source of identified major compounds. An advanced study should be performed to isolate and identify the compounds and the usage of these compounds in the drug development process should be investigated.

Key Words: *Melilotus officinalis*; Natural Products; Spectroscopy; Secondary metabolites.

ÖZET

Aromatik ve tıbbi bitkiler, eski çağlardan beri geleneksel tıpta ve gıdada yaygın olarak kullanılmaktadır. Spektroskopinin ilerlemesiyle bitkilerde ikincil metabolitlerin önemi anlaşılmaya başlandı. Böylece bitkiler bilimin odağı haline geldi. Bitkilerden çok sayıda sekonder metabolit izole edilmiş ve tanımlanmıştır. Bazıları çeşitli hastalıklara karşı ilaç olarak kullanılmıştır. Bu kapsamda bu çalışmanın amacı *Melilotus officinalis* yapraklarındaki biyoaktif bileşiklerin kantitatif analizidir. *Melilotus officinalis* yaprakları oda sıcaklığında 24 saat boyunca metanol ile ekstrakte edildi. Filtrasyondan sonra çözücü uzaklaştırılarak ham ekstrakt elde edildi. Ham ekstrakttaki doğal bileşiklerin kantitatif analizi, LC-MS/MS ile belirlendi. Ana bileşikler, kumarin (2,8 µg/mL), rutin (0,087 µg/mL), hesperidin (0,025 µg/mL), salisilik asit (0,035 µg/mL), fisetin (0,030 µg/mL) ve kaempferol (0,020 µg/mL) olarak belirlendi. *Melilotus officinalis* yaprak ekstraktında farmasötik açıdan önemli bileşikler tespit edildi. Bu nedenle bu bitki tanımlanmış ana bileşiklerin iyi bir kaynağı olabilir. Bileşiklerin izolasyonu için ileri bir çalışma yapılmalı ve bu bileşiklerin ilaç geliştirme sürecinde kullanımı araştırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: *Melilotus officinalis*; Doğal ürünler; Spektroskopi; İkincil metabolitler

GİRİŞ

Tıbbi bitkiler, dünya nüfusunun çoğunluğunun tedavi amaçlı başvurduğu kaynakların başında gelmektedir (Khodja et al., 2023). Son yıllarda bitkilerden elde edilen biyoaktif bileşikler, farmasötik ürünler, tarım kimyasalları, tat ve koku bileşenleri, gıda katkı maddeleri ve böcek ilaçları olarak kullanılmaktadır (Hadjra et al., 2023). Biyolojik olarak aktif maddelerin geniş bir sınıfı olan polifenoller, bitkilerde ikincil metabolitler olarak tanımlanır. Bu maddeler, bitkilerdeki renklerden ve tatlardan sorumludur, aynı zamanda çeşitli mikrobiyal patojenlere karşı bitkilere dayanıklılık sağlar, radyasyona ve toksinlere karşı korumada önemli rol oynar (Newman et al., 2002). Yapılan birçok çalışmalar, polifenollerin yüksek biyolojik etkiye sahip olduklarını göstermektedir. Flavonoidler, antioksidan hipokolesterolemik hipoglisemi, kemik kaybının önlenmesi ve anti-tümör dahil olmak üzere çok çeşitli biyolojik ve farmakolojik aktivite sergiler, bu da bunların insanlarda kardiyovasküler hastalıklar, osteoporoz veya kanser gibi hastalıklara karşı potansiyel faydalı etkilere sahip olabileceğini gösterir (Dede et al., 2019; Erenler et al., 2023a). Doğal ürünlerin kanser hastalıklarına karşı etkisini belirlemek için yoğun çalışmalar sürdürülmektedir (Erenler et al., 2022; Karan et al., 2018). Kaydedilen en önemli ilerleme kanserin hücrel ve moleküler düzeyde anlaşılmasıdır. Onkogenlerin ve tümör baskılayıcı genlerin keşifleri, normal hücre büyümesini ve farklılaşmasını kontrol eden mekanizmaları ve bu normal hücrel kontrollerin bozulmasının kanser gelişimine nasıl yol açtığını anlamak için kavramsal bir çerçeve sağlamıştır. Kanserle Savaşta ve kanser hastalığıyla mücadele tarihi boyunca doğal ürünler, günümüz kanser kemoterapisinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamıştır. Son yıllarda yapılan bilimsel

çalışmalar, doğal kökenli birçok kanser ilacının ortaya konması ve onaylanmasıyla sonuçlanmıştır. Klinik olarak kullanılan ilaçlar arasında paklitaksel (Taxol), vinkristin (Oncovin), podofilotoksin (doğal bir ürün öncüsü) ve kamptotesin (suda çözünebilir türevler için doğal bir ürün öncüsü) yer alır. (Dunlap et al., 2007; Newman & Cragg, 2007).

Bitki sekonder metabolitleri biyosentetik yollarına göre üç ana gruba ayrılır: fenolik bileşikler, terpenler ve nitrojen içeren bileşikler. Fenolik bileşikler, biyogenetik olarak şikimat-fenilpropanoidler, flavonoidler yolaklarından kaynaklanan, yapısal olarak çeşitli ürünlerin çeşitli sınıflarını kapsayan ikincil metabolitlerdir. Bitkiler büyüme, üreme, pigmentasyon, patojenlere karşı direnç, ağır metal tuzlarının etkilerine veya genel olarak biyotik ve abiyotik streslere karşı direnç için fenolik bileşiklere ihtiyaç duyar (Erenler et al., 2018b).

Alkaloidler, bir heterosiklik yapıda, bir amino asitten (veya bir pürin, pirimidin) türetilmiş genellikle bazik nitrojen içeren büyük bir biyoaktif bileşik grubudur. Alkaloidler, belirgin fizyolojik ve tıbbi özelliklerinden dolayı (örneğin kafein, nikotin, morfin, atropin, kinin) geleneksel olarak büyük ilgi görmüştür. Çoğu alkaloid çok toksiktir ve bu nedenle otçullara ve mikroorganizmalara karşı kimyasal savunmada potansiyel işleve sahiptir. Ayrıca bu bileşiklerin UV radyasyonunun neden olduğu hasara karşı koruyucu olarak görev yaptığı da öngörülmüştür (Barbosa-Filho et al., 2006).

Terpenler yağda çözünebilir bileşiklerdir ve yapıları, mevalonat ve deoksi-D-ksilüloz yolları olmak üzere 2 potansiyel yolak aracılığıyla tüm organizmalar tarafından sentezlenen 1 veya daha fazla 5 karbonlu izopren birimi içerir. Terpenoidler içerdikleri izopren birimlerinin sayısına göre sınıflandırılır. Monoterpenler, seskiterpenler, diterpenler, sesterpenler, triterpenler ve tetraterpenler olarak sınıflandırılır (Bayir et al., 2014; Erenler et al., 2018a; Kaya et al., 2014). Terpenler ve terpenoidler birçok bitki esansiyel yağının temel bileşenleridir. Terpenlerin kanser önleyici, mikroorganizma önleyici ve iltihap önleyici gibi önemli biyolojik aktivitelere sahip olduğu kanıtlanmıştır (Erenler et al., 2018a; Guimarães et al., 2014).

Bu çalışmada, *Melilotus officinalis* yapraklarının metanol ekstraktının içerdiği biyoaktif bileşikler kantitatif olarak belirlendi.

MATERYAL VE YÖNTEM

Quantitative analysis of phenolic compounds

Fenolik bileşiklerin kantitatif analizi, ters faz kolonu (Poroshell 120 EC-C18) kullanılarak LC-MS/MS ile belirlendi. *Melilotus officinalis* yaprakları (10.0 g), metanol (150 mL) ile ekstrakte edildi. Süzüldükten sonra çözücü uzaklaştırıldı ve ham ekstrakte elde edildi (0.9 g). Ham ekstrakt (100 mg), metanol (10 mL) içerisinde çözüldü, vortekslendi ve süzüldü (0.45 mm filtre kağıdı). Çözelti metanol-su (1/1) ile konsantrasyon 2 ppm olana kadar seyreltildi ve daha sonra cihaza enjekte edildi (Erenler et al., 2023b).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Melilotus officinalis yapraklarından elde edilen metanol ekstraktının biyoaktif bileşikleri kantitatif olarak LC-MS/MS ile belirlendi. Ana ürünler olarak kumarin (2,8 µg/mL), rutin (0,087 µg/mL), hesperidin (0,025 µg/mL), salisilik asit (0,035 µg/mL), fisetin (0,030 µg/mL) ve kaempferol (0,020 µg/mL) olarak tanımlandı (Tablo).

Kumarinler (2H-1-benzopirran-2-on) bitkilerde bulunan büyük bir fenolik madde sınıfından oluşur ve benzen ve α -piron halkalarından oluşmuştur. Bitkilerden, bakterilerden ve mantarlardan sekonder metabolitler olarak 1300'den fazla kumarin tanımlanmıştır. Prototip bileşik, 1,2-benzopiron veya daha az yaygın olarak hidrokisisinnamik asit ve lakton olarak bilinir. Kumarinler ilk olarak Dipteryx odorata'da bulunmuş ve yaklaşık 30 farklı familyaya dağılmış 150 farklı türde belirlenmiştir. Bu familyalardan bazıları Rutaceae, Umbelliferae, Clusiaceae, Guttiferae, Caprifoliaceae, Oleaceae, Nyctaginaceae ve Apiaceae'dir. Kumarin, anti-inflamatuvar özellik göstermektedir ve ödem tedavisinde kullanılır. Bu, fagositozu, enzim üretimini ve dolayısıyla proteolizi uyarak protein ve ödem sıvısını yaralı dokudan uzaklaştırır. Kumarinler antikoagülan, antibakteriyal, antifungal, antiviral, antihipertansif, antitüberküloz, antikonvülsan, antiadipojenik, antihiperglisemik, nöroprotektif aktiviteleri gösterdiği belirlendi (Murray, 1989). Rutin, quercetin (flavonol) ve rutinozun (disakkarit) bir glikozidi olarak meyve, sebze ve çay gibi bitki kaynaklı içeceklerde bulunur. Rutin, antikanser, antiinflamatuvar, nöroproteksiyon, antiproliferatif, anti-karsinojenik ve anti-oksidatif stres etkileri dahil olmak üzere birçok faydalı farmakolojik özelliğe sahiptir. Bu ajanın kemo-önleyici aktiviteleri çeşitli araştırma makalelerinde hayvan modellerinde doğrulanmıştır (Imani et al., 2021).

Tablo. *Melilotus officinalis* yapraklarından elde edilen metanol ekstraktının fenolik bileşiklerinin kantitatif analizleri ($\mu\text{g/mL}$)

Bileşikler	RT	Kons.
Gallik asit	3.23	0.003
Klorgenik asit	7.11	0.002
Hidroksibenzaldehit	7.60	0.002
Kafeik asit	7.77	0.001
Sirinkiç asit	8.41	0.023
Vanilin	8.66	0.002
o-Kumarik asit	9.39	0.005
Salisilik asit	9.54	0.035
trans-Ferulik asit	10.12	0.004
Sinapik asit	10.77	0.035
p-Kumarik asit	11.54	0.001
Kumarin	11.57	2.823
Hesperidin	11.84	0.025
Izokuersetin	11.81	0.007
Rutin	12.39	0.087
Quercetin-3- Ksilozid	12.25	2.800
Fisetin	13.44	0.030
Krisin	14.44	0.087
Naringenin	15.07	0.030
Hesperetin	15.87	0.003
Kaempferol	16.12	0.020
Dihidrokapkaisin	18.70	0.020

RT: Alıkonma zamanı

SONUÇ ve ÖNERİLER

Melilotus officinalis yapraklarından elde edilen metanol ekstraktının fenolik bileşik içerikleri kantitatif olarak belirlendi. Ana bileşikler olarak kumarin, rutin, hesperidin, salisilik asit, fisetin ve kaempferol belirlendi. Oldukça yüksek farmakolojik etkiye sahip bu bileşiklerin, *Melilotus officinalis* yapraklarında bulunması son derece önemlidir. İlgili bileşiklerin saflaştırılması için bu bitki önemli bir kaynak olabilir. Ayrıca, yüksek konsantrasyonlarda bulunan ilgili bileşikler sayesinde *Melilotus officinalis*'ın yüksek farmakolojik etkiye sahip olacağı beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Barbosa-Filho, J. M., Piuvezam, M. R., Moura, M. D. et al. (2006). Anti-inflammatory activity of alkaloids: A twenty-century review. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 16: 109-139
- Bayir, B., Gündüz, H., Usta, T. et al. (2014). Chemical Composition of Essential Oil from *Marrubium Vulgare* L. Leaves. *Journal of New Results in Science*, 6(6): 44-50

Dede, E., Genc, N., Elmastas, M. et al. (2019). Chemical Constituents Isolated from *Rhododendron ungeri* with Antioxidant Profile. *The Natural Products Journal*, 9(3): 238-243. <https://doi.org/10.2174/2210315508666181024114812>.

Dunlap, W. C., Battershill, C. N., Liptrot, C. H. et al. (2007). Biomedicinals from the phytosymbionts of marine invertebrates: A molecular approach. *Methods*, 42(4): 358-376

Erenler, R., Carlik, U. E., & Aydin, A. (2023a). Antiproliferative activity and cytotoxic effect of essential oil and water extract from *Origanum vulgare* L. *Sigma*, 41(1): 202-208. <https://doi.org/10.14744/sigma.2023.00018>.

Erenler, R., Demirtas, I., Karan, T. et al. (2018a). Chemical constituents, quantitative analysis and insecticidal activities of plant extract and essential oil from *Origanum onites* L. *Trends in Phytochemical Research*, 2(2): 91-96

Erenler, R., Telci, İ., Elmastaş, M. et al. (2018b). Quantification of flavonoids isolated from *Mentha spicata* in selected clones of Turkish mint landraces. *Turkish Journal of Chemistry*, 42(6): 1695-1705. <https://doi.org/10.3906/kim-1712-3>.

Erenler, R., Yaman, C., Demirtas, I. et al. (2023b). Phytochemical Investigation of *Hypericum heterophyllum* Flowers: LC-ESI-MS/MS Analysis, Total Phenolic and Flavonoid Contents, Antioxidant Activity. *The Natural Products Journal*, 13(7): e120123212672. <https://doi.org/10.2174/2210315513666230112165545>.

Erenler, R., Yildiz, I., Aydin, A. et al. (2022). Antiproliferative and cytotoxic effects of bioactive compounds isolated from *Onosma bourgaei*. *Medical Oncology*, 39: 116

Guimarães, A. G., Serafini, M. R., & Quintans-Júnior, L. J. (2014). Terpenes and derivatives as a new perspective for pain treatment: a patent review. *Expert opinion on therapeutic patents*, 24(3): 243-265

Hadjra, H., Yamina, B., Soulef, K. et al. (2023). Evaluation of Antifungal Potential of *Mentha pulegium* Essential oil in Biological Control Against the Pathogen of Inflorescence Rot Disease of Date Palm (*Mauginiella scaettae*). *Jordan Journal of Biological Sciences*, 16(4): 665-672. <https://doi.org/10.54319/jjbs/160412>.

Imani, A., Maleki, N., Bohlouli, S. et al. (2021). Molecular mechanisms of anticancer effect of rutin. *Phytotherapy Research*, 35(5): 2500-2513

Karan, T., Yildiz, I., Aydin, A. et al. (2018). Inhibition of various cancer cells proliferation of bornyl acetate and essential oil from *Inula graveolens* (Linnaeus) Desf. *Records of Natural Products*, 12(3): 273-283

Kaya, G., Karakaya, R., Tilgel, E. et al. (2014). Essential Oil Constituents of *Thuja orientalis* Berries. *Journal of new results in science*, 7(7): 1-6

Khodja, E. A. T., Abd El Hamid Khabtane, R. A., Benouchenne, D. et al. (2023). In vitro assessment of antioxidant, neuroprotective, anti-urease and anti-tyrosinase capacities of *Tamarix africana* leaves extracts. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 43(2): 252. <https://doi.org/10.19852/j.cnki.jtcm.20230105.003>.

Murray, R. (1989). Coumarins. *Natural product reports*, 6(6): 591-624

Newman, D. J., & Cragg, G. M. (2007). Natural products as sources of new drugs over the last 25 years. *Journal of Natural Products*, 70(3): 461-477. <https://doi.org/10.1021/np068054v>.

Newman, D. J., Cragg, G. M., Holbeck, S. et al. (2002). Natural products and derivatives as leads to cell cycle pathway targets in cancer chemotherapy. *Current cancer drug targets*, 2(4): 279-308

RISK MANAGEMENT IN AGRICULTURE: SAFETY WHEN WORKING WITH TRACTORS

Ana DIAS

Polytechnic Institute of Beja, Portugal

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5300-2331>

Carla SANTOS

Polytechnic Institute of Beja, Portugal NOVAMath- Center for Mathematics and Applications, FCT, New University of Lisbon, Portugal

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0077-1249>

ABSTRACT

The importance of health and safety at work is primarily focused on the well-being of workers; however, current trends recognize that a safe and healthy work environment is a decisive factor for the success of organizations/companies, and the investment in measures that protect the safety and health of workers currently plays a crucial role in competitiveness. In Portugal, despite all legal requirements, work with tractors continues to record a high number of accidents with victims (many fatal), with an accident rate above the European mean value. As various studies and official statistics prove, the agricultural sector has an incidence of accidents at work above the average value of other sectors of activity, it is important to understand the specificities of this sector and the role of risk assessment in improving working conditions in agriculture, as well as in reducing the number and severity of workplace accidents recorded in this sector. In this work we address occupational safety in agriculture, particularly the risks associated with the use of tractors, discussing preventive safety measures that, when applied, contribute to reducing accidents and their consequences.

Key Words: Occupational safety in agriculture; OSH, Tractors.

1. INTRODUCTION

The strong competitiveness is a hallmark of the 21st-century market economy. Since workers are the driving forces of organizations, this competitiveness impacts their lives in several aspects. An evident consequence of organizations' responses to the challenges of competitiveness, with a focus on profit, is the increase in the level of demand for the tasks performed by their workers (specificity, diversity, rhythm, ...), which, inevitably, is reflected in workers' health and safety.

Although the focus on profit results in increased demands and more risks for workers, it has been shown that investment in measures that protect the safety and health of workers currently plays a crucial role in competitiveness, recognizing that a safe and healthy environment is a determining factor in the success of organizations. The path to this healthy and safe working environment aims to eliminate workplace accidents, which involves

increased attention to conditions that pose risks to workers, as well as training workers and raising their awareness of risks, hazards, and safe behaviors (Jones et al, 2020).

Improving working conditions has been a priority and is already a reality, however there is still much to be done, especially in sectors where the number of work accidents, and fatal accidents in particular, is still high. Therefore, there continues to be a pressing need to improve occupational health and safety conditions in the European Union, both because of the lives that are lost and because of the high costs associated with accidents and occupational illnesses, which reach hundreds of billions of euros per year. Agriculture and forestry are recognized as some of the riskiest professions in Europe, marked by a notable frequency of accidents that pose challenges to the sustainability and viability of these sectors. In the last ten years, there has been an annual average of over 500 reported fatalities in the agriculture and forestry sector, in addition to more than 150,000 non-fatal accidents (Eurostat, 2017).

As studies by various authors and statistics presented by different official entities prove, the agricultural sector has an incidence of accidents at work above the average value of other sectors of activity. Not aiming to address all aspects of agricultural work and the associated risks, our work focuses on the use of agricultural tractors.

The paper is organized as follows. In Section 2, we highlight the importance of risk assessment for improving working conditions and reducing occupational accidents and diseases. In Section 3, we focus on the risks associated with work in the agriculture sector, specifically the risks of working with tractors. In Section 4, we present some final remarks.

2. THE IMPORTANCE OF RISK MANAGEMENT

Professional risk assessment is a systematic process that involves the identification, analysis, and evaluation of potential hazards and the risks associated with each hazard in various work activities. One of the most important stages in this process is the identification of hazards, as an unidentified hazard can result in various risks that may not be assessed and mitigated. The goal is to determine the probability and severity of these risks, thus enabling the implementation of preventive/corrective measures to protect the health and promote the safety of workers.

The Professional risk assessment is crucial for creating safer and healthier work environments, meeting legal requirements, and fostering an organizational culture focused on preventing occupational accidents and illnesses.

The management of professional risks is crucial for the health, safety, and efficiency of organizations as it contributes to preventing workplace accidents and occupational diseases, leading to lower costs associated with compensations, medical treatments, and production disruptions. Proactive risk management can result in improved operational efficiency and more controlled costs. Compliance with current occupational health and safety legislation not only avoids fines and penalties but also demonstrates the company's commitment to the well-being of its workers. Workplace accidents related to professional risks can have a significant impact on a company's reputation. Effective management of these risks contributes to maintaining a positive image with clients, investors, and the community at large.

In summary, professional risk management is essential for creating safe work environments, complying with legal obligations, preserving the company's reputation, and ensuring the health and well-being of workers, all while contributing to operational efficiency and organizational sustainability.

3. RISKS ASSOCIATED WITH WORKING WITH TRACTORS

Regardless of the professional activity, risk management plays a crucial role in ensuring adequate health and safety conditions for workers. In the case of the agricultural sector, this risk management has to deal with a variety of factors, since this sector has numerous specificities, which distinguish it from other sectors of activity. These specificities are, among others:

- the existence of a large proportion of independent workers;
- the predominance of outdoor activities, which subject workers to the elements, whether summer or winter, sometimes in isolated locations, with irregular topography;
- the use of a wide range of agricultural machinery and tools;
- the use of agrochemicals;
- contact with animals;
- the maintenance and repair of machinery is often carried out by the agricultural workers themselves.

All of this represents dangers that unfold into numerous occupational risks.

In addition to the factors mentioned above, in Portugal, the size and type of companies in the agricultural sector can also be highlighted as relevant to working conditions and the assessment of occupational risks in this sector. As evidenced by the data presented in Figure 1, out of the 40,483 companies in the agricultural sector in Portugal, 97.29% are small or micro-sized enterprises (small or very small-sized companies) (Banco de Portugal, 2023). Other characteristics of agricultural sector companies in Portugal that may contribute to workplace accidents include deficient organization, strong dependence on seasonality, and the aging of the Portuguese agricultural business fabric (ACT, 2013, MADP, 2007).

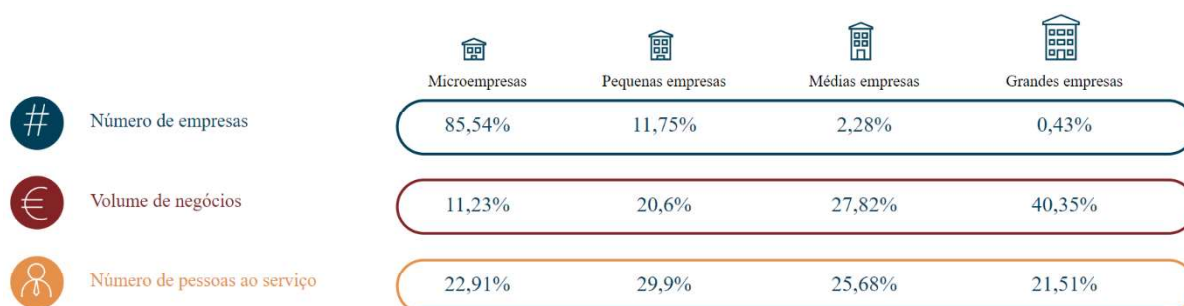


Figura 1: Size classes of agricultural companies in Portugal (2022)

Fonte: Banco de Portugal (2023) <https://bpstat.bportugal.pt/conteudos/publicacoes/1294>

Regarding the workplace accidents recorded in the Agriculture, Animal Production, Hunting, Forestry, and Fishing sector in Portugal, the data for the years 2019, 2020, and 2021 reveal

alarming statistics, both in the total number of accidents (Table 1) and the number of fatal accidents (Table 2), despite observing a decreasing trend in these numbers.

Table 1: TOTAL ACCIDENTS

Activity	2019	2020	2021
Agriculture, animal production, hunting, forestry, and fishing	6635	5 848	5 875

Table 2: FATAL ACCIDENTS

Activity	2019	2020	2021
Agriculture, animal production, hunting, forestry, and fishing	15	12	11

Machines and tractors account for most agricultural work accidents, with Portugal being one of the European countries with the highest number of tractor-related accidents.

The risks of working with tractors have been widely discussed in the literature, with several risk factors identified. Among the risks mentioned in the literature we can highlight:

- lack of protective structures;
- work on inclined areas;
- non-use of restraint systems;
- lack of adequate training;
- operation in extreme conditions;
- neglect of safety rules.

Regarding accidents involving agricultural tractors in Portugal, the identified risks considered most relevant are:

- Overturning;
- Falls from height;
- Entanglement / Crushing;
- Collision with other machinery;
- Runovers.

More specifically, concerning the victims of these accidents, the literature highlights that:

- The main victims of accidents involving agricultural tractors are the drivers themselves, especially in fatal accidents;
- The highest number of drivers killed and severely injured results from rollover accidents;
- The elderly (age ≥ 65) represent more than half of the victim drivers.
- Tractors aged over 20 years account for one-third of the vehicles involved in accidents.

The majority of tractor accident victims belong to microenterprises, predominantly male, and the most common causes involve the total or partial loss of machine control, leading to

accidents, primarily involving crushing incidents, representing 60% of cases according to the Portuguese labor authority (ACT, 2013).

Approximately 70% of tractor accidents occur on rural roads, followed by national and municipal roads, according to the National Road Safety Authority. Additionally, 17% of the accident victims tested positive for alcohol in their blood, with 10% having a concentration equal to or exceeding the permitted limit in Portugal.

Tractor owners should implement a preventive maintenance program to ensure that tractors are in good working condition and perform daily checks before use to identify potential mechanical issues. Consider installing rollover protection structures and seat belts (restraint systems).

Establish safety zones around tractors and implement measures to keep workers and others at a distance during operations, possibly even signaling tractor operating areas to warn of potential danger.

Consider installing speed limiters on tractors, especially in uneven terrains. Ensure tractors are equipped with adequate lighting for nighttime operations.

Conduct specific risk assessments for the agricultural activities in question. Identify and address specific risks related to soil type, terrain slope, crop type, among others.

Promote a safety culture where all workers are aware of the importance of safety in tractor use.

CONCLUDING REMARKS

Portugal is one of the European Union countries with the highest number of workplace accidents, and the agricultural sector is one of the industries reporting the highest number of accidents. The specificities of agricultural work entail a multitude of risks associated with this activity, but other particular factors in each country can add further hazards to the work. In Portugal, in addition to the risks traditionally associated with agricultural work, there is also the influence of factors such as the small size of the vast majority of companies in the sector, the weak organization of these companies, and the aging workforce.

Considering competitiveness as one of the challenges for small businesses and the impact of workplace accidents in companies with few employees as an exacerbating factor, a proper risk assessment and increased concern for working conditions and worker training (even without substantial financial investment) can contribute to ensuring the future and economic health of these companies.

REFERENCES

Jones, A. et al (2020). Review of the future of agriculture and occupational safety and health (OSH) : foresight on new and emerging risks in OSH, Publications Office. Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho. <https://data.europa.eu/doi/10.2802/769257>

ACT (2013) Relatório de 2012: Atividade de Inspeção do trabalho

Banco de Portugal (2023) EVOLUÇÃO DOS INDICADORES ECONÓMICOS E FINANCEIROS. SETOR AGRÍCOLA EM PORTUGAL. Disponível em: <https://bpstat.bportugal.pt/conteudos/publicacoes/1294>

Eurostat (2017), ‘Farmers in the EU — statistics’. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Farmers_in_the_EU_-_statistics#Socio-demographic_characteristics

MADP (2007) Plano Estratégico Nacional: Desenvolvimento Rural 2007-2013. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.

**THE RELATIONSHIP BETWEEN AGRICULTURAL PRODUCTION,
ECOLOGICAL FOOTPRINT, POPULATION AND ECONOMIC GROWTH IN
TURKEY: EXTENDED ARDL METHOD**

**TÜRKİYE'DE TARIMSAL ÜRETİM, EKOLOJİK AYAK İZİ, NÜFUS VE
EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİ: GENİŞLETİLMİŞ ARDL YÖNTEMİ**

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ASLAN

Artvin Çoruh University, Yusufeli Vocational School, Finance Program, Artvin, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7455-5354>

Dr. Öğr. Gör. Esra KOÇ

Artvin Çoruh University, Yusufeli Vocational School, Finance Program, Artvin, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3385-5067>

ABSTRACT

Today, the development and change that occur with technology is significant in every field. These changes increase energy and food supply along with population growth. Increases in energy and food supply cause environmental pollution, and as a result of damage to the environment, both the ecological footprint and global warming increase. Therefore, it is important to determine the relationships between population growth rate, economic growth and ecological footprint for sustainable agricultural production. Therefore, the main purpose of this study is to examine the relationship between population growth rate, ecological footprint, economic growth, agricultural imports and exports and agricultural added value in Turkey for the period 1987-2021. The share of agricultural output in GDP (agricultural value added) is taken as the indicator of the agricultural sector. The data of the study will be analyzed with the Augmented ARDL method. In the literature, there are very few studies examining the relationships between Turkey's agricultural added value and population growth rate, economic growth, agricultural imports, agricultural exports and ecological footprint variables. Additionally, the ARDL method was used in most of the studies. In this study, unlike other studies on the subject, the extended ARDL method was used. From this perspective, the study will contribute to the literature by filling the gap in this field. When studies in the literature were examined, it was found that there was a relationship between agricultural production, economic growth and ecological footprint variables. According to the results obtained in this study, a positive relationship was found between agricultural exports, population growth rate, economic growth and agricultural production coefficient, and a negative relationship was found between ecological footprint and agricultural added value. Finally, no significant relationship was found between agricultural imports and agricultural added value.

Key words: Agricultural Economics, Ecological footprint (EF), Population Growth Rate, Economic Growth, Extended ARDL

ÖZET

Günümüzde teknolojiyle birlikte gerçekleşen gelişim ve değişim her alanda önemli derece gerçekleşmektedir. Bu değişimler, nüfus artışıyla birlikte enerji ve gıda arzını arttırmaktadır. Enerji ve gıda arzındaki artışlar çevrenin kirlenmesine neden olmakta ve çevreye verilen zararlar neticesinde hem ekolojik ayak izi hem de küresel ısınma artmaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilir tarım üretimi için nüfus artış hızı, ekonomik büyüme ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişkilerin belirlenmesi önemlidir. Bu nedenle, bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'de nüfus artış hızı, ekolojik ayak izi, ekonomik büyüme, tarımsal ithalat ve ihracatı ile tarımsal katma değer ile aralarındaki ilişkiyi 1987-2021 dönemi için incelemektir. Tarım sektörünün göstergesi olarak tarımsal hasılanın GSYİH içindeki payı (tarımsal katma değer) alınmaktadır. Çalışmanın verileri Genişletilmiş ARDL (Augmented ARDL) yöntemiyle analiz edilecektir. Alan yazınında, Türkiye'nin tarımsal katma değeri ile nüfus artış hızı, ekonomik büyüme, tarımsal ithalat, tarımsal ihracat ve ekolojik ayak izi değişkenleri arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar oldukça azdır. Ayrıca çalışmaların çoğunda ARDL yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmada ise konuya ilişkin yapılmış diğer çalışmalardan farklı olarak genişletilmiş ARDL yöntemi kullanılmıştır. Bu perspektiften çalışma bu alanda boşluğu doldurarak literatüre katkı sağlayacaktır. Alan yazınındaki çalışmalar incelendiğinde, tarımsal üretim, ekonomik büyüme ve ekolojik ayak izi değişkenleri arasında bir ilişkinin olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada da elde edilen sonuçlara göre, tarımsal ihracat, nüfus artış hızı, ekonomik büyüme ile tarımsal üretim katsayısı arasında pozitif ilişki, ekolojik ayak izi ile tarımsal katma değer arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Son olarak tarımsal ithalat ile tarımsal katma değer arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Anahtar kelimeler: Tarım Ekonomisi, Ekolojik ayak izi (EF), Nüfus Artış Hızı, Ekonomik Büyüme, Genişletilmiş ARDL

GİRİŞ

Sanayi devrimi ve özellikle ikinci dünya savaşı sonrası dönemde, nüfustaki artışla beraber üretim ve tüketimde meydana gelen artışlar enerji ihtiyacına olan talebi arttırmıştır. Bu enerji ihtiyacının fosil yakıtla sağlanması, tarımda kimyasal ilaçların kullanılması, üretim aşamasında hammaddelerin bilinçsizce kullanılması, tüketim sonucu atıkların kontrolsüz olarak çevreye bırakılması, dünya nüfusundaki artış ve beraberinde hızlı şehirleşmenin gerçekleşmesi ve son olarak ormansızlaşma gibi faktörler sonucu birçok çevre sorunu ortaya çıkmıştır. Özellikle petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil yakıtların çok kullanılması, atmosferde sera gazlarını arttırmakta ve bu sera gazlarındaki artış dünyanın doğal dengesini bozarak ortalama sıcakları yükselterek iklim rejimlerini değişmesine neden olmaktadır. Sonuç olarak iklimlerin çok sıcak, çok soğuk, çok kurak ve çok yağışlı denilen zamanlarının sayısı artmaktadır.

Çevre, 1970'ler öncesi dönemde serbest mal olarak kabul edilmekteydi ve ayrıca teknolojik ilerlemenin çevresel sorunları önleyeceği görüşü hakimdi. Bu görüşler çevresel sorunların göz ardı edilmesine neden olmuştur. Ancak günümüzde çevrenin artık kıt ve ekonomik bir mal olduğu görüşünün hakim olması, dikkatleri giderek artan çevre sorunlarına yöneltmiştir. İklim değişikliğinin etkileyebileceği en önemli ekonomik sektörlerden biri de tarımdır. Tarımsal üretimlerin büyük ölçüde hava koşullarına ve iklime bağlı olarak gerçekleşmesi (Bazzaz ve Sombroek, 1996), ayrıca tarımın doğal kaynakları kullanan bir faaliyet olması sebebiyle

toprak ve su kaynakları üzerinde etkili olmakta, tüm bu özellikler tarım sektörünün diğer ekonomik faaliyetlerinden daha fazla iklim değişikliğinden etkilendiğini göstermektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı [ÇŞB], 2012: 5–17). Ayrıca tarımsal üretimlerin canlılara yaşamsal kaynak sağlaması nedeniyle, bu sektörün iklim değişikliği karşısındaki önemini daha da arttırmaktadır. Tarımın önemi nedeniyle, iklim değişikliğinin neden olduğu herhangi bir üretim azalması, ekonominin makroekonomik temellerini önemli ölçüde etkilemektedir (Dellal, Mccarl ve Butt, 2011).

Tarımın kendisi de iklim değişikliğinden etkilenmekle birlikte çevreyi de önemli ölçüde etkilemektedir. Örneğin, tarımsal modernizasyondaki artışla beraber, tarım, karbon emisyonun önemli bir kaynağı haline gelmiştir (Tan, Huang ve Cai, 2015; Zhang, Tan, Yu ve Zhang (2020). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, gıda ve tarım üretiminden kaynaklanan küresel sera gazı emisyonlarının son 30 yılda %17 arttığını bildirmiştir (FAO, 2022). Tarımsal üretim için sulama kaynakları, gübreleme ve teknoloji önemli birleşenlerdir. Bu sulama merkezlerin modernizasyonu ile birlikte elektrik ve yakıt talebi de artmakta ve bu da CO2 emisyonlarının artmasına neden olmaktadır (Zhang, Wang ve Bahaj, 2014). Benzer şekilde tarımda teknolojinin kullanımının artması gibi faktörler fosil yakıtlara olan talebi arttırmaktadır. Ülkeler, tarımsal üretimden kaynaklanan çevresel zararları azaltmak için fosil yakıt kullanımı yerine yenilenebilir enerji kullanımını arttırmalıdır (Ben Jebli ve Ben Yousef, 2017). Çevre kirliliğinin ölçülmesinde, ekolojik ayak izi önemli değişkenlerden biridir. Ekolojik ayak izi, mal ve hizmetlerin üretimi ve tüketimi sonucunda insan faaliyetlerinin çevreden ne kadar yenileyici biyolojik kapasite talep ettiğini gösterir (Baloch vd., 2019). Bu çalışmada da ekolojik ayak izinin kullanılması tercih edilmiştir.

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'de tarımsal faaliyet ile ekolojik ayak izi arasındaki etkileşimi ortaya koymaktır. Bu amaç perspektifinden, Türkiye'de ekolojik ayak izi, nüfus artış hızı, ekonomik büyüme ve son olarak tarımsal ithalat ve ihracatın tarımsal üretim hasılatı üzerinde meydana getirdiği etkileri Genişletilmiş ARDL yöntemiyle ortaya koymaktır. Bu çalışmanın literatüre en önemli katkılarından biri, öncelikli olarak Türkiye için kirliliğin genel ekonomik faaliyet üzerindeki etkisine ve tarım sektörüne odaklanan çalışmaların az olması ve önceki çalışmalardan farklı olarak, tarımsal üretim ve ekolojik ayak izi ile arasındaki ilişkinin yeni bir yöntem olan genişletilmiş ARDL yöntemiyle test edilmesi önceki çalışmalardan farklılaşmaktadır.

Çalışma, ilk olarak iklim değişikliğinin tarımsal verimlilik üzerindeki etkilerine ilişkin literatür gözden geçirilmiştir. Daha sonra, çalışmanın metodolojisinde yer alan yöntem, değişkenler ve yapılan testlere ilişkin bilgi verilmiş ve son olarak sonuç bölümüne yer verilerek bitirilmiştir.

LİTERATÜR TARAMASI

İklimsel değişimlerin etkisinin gittikçe artması, tarım sektörü ve makro ekonomik göstergeler üzerindeki etkilerine yönelik olan çalışmaların sayısında da artışlar olmuştur. Ancak literatürde yer alan bu çalışmalar birbirinden farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar, kullanılan değişkenlerin, dönemin, ülkelerin ya da yöntemlerin farklı olmasından kaynaklandığı söylenebilmektedir. İlgili alan yazın incelendiğinde, öncü çalışmalardan biri Rosenzweg ve Parry tarafından 1994 yılında yazılan çalışmaları, bir diğeri ise Mendelsohn ve Dnar (1999)'tın çalışmalarıdır. Bu konuyu ampirik literatürde inceleyen başlıca çalışmalar Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. İklim Krizi ve Tarımsal Üretimle İlgili Literatür Taraması

Yazar	Ülke	Dönem	Değişkenler	Yöntem	Bulgular
İslam vd., (2014)	Güneydoğu Asya ülkeleri	1975-2011	CO ₂ , AGR, gübre, sermaye ve nüfus	Panel ARDL ve PMG	CO ₂ 'nin tarım üzerinde pozitif bir etkisi vardır.
Khalid vd., (2016)	10 Ülke	1990-2014	AGR, GSYİH, CO ₂ , sermaye, AGRE, ARAZİ, AGRPİ, gübre	Panel OLS	CO ₂ 'nin tarım üzerinde pozitif bir etkisi vardır.
Jebli ve Youssef (2017)	Tunus	1980-2011	GSYİH, CO ₂ , AGR, ticari açıklık, REN	VECM nedensellik	Tarım ile CO ₂ arasında çift yönlü bir ilişki vardır.
Zafeiriou ve Azam (2017)	Fransa, Portekiz ve İspanya	1992-2014	CO ₂ ve AGR	ARDL, VECM nedensellik	CO ₂ 'den tarım değişkenine doğru tek yönlü bir nedensellik vardır.
Waheed vd., (2018)	Pakistan	1990-2014	CO ₂ , REN, AGR ve orman alanı	ARDL eşbütünleşmesi, VECM nedensellik	Tarımdan CO ₂ 'ye doğru tek yönlü bir nedensellik vardır.
Hayaloğlu (2018)	10 Ülke	1990-2016	GDP, AGR, CO ₂ , LAND, nüfus, sermaye ve eğitim	Panel OLS	CO ₂ 'nin tarım üzerinde negatif bir etkisi vardır.
Jebli ve Youssef (2019)	Brezilya	1980-2013	CO ₂ , GDP, CRW ve AGR	ARDL, VECM nedensellik	Kısa vadeli bir nedensellik ilişkisi yoktur. Ancak tarım ile CO ₂ arasında çift yönlü, uzun vadeli bir ilişki vardır.
Ngarava vd., (2019)	Güney Afrika	1990-2012	CO ₂ , AGR, kömür ve elektrik enerjisi	ARDL, Granger nedenselliği	Tarımdan CO ₂ 'ye doğru tek yönlü bir nedensellik vardır.
Olanipekun vd., (2019)	Afrika Ülkeleri	1996-2015	EFP, GDP, REN, nüfus ve AGR ve RQ	Emirmahmutoglu ve Kose Granger nedenselliği	Ekolojik ayak izi ile CO ₂ arasında çift yönlü bir ilişki vardır.
Qiao vd.,	G20	1990-2014	CO ₂ , GDP,	Panel	Tarımdan

(2019)	Ülkeleri		AGR ve REN	VECM nedenselliği	CO2'ye doğru tek yönlü bir nedensellik vardır.
Pakdemirli (2020)	Türkiye	1961-2018	AGR ve CO2	ARDL, VAR	Tarım ile CO2 arasında güçlü bir ilişki vardır.
Wang (2022)	Çin	1985-2019	AGR, CO2, LAND, GDP, AGR ihracat	ARDL, Johansen eşbütünleşmesi	CO2'nin tarım üzerinde pozitif etkisi vardır.
Jebli ve Youssef (2017)	5 Kuzey Afrika Ülkesi	1980-2011	REN, GDP, tarım ve CO2 emisyonu	Granger nedensellik, Pedroni eşbütünleşme, OLS, FMOLS ve DOLS	Tarım ise CO2 emisyonunu artırmaktadır. Tarım ve emisyon arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.
Liu vd. (2017)	ASEAN 4 ülkeleri (Endonezya, Malezya, Filipinler ve Tayland)	1971-2013	REN, GSYH, AGR ve CO2 emisyonu	Panel VECM Granger nedensellik, Pedroni ve Kao eşbütünleşme, OLS, FMOLS ve DOLS	Tarımsal katma değer CO2 emisyonunu azaltmaktadır.
Waheed vd. (2018)	Pakistan	1990-2014	AGR, REN ormanlık alan ve CO2 emisyonu	ARDL, FMOLS ve DOLS	Tarımsal üretimin ise çevre kirliliği üzerinde istatistiksel olarak bir etkisi yoktur.
Özgür Güler ve Börüban (2019)	103 orta ve üst gelirli ülke	2012	GDP, AGR, tarımsal istihdam, temiz suya erişim, ekonominin yapısı ve CO2	Yapısal eşitlik modellemesi	Tarım sektörünün ağırlığının çevresel kalite üzerindeki etkisi negatif yönlüdür.

Okumuş (2020)	Türkiye	1968-2014	AGR, GDP, REN, kentleşme oranı, dışa açıklık oranı ve CO2	ARDL	Tarımsal katma değer, yenilenemez enerji tüketimi, ticari serbestleşme ve kentleşme hem kısa hem de uzun dönemde CO2 emisyonunu artırmaktadır.
Çetin vd. (2020)	Türkiye	1968-2016	CO2, GDP, AGR, REN ve LAND	ARDL	Uzun dönemde tarımsal katma değer ile tarımsal arazi CO2 emisyonunu düşürmektedir. Tarımdan CO2'ye doğru tek yönlü bir nedensellik vardır.
Pata (2021)	BRIC ülkeleri	1971-2016	Model 1: EAG, küreselleşme, REN ve AGR. Model 2: CO2 emisyonu, küreselleşme, REN ve AGR.	Fourier-ADL eşbütünleşme ve Fourier Toda-Yamamoto nedensellik	Tarım ve çevre kirliliği arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.

AGR (Tarımsal Katma Değer), REN (Yenilenebilir Enerji Kaynağı), AGRE (Devletin Tarım Harcamaları), AGRPI (Tarımsal Üretim Endeksi), CRW (Yanabilir Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Atık Tüketimi), EFP (Ekolojik Ayak İzi), RQ (Düzenleyici Kalite)

Tablo 1 incelediğinde, tarım ile iklim değişikliği arasında güçlü bir ilişkinin olduğu, bu etkinin ölçülmesinde özellikle CO2 ve tarımsal üretim değeri göz önüne alınarak yapıldığı gözlemlenmiştir. Bazı çalışmalarda CO2'den tarıma doğru tek yönlü bir ilişki varken (Okumuş, 2020; Zafeiriou ve Azam (2017), diğer çalışmalarda ise, tarımdan CO2'ye doğru tek yönlü (Çetin vd., 2020; Liu vd., 2017; Qiao vd., 2019) bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca bazı çalışmalarda tarım ve CO2 arasında çift yönlü bir ilişki tespit edilmiştir (Pata, 2021; Jebli ve Youssef, 2017).

VERİ SETİ

Çalışmada tarımsal ürün ihracatı ve ithalatın, ekonomik büyümenin, nüfus artış hızının ve ekolojik ayak izinin tarımsal katma değer üzerindeki etkisi genişletilmiş ARDL testi ile araştırılmıştır. Çalışmada ele alınan seriler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: Çalışmada Kullanılan Seriler

Seriler	Değişkenlerin Açıklaması	Kaynak	Yıl Aralığı
TARIM	Tarım, ormancılık ve balıkçılık, katma değer (%GDP)	Dünya Bankası	1987 – 2021
TRIHRCCT	Tarımsal ürün ihracatı (% toplam ihracat)	Dünya Bankası	
TRITHLT	Tarımsal ürün ithalatı (% toplam ithalat)	Dünya Bankası	
GRW	Ekonomik Büyüme (%)	Dünya Bankası	
NFSAH	Nüfus artış hızı (% Toplam Nüfus)	Dünya Bankası	
EAIZI	Ekolojik ayak izi	GFN	

Tablo 2’de EAIZI değişkeni dışındaki değişkenler oran değişken olduğu için logaritmaları alınmamıştır. EAIZI değişkeninin maksimum ve minimum değerleri arasındaki farkın oldukça küçük olması nedeni ile logaritması alınmamıştır. Bu bağlamda çalışmada incelenecek ekonomik model aşağıdaki gibidir:

$$TARIM = \beta_0 + \beta_1 TRIHRCT + \beta_2 TRITHLT + \beta_3 GRW + \beta_4 NFSAH + \beta_5 EAIZI + \epsilon_t \quad (1)$$

Eşitlik (1)’de TARIM bağımlı değişken olarak belirlenmiştir. TRIHRACAT, TRITHLT, GRW, NFSAH ve EAIZI değişkenleri ise bağımsız değişken olarak belirlenmiştir. β_1 TRIHRACAT parametresinin, β_2 TRITHLT parametresinin, β_3 GRW parametresinin, β_4 NFSAH parametresinin, β_5 EAIZI parametresinin esnekliğidir. Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 3’de sunulmuştur.

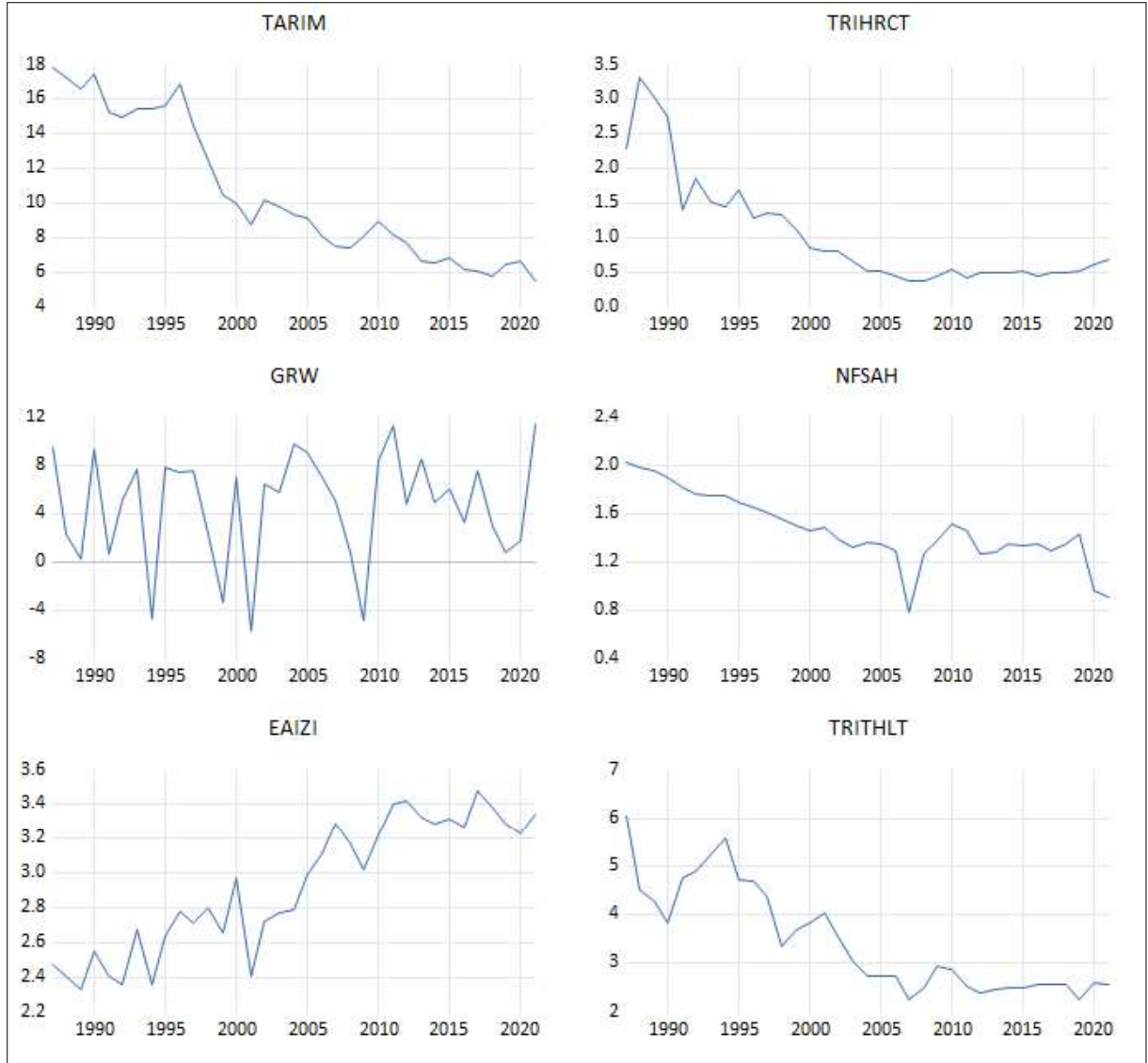
Tablo 3: Tanımlayıcı İstatistikler

	TARIM	TRIHRCCT	GRW	NFSAH	EAIZI	TRITHLT
Ortalama	10.5722	1.0404	4.6893	1.4745	2.9247	3.4499
Medyan	9.1653	0.6541	5.7632	1.4296	2.9754	2.9464
Maksimum	17.8184	3.3132	11.4393	2.0227	3.4762	6.0432
Minimum	5.5337	0.3687	-5.7501	0.7967	2.3256	2.2453
Standart Sapma	4.1178	0.7935	4.5466	0.2855	0.3767	1.0797
Çarpıklık	0.5227	1.4732	-0.7536	-0.0881	-0.1506	0.7417
Basıklık	1.7251	4.3057	2.8082	3.0063	1.5841	2.3371
Jarque-Bera	3.9644	15.1471	3.3664	0.0453	3.0556	3.8503
Olasılık	0.1377	0.0005	0.1857	0.9776	0.2171	0.1458

Tablo 3’deki veriler incelendiğinde değişimin ölçüsü olarak ortalama dikkate alınır, ortalamalar pozitif, en yüksek ortalama TARIM ve en düşük ortalama ise TRIHRCT değişkenine aittir. Standart sapma dikkate alınır, GRW değişkeni oynaklığı en yüksek değişken olurken, oynaklığı en düşük olan değişken ise NFSAH değişkeni olduğu görülmektedir. GRW, NFSAH ve EAIZI değişkenlerinin çarpıklık değerleri negatiftir. Negatif çarpıklık, dağılımın kuyruğunun sola çarpık olduğunu göstermektedir. Diğer değişkenlerin çarpıklık değeri pozitifdir. Pozitif çarpıklık ise, dağılımın kuyruğunun sağa çarpık olduğunu göstermektedir. Tüm değişkenlerin basıklık değerlerinin pozitif olması, normalden daha dik bir dağılıma sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca TRIHRCT değişkeni dışındaki

değişkenlerin Jarque-Bera olasılık (P) değerleri $P > 0.05$ olduğu için normal dağılıma sahip oldukları tespit edilmiştir. Şekil 1’de değişkenlere ilişkin zaman yolu grafikleri verilmiştir.

Şekil 1: Değişkenlerin Zaman Yolu Grafikleri



Şekil 1’de değişkenlere ilişkin grafikler değerlendirildiğinde GRW değişkeninin durağan olduğu, diğer serilerin durağan olmadıkları gözlemlenmiştir. Gene de serilerin durağanlığını ortaya koymak için serilere birim kök testi uygulanmasına karar verilmiştir.

METODOLOJİ

Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen geleneksel ARDL yöntemine göre, seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığını tespit etmek amacıyla tüm değişkenlere F testi, bağımlı değişkene ise t testi uygulanmıştır. Genişletilmiş ARDL (AARDL) yönteminde bu iki testin yanı sıra F_{IND} testi de kullanılmaktadır. Geleneksel ARDL yöntemi bağımlı değişkenin $I(1)$ olması gerektiğini belirtir. AARDL yöntemi ise bu kuralı ortadan kaldırır ve AARDL yönteminde endojen(içsel) bir değişkenin varlığı kısıtlanmamıştır. Bu bağlamda içsellik sorunu ortadan kalkmış oluyor. Ayrıca bu yöntem küçük örneklerde bile anlamlı sonuçlar verebilmektedir (Ahmed vd. 2022: 775 - 776). AARDL yönteminde eşbütünleşme ilişkisinin olması için her üç testin de ($F_{OVERALL}$, t_{DV} ve F_{IDV}) anlamlı olması gerekir (McNown

vd. 2018). Eşbütünleşme ilişkisini belirlemek için kullanılan bu üç test istatistiği aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$F_{\text{overall}} \text{ test } H_0: \phi_1 = \phi_2 = \phi_3 = \phi_4 = 0 \quad (2)$$

$$t_{DV} \text{ test } H_0: \phi_1 = 0 \quad (3)$$

$$F_{IDV} \text{ test } H_0: \phi_2 = \phi_3 = \phi_4 = 0 \quad (4)$$

AARDL yönteminin geçerli olabilmesi için üç testinde (F_{OVERALL} , t_{DV} ve F_{IDV}) anlamlı olması gerekir. F_{OVERALL} testi için Narayan (2005) makalesindeki, t_{DV} testi için Pesaran vd. (2001) makalesindeki ve F_{IDV} testi için Sam vd. (2019) makalesindeki kritik değerlere bakılarak karar verilir.

Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen Geleneksel ARDL modelinde, eş bütünleşme ilişkisinin geçerli olduğu belirlendikten sonra, kısa dönem hata düzeltme katsayısı da hesaplanır. Ancak Genişletilmiş ARDL (AARDL) modelinin esas alındığı Sam vd. (2019) çalışmasında hata düzeltme katsayısını hesaplamamıştır. Bu doğrultuda çalışmada hata düzeltme katsayısı hesaplanmamıştır.

Ayrıca çalışmada, Türkiye'de TARIM ile TRIHRACAT, TRITHLT, GRW, NFSAH ve EAIZI arasındaki nedensel ilişkinin simetrik yönünü incelemek için Hacker ve Hatemi-J (2006) nedensellik testi kullanılmıştır.

Çalışmanın bundan sonraki kısmında Eviews 12, Gauss ve WinRats programı kullanılarak genişletilmiş ARDL sınır testi ve simetrik nedensellik testi yapıp bulgular ortaya koyulup sonuç ve değerlendirme yapılacaktır.

VERİ ANALIZI VE BULGULAR

Ekonometrik analiz yapabilmek ve değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koyabilmek için ilk olarak serilerin durağan olup olmadıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Durağanlık testi için değişkenlere Dickey ve Fuller (1979) tarafından geliştirilen ADF, Phillips ve Perron (1988) tarafından geliştirilen PP testi uygulanmış ve raporlar Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4: Değişkenlerin ADF, PP Durağanlık Testi

Seri	ADF			PP		
	Test İst.	%1	%5	Test İst.	%1	%5
TARIM	-1.8983	-4.2529	-3.5484	-2.0825	-4.2528	-3.5484
Δ TARIM	-3.939	-4.2967	-3.5684	-5.4765	-4.2627	-3.5529
TRIHRCCT	-2.1766	-3.6999	-2.9763	-1.8385	-3.6394	-2.9511
Δ TRIHRCCT	-8.3131	-3.6463	-2.9541	-8.1015	-3.646	-2.9541
TRITHLT	-2.4495	-3.6394	-2.9511	-2.4495	-3.6394	-2.9511
Δ TRITHLT	-6.4526	-3.6463	-2.9541	-6.6091	-3.6463	-2.9541
GRW	-6.2389	-3.6394	-2.9511	-6.6309	-3.6394	-2.9511
NFSAH	-3.0553	-4.2529	-3.5485	-2.9365	-4.2529	-3.5485
Δ NFSAH	-6.6923	-4.2628	-3.5529	-9.6825	-4.2627	-3.5529
EAIZI	-4.5358	-4.2529	-3.5485	-4.5755	-4.2529	-3.5485

Not: TARIM, NFSAH, EAIZI: Sabitli ve trendli, TRIHRCT, TRITHLT, GRW: Sabitli, Eviews 12 programı tarafından belirlenen otomatik gecikme uzunluğu dikkate alınarak SC bilgi kriterlerine göre analize dâhil edilmiştir.

ADF ve PP test sonuçlarına göre GRW ve EAZI değişkenleri düzeyde durağan, diğer değişkenler ise birim köklü çıkmıştır. TARIM değişkeninin birinci farkı alınmış Δ TARIM ile, TRIHRCT değişkeninin birinci farkı alınmış Δ TRIHRCT ile, TRITHLT değişkeninin birinci farkı alınmış Δ TRITHLT ile, NFSAH değişkeninin birinci farkı alınmış Δ NFSAH ile gösterilmiştir. Tablo 4'teki veriler dikkate alındığında Geleneksel birim kök testleri yapısal kırılmaları dikkate almadığından dolayı sonuçları yanıltıcı olabilir. Diğer bir ifade ile durağan olmayan serileri durağanmış gibi gösterebilir. Bu durumu ortadan kaldırmak için serilere iki yapısal kırılmalı Lee Strazicich birim kök testi uygulanmış sonuçlar Tablo 5'te raporlanmıştır.

Tablo 5: Değişkenlerin Lee Strazicich Durağanlık Testi

Değişken	Model	Test ist.	Kırılma Tarihleri	Kritik Değerler	
				%1	%5
TARIM	Model A	-3.283357	1997 – 2000	- 4.073000	-3.563000
	Model C	-6.009553	2000 – 2014	- 6.691000	-6.152000
Δ TARIM	Model A	-4.740368	2003 – 2007	- 4.073000	-3.563000
	Model C	-6.975187	1998 – 2017	- 6.821000	-5.917000
TRIHRCT	Model A	-1.657139	2000 – 2010	- 4.073000	-3.563000
	Model C	-18.26982	1998 – 2005	- 6.750000	-6.108000
Δ TRIHRCT	Model A	-13.39534	2004 – 2010	- 4.073000	-3.563000
	Model C	-7.949338	2005 – 2014	- 6.691000	-6.152000
TRITHLT	Model A	-3.227555	2001 – 2008	- 4.073000	-3.563000c
	Model C	-10.06747	2005 – 2016	- 6.691000	-6.152000
Δ TRITHLT	Model A	-4.795412	1997 – 2009	- 4.073000	-3.563000
	Model C	-12.20532	2011 – 2017	- 6.932000	-6.175000
NFSAH	Model A	-3.229406	2007 – 2018	- 4.073000	-3.563000
	Model C	-11.43679	2006 – 2018	- 7.004000	-6.185000
Δ NFSAH	Model A	-6.752440	2008 – 2015	- 4.073000	-3.563000
	Model C	-14.84519	2005 – 2013	- 6.978000	-6.288000
GRW	Model A	-5.759548	1997 – 2002	- 4.073000	-3.563000
	Model C	-8.370769	2008 – 2015	- 6.978000	-6.288000

EAIZI	Model A	-4.310234	1998 – 2000	- 4.073000	-3.563000
	Model C	-8.346468	1999 – 2010	- 6.932000	-6.175000

Tablo 5’teki verilere göre GRW ve EAIZI değişkenleri %5 anlamlılık düzeyinde hem Model A hem de Model C için düzeyde I(0) durağan çıkmıştır. Diğer değişkenleri ise Model A ve Model C için %1 anlamlılık düzeyinde birinci farkta I(1) durağan çıkmıştır. Değişkenlerin hiçbirinin ikinci farkta durağan çıkmaması (I(d) ve d<2) nedeni ile ARDL modeli tercih edilmiştir. Ancak geleneksel ARDL modelinde bağımsız değişken I(0) olmaması gerekir. Bu nedenle geleneksel ARDL modeli yerine bağımlı değişkeni I(0) veya I(1) düzeyinde analiz etmeye imkan veren genişletilmiş ARDL modeli uygulanmıştır.

Bundan sonra ilk olarak TARIM değişkeninin bağımlı değişken TRIHRCT, GRW, NFSAH, EAIZI ve TRITHLT değişkenlerinin bağımsız değişken olduğu TARIM = (TRIHRCT, GRW, NFSAH, EAIZI ve TRITHLT) için en uygun gecikmeli genişletilmiş ARDL modeli araştırılmış ve Schwarz bilgi kriteri dikkate alınıp 4 gecikmeye kadar 12.500 model içerisinde en uygun ARDL modelin ARDL (4, 0, 0, 0, 1, 0) olduğu görülmüştür. Buna göre TARIM değişkeninin dört (4) gecikmesi, TRIHRCT, GRW, NFSAH ve TRITHLT değişkenlerinin sıfır (0) gecikmesi ile EAIZI değişkeninin bir (1) gecikmesi modele eklenmiştir. Sınır değerleri Tablo 6’da raporlanmıştır.

Tablo 6: Sınır Testi

Model				Gecikmeler
TARIM = \int (TRIHRCT, GRW, NFSAH, EAIZI, TRITHLT)				4, 0, 0, 0, 1, 0
TARIM				
Testler	Hesaplanan Değer	Alt Sınır	Üst Sınır	Kaynaklar
F _{OVERALL}	5.693	3.037	4.443	Narayan (2005)
t _{DV}	-4.866	-2.86	-4.19	Peseran vd. (2001)
F _{IDV}	5.662	2.65	4.54	Sam vd. (2019)

Not: Sınır değerler %5 anlamlılık düzeyinde elde edilmiştir.

Tablo 6’da gösterilen sınır testi sonuçlarına göre tüm testler için hesaplanan değerler %1 anlamlılık düzeyinde üst sınır seviyesinden fazla olduğu için seriler arasında uzun dönemli kointegrasyon olduğu kabul edilir. Söz konusu eş bütünleşme ilişkisi Tablo 7’de raporlanmıştır.

Tablo 7: Genişletilmiş ARDL Eş bütünleşme İlişkisi

The dependent variable: TARIM				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TRIHRCT	3.190750	0.992760	3.214019	0.0044
GRW	0.166711	0.067281	2.477843	0.0223
NFSAH	2.050916	0.714774	2.869319	0.0095
EAIZI	-2.311078	1.105267	-2.090969	0.0495
TRITHLT	-2.131734	1.539438	-1.384749	0.1814

Tablodaki uzun dönemli tahmin sonuçlarına bakıldığında; TRIHRCT, GRW, NFSAH ve EAIZI serilerinin katsayıları istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve TRIHRCT, GRW, NFSAH serileri pozitif olarak, EAIZI serisi ise negatif olarak TARIM serisini etkilediği anlaşılmaktadır. TRITHLT değişkeni ise istatistiki olarak anlamsız bulunmuştur.

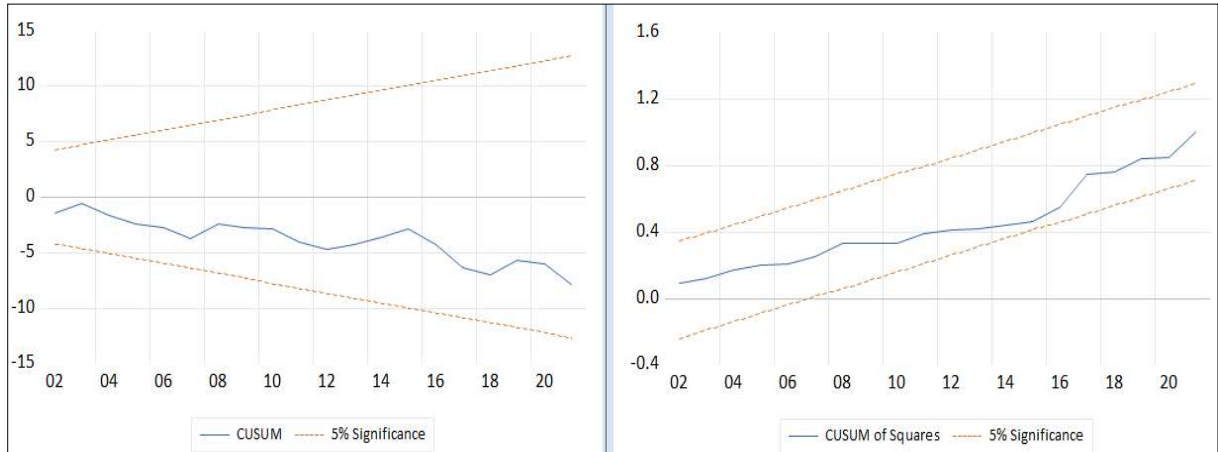
Tablo 8. Tanı Testleri

Testler	t Stat.	P
Breusch-Godfrey Seri Korelasyon LM Testi	2.973731	0.0766
Değişken Varyans Testi: Harvey (F – test)	1.309582	0.2905
Ramsey RESET Test	1.979166	0.0625
Jarque-Bera Test	1.687865	0.4301

Tablo 8’deki verilere göre Model-1 Heteroskedastike ve değişen varyans sorununun olmadığı ve normal dağıldığı görülmektedir. Ayrıca model spefikasyonunun doğru kurulduğu anlaşılmaktadır.

AARDL model testinin geçerliliğini kontrol etmek için Brown vd. (1975) tarafından geliştirilen kümülatif toplam (CUSUM) ve kümülatif kareler toplamı (CUSUMSQ) testlerinden yararlanılmıştır.

Şekil 2: Cusum ve Cusumsq Grafikleri



Şekil 2’de hem CUSUM hem de CUSUMSQ testlerinde grafiğin %5 anlamlılık seviyesinde sınırlar dahilinde kaldığını göstermektedir. Bu, model tahmininde kullanılan tüm parametrelerin örneklem dönemi boyunca sabit olduğunu gösterir. Bu nedenle çalışmada kullanılan parametreler ve modeller etkin ve güvenilirlerdir.

Çalışmada kullanılan serilerin birbirleri arasındaki nedensellik ilişkisini ortaya koyabilmek için Hacker-Hatemi (2006) Nedensellik Testi gerçekleştirilmiş, raporların sonuçları aşağıdaki tablo 9’da gösterilmektedir.

Tablo 9: Hacker ve Hatemi-J (2006) Simetrik Nedensellik Testi Sonuçları

Hipotez	Test Stat.	Bootstrap Kritik Değerler			KARAR
		%1	%5	%10	
GRW→TARIM	8.945	7.254	4.113	2.807	Nedensellik Var
TARIM→GRW	0.274	7.892	4.179	2.896	Nedensellik Yok
TRITHLT→TARIM	0.650	8.252	4.619	3.267	Nedensellik Yok
TARIM→TRITHLT	0.990	7.617	4.218	2.881	Nedensellik Yok
TRIHRCCT →TARIM	7.962	14.809	9.360	7.152	Nedensellik Yok
TARIM →TRIHRCCT	15.007	14.406	9.024	6.949	Nedensellik Var
EAIZI →TARIM	12.715	7.360	4.112	2.845	Nedensellik Var
TARIM →EAIZI	0.002	7.731	4.184	2.857	Nedensellik Yok
NFSAH →TARIM	11.912	7.615	4.273	2.900	Nedensellik Var
TARIM →NFSAH	1.069	6.911	4.038	2.777	Nedensellik Yok

Not: Kritik değerler, bootstrap kullanılarak 10.000 yinleme ile elde edilmiştir. Optimal gecikme uzunluğu yıllık veri kullanıldığı için 4 olarak alınmıştır.

Tablo 9'da verilere göre, ekonomik büyümeden tarımsal katma değere doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu göstermektedir. Bu, ekonomik büyümenin tarımsal katma değere neden olduğu anlamına gelir; yani GRW, TARIM'ı etkilerken, TARIM, GRW'ü etkilemez. Sonuçlar EAIZI ve NFSAH değişkenlerinden TARIM'a doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. TARIM'dan EAIZI ve NFSAH değişkenlerine doğru herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilmemiştir. Ayrıca TRIHRCT'tan TARIM değişkenine doğru tek yönlü ilişki tespit edilmiştir. TRITHLT ile TARIM değişkenleri arasında nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.

Sonuç ve Tartışma

Çalışmada, Türkiye'de 1987'den 2021'e kadar tarımsal ürün ihracatı, tarımsal ürün ithalatı, ekonomik büyüme, ekolojik ayak izi ve nüfus artış hızı ile tarımsal ürün katma değeri arasındaki eşbütünlük ve nedensellik ilişkileri incelenmiştir. Yıllık zaman serisi verileri Dünya Bankası ve Global Footprint Network elektronik veri tabanından alındı. Değişkenlere geleneksel ADF ve PP birim kök testleri ile iki yapısal kırılmalı Lee Strazicich birim kök testi uygulanmış, değişkenlerin düzeyde ve birinci farkta durağan olduğu, hiçbir değişkenin ikinci farkta durağan olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlara göre çalışmada genişletilmiş ARDL testi tercih edilmiştir. AARDL sınır testi sonuçları değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisi olduğunu doğrulamaktadır. Uzun dönemli sonuçlar, tarımsal ürün ihracatındaki %1'lik artışın tarım katma değerinde %3.2 artışa, ekonomik büyümedeki %1'lik artışın tarım katma değerinde %0,17 artışa, nüfus artış hızındaki %1'lik artışın tarım katma değerinde %0,21 artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ekolojik ayak izindeki %1'lik artışın tarımsal katma değeri %2.3 azalttığı gözlemlenmiştir. Tarımsal ürün ithalatının tarımsal katma değer üzerindeki etkisi ise anlamsız çıkmıştır.

Ayrıca Hacker-Hatemi (2006) Nedensellik Testi sonuçlarına göre, ekonomik büyümeden tarımsal katma değere doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu göstermektedir. Bu, ekonomik büyümenin tarımsal katma değere neden olduğu anlamına gelir; yani GRW, TARIM'ı etkilerken, TARIM, GRW değişkenini etkilemez. Sonuçlar EAIZI ve NFSAH değişkenlerinden TARIM değişkenine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. TARIM değişkeninden EAIZI ve NFSAH değişkenlerine doğru herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilmemiştir. Ayrıca TRIHRCT değişkeninden TARIM değişkenine

doğru tek yönlü ilişki tespit edilmiştir. TRITHLT ile TARIM değişkenleri arasında nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.

Politika önerileri çalışmadaki ampirik sonuçlara dayanılarak yapılmıştır. Politika yapıcılar, katma değerli tarım ürünleri üreten, işleyen ve pazarlama kanalları sağlayan endüstrileri sübvansede etmeli ve onları ekolojik ayak izini azaltmaya yönelik olarak yenilenebilir enerji tüketmeye teşvik etmelidir. Uluslararası düzeyde ihracatın artırılması için politika yapıcılarının sergiler düzenlemesi ve yeni uluslararası pazarlar bulmak amacıyla ülkemizin tarım ürünlerini tanıtmaları gerekir. Tarım ürünleri ihracatının artırılması, yalnızca ülkemizin ekonomik kalkınmasına katkı sağlamakla kalmayacak, aynı zamanda gıda talebiyle mücadele etmek amacıyla tarım dışı birçok ülkeye tarım ürünlerini ihraç etme fırsatı da sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Ahmed, Z., Can, M., Sinha, A., Ahmad, M., Alvarado, R., & Rjoub, H. (2022). Investigating the Role of Economic Complexity in Sustainable Development and Environmental Sustainability. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 29(8), 771-783.
- Baloch, M. A., Zhang, J., Iqbal, K., & Iqbal, Z. (2019). The effect of financial development on ecological footprint in BRI countries: evidence from panel data estimation. *Environmental science and pollution research*, 26, 6199-6208.
- Bazzaz, F. A., & Sombroek, W. G. (1996). Global climatic change and agricultural production: An assessment of current knowledge and critical gaps. *Global Climate Change and Agricultural Production*, Rome, 319-330.
- Brown, R. L., Durbin, J., & Evans, J. M. (1975). Techniques for Testing the Constancy of Regression Relationships over Time. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*, 37(2), 149-163.
- Çetin, M., Saygin, S., & Demir, H. (2020). Tarım sektörünün çevre kirliliği üzerindeki etkisi: türkiye ekonomisi için bir eşbütünleşme ve nedensellik analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3), 329-345.
- ÇŞB (2012), Türkiye’de İklim Değişikliğinin Tarım ve Gıda Güvencesine Etkileri. Türkiye’nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, Ankara.
- Dellal, D., Mccarl, B. A. and Butt, T. (2011). The economic assessment of climate change on Turkish agriculture. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 12(1): 376–385.
- Dickey, D., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Time Series Regressions with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427-431.
- Güler, E. Ö., & Börüban, C. (2019). Tarımsal Üretim ve Ölçek Etkisinin Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 28(3), 1-11.
- Hacker, R. S., & Hatemi-J, A. (2006). Tests for Causality Between Integrated Variables Using Asymptotic and Bootstrap Distributions: Theory and Application. *Applied Economics*, 38(13), 1489-1500.
- Hayaloğlu, P. (2018). İklim değişikliğinin tarım sektörü ve ekonomik büyüme üzerindeki etkileri. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 9(25): 51–62.
- Islam, M., Kazi, M., & Tarique, K. M. (2014). CO₂/sub 2/emission and agricultural productivity in southeast asian region: a pooled mean group estimation. *Science Vision*, 20(1), 93-99.
- Jebli, B. M. and Youssef, S. B. (2019). Combustible renewables and waste consumption, agriculture, CO₂ emissions and economic growth in Brazil. *Carbon Management*, 10(3): 309–321. <https://doi.org/10.1080/17583004.2019.1605482>

- Jebli, M. B., & Youssef, S. B. (2017). The role of renewable energy and agriculture in reducing CO₂ emissions: Evidence for North Africa countries. *Ecological indicators*, 74, 295-301.
- Khalid, A. A., Mahmood, F., & Rukh, G. (2016). Impact of Climate Changes on Economic and Agricultural Value Added Share in GDP. *Asian Management Research Journal*, 1(1), 35-48.
- Liu, H., Li, X., Fischer, G., & Sun, L. (2004). Study on the impacts of climate change on China's agriculture. *Climatic Change*, 65(1-2), 125-148.
- McNown, R., Sam, C. Y., & Goh, S. K. (2018). Bootstrapping the Autoregressive Distributed Lag Test for Cointegration. *Applied Economics*, 50(13), 1509-1521.
- Narayan, P. K. (2005). The Saving and Investment Nexus for China: Evidence from Cointegration Tests. *Applied economics*, 37(17), 1979-1990.
- Ngarava, S., Zhou, L., Ayuk, J. and Tatsvarei, S. (2019). Achieving food security in a climate change environment: Considerations for environmental kuznets curve use in the South African agricultural sector. *Climate*, 7(9): 108. <https://doi.org/10.3390/cli7090108>
- Okumuş, İ. (2020). Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimi, tarım ve CO₂ emisyonu ilişkisi. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6(1), 21-34.
- Olanipekun, I. O., Olasehinde-Williams, G. O. and Alao, R. O. (2019). Agriculture and environmental degradation in Africa: The role of income. *Science of the Total Environment*, 692: 60–67. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.129>
- Pakdemirli, B. (2020). CO₂ emisyon değerlerinin tarım üzerindeki etkileri: Türkiye örneği.
- Pata, U. K. (2021). Linking renewable energy, globalization, agriculture, CO₂ emissions and ecological footprint in BRIC countries: A sustainability perspective. *Renewable Energy*, 173, 197-208.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of applied econometrics*, 16(3), 289-326.
- Phillips, P. C., & Perron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Qiao, H., Zheng, F., Jiang, H., & Dong, K. (2019). The greenhouse effect of the agriculture-economic growth-renewable energy nexus: evidence from G20 countries. *Science of the Total Environment*, 671, 722-731.
- Tan, Q., Huang, G. H., & Cai, Y. P. (2015). A Fuzzy Evacuation Management Model Oriented Toward the Mitigation of Emissions. *Journal of Environmental Informatics*, 25(2).
- Tan, Q., Huang, G. H., & Cai, Y. P. (2015). A Fuzzy Evacuation Management Model Oriented Toward the Mitigation of Emissions. *Journal of Environmental Informatics*, 25(2).
- Waheed, R., Chang, D., Sarwar, S. and Chen, W. (2018). Forest, agriculture, renewable energy, and CO₂ emission. *Journal of Cleaner Production*, 172: 4231–4238. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.287>
- Wang, H. (2022). Role of environmental degradation and energy use for agricultural economic growth: Sustainable implications based on ARDL estimation. *Environmental Technology and Innovation*, 25: 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.102028>
- Zafeiriou, E., & Azam, M. (2017). CO₂ emissions and economic performance in EU agriculture: Some evidence from Mediterranean countries. *Ecological Indicators*, 81, 104-114.
- Zhang, L. X., Wang, C. B., & Bahaj, A. S. (2014). Carbon emissions by rural energy in China. *Renewable Energy*, 66, 641-649.
- Zhang, T., Tan, Q., Yu, X., & Zhang, S. (2020). Synergy assessment and optimization for water-energy-food nexus: Modeling and application. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 134, 110059.

FERMENTE ORGANİK VE ORGANOMİNERAL GÜBRELERİN KİMYASAL GÜBRE UYGULAMALARI İLE BUĞDAY-AYÇİÇEĞİ ROTASYONUNDA VERİM VE TOPRAK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN KARILAŞTIRMALI OLARAK BELİRLENMESİ SÜTAŞ A.Ş. ÖRNEĞİ

COMPARATIVE DETERMINATION OF THE EFFECT OF FERMENTED ORGANIC AND ORGANOMINERAL FERTILIZERS ON YIELD AND SOIL PROPERTIES IN WHEAT-SUNFLOWER ROTATION WITH CHEMICAL FERTILIZER APPLICATIONS SUTAS I.C.

Samet ATA
Sütaş Süt Ürünleri A.Ş.

Prof. Dr. Barış Bülent AŞIK
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Fakültesi

ABSTRACT

Introduction and Purpose: This study was carried out to determine the effectiveness of fermented solid organic fertilizer (SFG) and liquid organic fertilizer (SFG) and organomineral fertilizers (OMG) obtained from the processing of plant and animal wastes in the Karacabey biogas plant of Enfaş A.Ş., one of the Sütaş Group companies, in comparison with chemical fertilizer (KİM) application. **Materials and Methods:** In this study, sunflower was grown in the first year and wheat in the second year in the selected farmer field for 2 years. Changes in pH, EC, organic matter, N, P and K content in crop yield and soil quality were measured with increasing levels of fertilizers applied. **Results:** According to the results obtained, sunflower and wheat yields were determined between 424-564 kg/ha and 640-780 kg/ha, respectively. The highest sunflower yield was obtained from KFG2 and KİM2, and the second year wheat yield was obtained from SFG2 and KFG2 treatments. According to the results of the analysis of the soil samples taken after harvest, organic matter content increased in KFG and SFG treatments in both years. The highest nitrogen content was determined in KFG2 and KİM treatments, the highest available P content was determined in KFG2 and OMG2 treatments, and the highest available K content was determined in SFG2, OMG2 and KFG2 treatments. **Discussion and Conclusion:** According to the results obtained in the study, due to their positive effects on soil structure, the importance of using solid and liquid fermented fertilizers and organomineral fertilizers formed as a result of fermentation of organic wastes in biogas plants, instead of chemical fertilizers, was determined for sustainable agriculture. Thus, it has been determined that with the use of locally produced organomineral fertilizers in agricultural areas, both foreign dependence on chemical fertilizers will be reduced and multiple benefits can be provided by increasing the quality of our soils.

Key words: organic fertilizer, organomineral fertilizer, sustainable agriculture, soil properties, plant nutrient elements

ÖZET

Giriş ve Amaç: Bu çalışma Süttaş Grup şirketlerinden Enfaş A.Ş. Karacabey biyogaz tesislerinde bitkisel ve hayvansal atıkların işlenmesi sonucu elde edilen fermente edilmiş katı (KFG) ve sıvı organik gübreler (SFG) ile organomineral gübrelerin (OMG) etkinliğininin kimyasal gübre (KİM) uygulaması ile karşılaştırmalı olarak belirlenmesi amacı ile yürütülmüştür. **Gereç ve Yöntem:** Seçilen çiftçi tarlasında 2 yıl süre ile yürütülen bu çalışmada, ilk yıl ayçiçeği, ikinci yıl buğday yetiştiriciliği yapılmıştır. Artan düzeylerde uygulanan gübrelerin, ürün verimi ve toprak kalitesinde pH, EC, organik madde, N, P ve K miktarında meydana gelen değişim belirlenmiştir. **Bulgular:** Elde edilen sonuçlara göre, ayçiçek verimi 424-564 kg/da, buğday verimi ise 640-780 kg/da değerleri arasında belirlenmiştir. En yüksek ayçiçek verimi KFG2 ve KİM2, ikinci yıl buğday verimi ise SFG2 ve KFG2 uygulamalarından elde edilmiştir. Hasat sonrası alınan toprak örneklerinde yapılan analiz sonuçlarına göre organik kökenli gübre uygulamaları ile her iki yılda da organik madde içeriği KFG ve SFG uygulamalarında artış göstermiştir. En yüksek azot içeriği KFG2 ve KİM uygulamalarından, alınabilir P içeriği KFG2 ve OMG2 uygulamalarından, alınabilir K içeriği ise SFG2, OMG2 ve KFG2 uygulamalarından belirlenmiştir. **Tartışma ve Sonuç:** Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara göre; biyogaz tesislerinde organik atıkların fermantasyonu sonucu oluşan katı ve sıvı fermente gübreler ile organomineral gübre kullanımlarının toprak yapısı üzerinde yaptığı olumlu etkiler sebebiyle kimyasal gübre yerine kullanılmasının sürdürülebilir tarım açısından önemi belirlenmiştir. Böylelikle yerli üretim olan organik gübrelerin tarımsal alanlarda kullanımı ile hem kimyasal gübrede dışa bağımlılık azaltılacak hem de topraklarımızın kalitesi artırılarak birden çok fayda sağlanabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: organik gübre, organomineral gübre, sürdürülebilir tarım, toprak özellikleri, bitki besin elementleri

GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusunun 2050 yılında 9-10 milyar olacağı öngörülmektedir (Özgür, 2017). Bu hızlı artış ile birlikte doğacak gıda ihtiyacını karşılamak amacı ile birim alandan daha fazla verim alma hedefini gerçekleştirmek için; yoğun bir şekilde toprak işleme, gübreleme ve ilaç kullanımı giderek artış göstermektedir. Yıllardır kimyasal gübre uygulamalarıyla tarımsal alanlarda verim artışları sağlanmaya çabalanmıştır. Dengeli ve ekonomik olmak koşulu ile gübrelemenin bitkisel üretimde verim üzerindeki payının daha yüksek olduğu bilinmektedir.

Ülkemiz ve dünyada bitkisel üretimde verim artışı ve gübre tüketimi arasında çok yüksek bir ilişki bulunmaktadır (Eyüpoğlu, 2002; Polat, 2020). Bu noktada özellikle kimyasal gübre kullanımındaki artışlar veya yanlış uygulamalar önemli çevre sorunlarına yol açabileceği gibi ekonomik üretim yapmanın önündeki engeller olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü, çoğu kimyasal gübrede üretiminde kullanılan girdiler tamamen yurt dışından ithal olarak sağlanmaktadır.

Son yıllarda; düzensiz ve aşırı kimyasal gübre uygulamaları besin elementi döngülerine, mikrobiyal aktivitelere, çevresel sorunlara ve pahalı önlemlere neden olduğu için organik kökenli gübrelerin kullanılmasına yönelinmiştir (Kannaiyan, 2002; Taheri ve ark., 2012).

Her geçen yıl etkisini daha fazla hissettiğimiz ve mücadele yöntemleri konusunda yoğun çaba gösterdiğimiz iklim krizi konusunda tarım sektörüne düşen birçok görev ve sorumluluk bulunmaktadır. Bu kapsamda, doğal çevrenin korunması ve sürdürülebilir olarak devam edebilmesinde organik kökenli atıkların çevreyle uyumlu bir şekilde geri kazanılarak tarım topraklarına uygulanması büyük önem taşımaktadır. Çünkü toprağın organik madde içeriğinin artırılması sürdürülebilir tarım için toprak sağlığı açısından hayati öneme sahip olup bitki besin maddelerinin geri dönüşümünde önemli bir rol oynamaktadır.

Esas olarak; üretimde kullanılan kimyasal gübrelere bitkinin etkin bir şekilde faydalanabilmesi için toprakta yeterli miktarda organik madde olması gerekmektedir. Ancak bu durum uzun zaman dikkate alınmamış ve toprak kalitesindeki bozulmalar sonucu verim kaybı yaşanmış ve ekonomik yetiştiricilik zarar görmüştür. Bu etkiyi azaltabilmek için yapılan çalışmalarda toprak kalitesini artırarak verimli bir tarımsal yetiştiricilik yapma yönünde organik ve/veya organomineral gübrelere ilgi artmış ve kullanımı yaygınlık göstermeye başlamıştır.

Organik kökenli atıkların çeşitli prosesler ile gübre formuna dönüştürülerek bünyesindeki organik madde ile toprak fiziksel özelliklerinin düzenlenmesi sağlanmakta ayrıca içerdiği makro ve mikro besin elementleri de bitki gelişimi üzerine olumlu etki sağlanmaktadır. Toprağın doğal dengesini bozmadan kimyasal gübre kullanımını azaltarak üretim yapmanın koşullarından biri de toprak organik madde içeriğini arttırmak için organik gübrelere kullanımının yaygınlaştırılması ve artırılmasıdır.

Organik kökenli gübre uygulamaları ürün verim ve kalitesini önemli derecelerde etkilemektedir. Aşırı mineral gübre kullanımı yanında azalan organik materyal içerikleri tarım topraklarımızın kalite unsurlarını tehdit etmektedir (Sarıoğlu ve ark., 2017). Organik gübrelemenin yalnızca besin elementi sağlama açısından değil aynı zamanda toprakta düzenleyici özellikleri ile sürdürülebilir verimlilik unsurlarını muhafaza etmesi gibi etkilerle de verimin artmasında önemli bir rol oynamaktadır (Tejada ve ark., 2003; Perez ve ark., 2007; Sarıoğlu ve ark., 2017).

Organomineral gübreler; organik materyaller ile kimyasal gübre ve ya hammaddelerinin tekniğine uygun olarak harmanlanarak üretildiği bir gübre çeşidi olarak tanımlanır. İhtiva ettiği organik madde kaynağı leonardit, hayvansal atıklar, evsel atıklar ve kompostlardan sağlanmaktadır. Organomineral gübrelere topraklarda besin maddesi kayıplarını azalttığı ve bitkilerin yararlanma etkinliğini yükselttiği yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir. Organomineral gübre kullanımında organik materyal; azotu, fosforu ve diğer bitki besin elementlerini organik fonksiyonel gruplar ile şelatlamasıyla azotun gaz formda atmosfere karışmasının ve yağışlarla yıkanmasının, fosforun ise bitkiler tarafından alınamaz forma dönüşmesini önüne geçilip minimum seviyeye çekilerek verimi artırması hedeflenmektedir.

Yapılan çalışmalarda mineral gübrelere tek başına ve organik gübrelere birlikte kullanıldığı uygulamalarda patates bitkisinde en yüksek verimi organomineral gübre uygulamasından elde edildiği ayrıca pek çok çalışmada da kompost, fermente gübre ve solucan gübresinin mineral gübre yerine tercih edilebileceği belirtilmiştir (Boke, 2014; Eleroğlu ve Korkmaz, 2016; Yourtchi ve ark., 2013).

Bu çalışmada, biyogaz tesislerinden elde edilen organik gübreler ile organomineral gübrelerin tarımsal kullanım etkinliklerini belirleyerek toprak verimliliği ve verim üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmada ayçiçeği ve buğday yetiştiriciliğinde organik ve organomineral gübrelerin kimyasal gübre ile karşılaştırmaları olarak etkinlikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

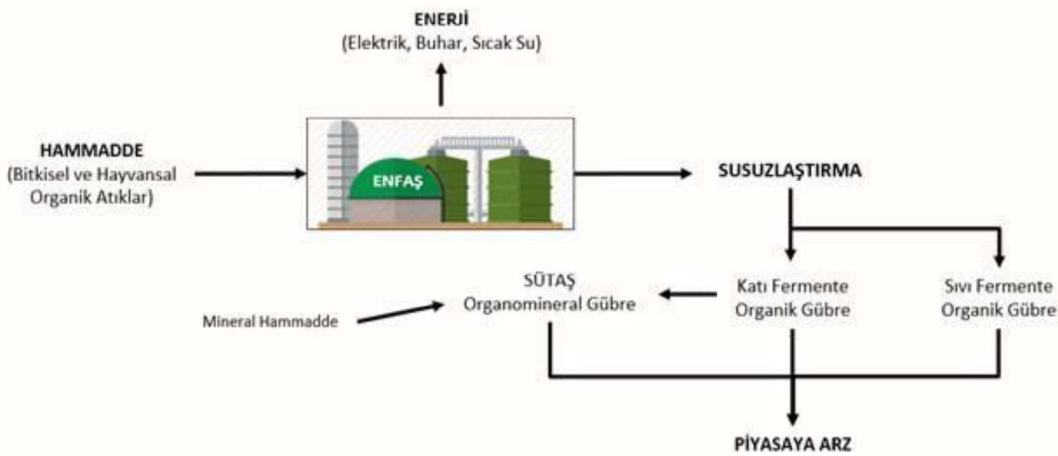
Denemede Kullanılan Organik Gübreler

Araştırmada kullanılan organik ve organomineral gübreler Bursa-Karacabey ilçesinde faaliyet gösteren SÜTAŞ A.Ş' nin grup şirketlerinden biri olan ENFAŞ A.Ş. bünyesindeki biyogaz tesislerinden elde edilen ürünlerden sağlanmıştır. Üretim iş akış şeması Şekil 1'de verilmiştir. Çalışmada kullanılan katı fermente organik gübre (KFG), sıvı fermente organik gübre (SFG), organomineral gübre (OMG) ve kimyasal gübre (KİM) örneklerinde belirlenen N, P, K, organik madde ve humik madde miktarları Çizelge 1'de verilmiştir. Çalışmada kimyasal gübre olarak 15-15-15 kompoze kullanılmıştır.

Katı Fermente Organik Gübre: Bitkisel ve hayvansal organik atıkların biyogaz tesislerinde anaerobik fermantasyonu sonucu zararlı patojenler ve yabancı ot tohumlarından arındırılmış şekilde oluşan ve belirli oranlarda bitki besin elementleri içeren organik içeriği yüksek bir materyaldir.

Sıvı Fermente Organik Gübre: Bitkisel ve hayvansal organik atıkların biyogaz tesislerinde anaerobik fermantasyonu sonucu zararlı patojenler ve yabancı ot tohumlarından arındırılmış şekilde oluşan ürünlerin seperatör işlemi sonrası elde edilen sıvı yapıda bir gübredir.

Organomineral Gübre: Organik muhtevanın ve/veya organik gübre(ler)nin bir veya birden fazla birincil, ikincil veya mikro bitki besin maddeleri ile karışımı veya reaksiyonu ile elde edilmiş bir gübredir. Ticari olarak Süttaş 6-10-6 markası ile satılmaktadır.



Şekil 1. Biyogaz tesisi gübre üretim iş akış şeması

Çizelge 1. Denemede kullanılan gübre özellikleri

Ürün	İçerik				
	Azot %	Fosfor %	Potasyum %	Organik Madde %	Hümitik+Fülvik %
Katı Fermente Organik Gübre	1	1	1	60	19
Sıvı Fermente Organik Gübre	0,6	0,08	0,2	5	3
Organomineral Gübre	6	10	6	30	9
Kimyasal Gübre	15	15	15	-	-

Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi

Bu çalışma, Bursa İli Nilüfer İlçesi Doğanköy Mahallesinde üretici koşullarında Ayçiçeği-Buğday rotasyonu ile üretim yapılan tarlada 2 yıl süre ile sürdürülmüştür. Parsel boyutları 4 m x 100 m olarak belirlenmiştir. Çalışmanın ilk yılında belirlenen arazide ayçiçek tarımı yapılmıştır. Sıvı fermente organik gübre, katı fermente organik gübre ve Sütaş organomineral gübreler, kimyasal gübre ile karşılaştırmalı olarak uygulanmıştır. Çalışmanın ikinci yılında buğday tarımı yapılmış olup, gübre uygulamaları bir önceki yılda yapılan gübre uygulamaları ile aynı parsellere gelecek şekilde yapılmıştır. Çalışmada kimyasal gübre uygulaması olarak çiftçi koşulları değerlendirilmiştir. Ayçiçeği 10 kg da⁻¹ tohum olacak şekilde, ikinci yıl buğday 20 kg da⁻¹ olacak şekilde ekim mibzeri ile ekim yapılmıştır. Hasat döneminde ayçiçeği her uygulamadan rastgele 5 m sıra üzerindeki bitkiler elle hasat edilmiş ve tabladaki daneler ayrılmıştır. Buğday hasatında ise her uygulamada üç farklı 1 m² alan hasat edilmiş başaklardaki daneler ayrılarak tartılmış ve verim değerleri hesaplanmıştır. Her uygulama üç tekerrürden oluşturulmuştur. Fermente organik gübreler, organomineral gübre ve kimyasal gübre uygulamalarında kullanılan alet ve ekipmanlar Şekil 2’de gösterilmiştir.

Yapılan gübre uygulama düzeyleri Çizelge 2’de verilmiştir. Belirlenen organik gübre uygulamaları ekimden 30 gün önce yapılmıştır.



Şekil 2. Çalışma kapsamında yapılan gübre uygulamalarında kullanılan alet ve ekipmanlar

Çizelge 2. Çalışma kapsamında yapılan gübre uygulamaları

Uygulamalar	Uygulama Miktarı
Kontrol	0
Sıvı Fermente Gübre (SFG1)	3 ton/da
Sıvı Fermente Gübre (SFG2)	6 ton/da
Katı Fermente Gübre (KFG1)	3 ton/da
Katı Fermente Gübre (KFG2)	6 ton/da
Organomineral Gübre 6-10-6 (OMG1)	35 kg/da
Organomineral Gübre 6-10-6 (OMG2)	50 kg/da
Kimyasal Gübre 15-15-15 (KİM1)	20 kg/da
Kimyasal Gübre 15-15-15 (KİM2)	30 kg/da

Çalışma kapsamında deneme tarlasından toprak örnekleri alınmıştır (Çizelge 3) Ayçiçeği ve buğday hasatlarından sonra parsellerden verimlilik ilkesine göre 0-30 cm'den toprak örnekleri de alınarak aşağıda belirtilen kimi analizler yapılmıştır (Kacar, 2012).

Toprak reaksiyonu (pH) ve elektriksel iletkenlik (EC) değeri toprak örnekleri saf su ile 1:1 oranında sulandırılarak belirlenmiştir. Organik madde modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemine göre belirlenmiştir. Toplam azot (N) Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir. "Buchi K-437 yakma blokunda" yakılan örnekler "Buchi K-350 model buharlı damıtma cihazında" damıtılmıştır. Alınabilir fosfor (P) 0,5 M sodyum bikarbonat (Na₂HCO₃) (pH 8,5) ile ekstrakte edilmesi sonucu elde edilen süzükte "askorbik asit yöntemi" ile belirlenmiştir. Değişebilir potasyum (K) 1 N amonyum asetat (pH 7.0) çözeltisi ile ekstrakte edilmesiyle elde edilen süzükte değişebilir Eppendorf Elex 6361 fleymfotometresi ile belirlenmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Uygulama öncesi deneme tarlası toprak özellikleri

Parametreler	Sonuç	Değerlendirme
pH	7,15	Nötr
Toplam Tuz %	0,035	Tuzsuz
Organik Madde %	0,86	Çok düşük
Toplam N %	0,072	Düşük
Fosfor P ₂ O ₅ kg da-1	6,3	Orta
Potasyum K ₂ O kg -1da	177,61	Çok yüksek

Elde edilen sonuçlar JUMP istatistik programında değerlendirilerek ortalamalar arasındaki farklılıklar belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Uygulamaların Verim Üzerine Etkisi

Birinci yıl ayçiçeği ve ikinci yıl buğday hasatları sonrası elde edilen verimler kg da-1 olarak hesaplanarak Çizelge 4'de verilmiştir. Ayçiçek ve buğday veriminde uygulamalara bağlı olarak meydana gelen farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4. Ayçiçek ve buğday verim değerleri

Uygulamalar	Verim kg/da	
	Ayçiçek	Buğday
Kontrol	424 f*	640 c**
Sıvı Fermente Gübre (SFG1)	473 e	660 bc
Sıvı Fermente Gübre (SFG2)	535 abc	780 a
Katı Fermente Gübre (KFG1)	479 de	700 abc
Katı Fermente Gübre (KFG2)	541 ab	740 ab
Organomineral Gübre 6-10-6 (OMG1)	507 cd	680 bc
Organomineral Gübre 6-10-6 (OMG2)	528 bc	700 abc
Kimyasal Gübre 15-15-15 (KİM1)	507 cd	680 bc
Kimyasal Gübre 15-15-15 (KİM2)	564 a	720 abc
p<0.01, **p<0.05		

Uygulamalara bağlı olarak Ayçiçek verimi 424 kg da⁻¹ ile 564 kg da⁻¹ arasında değişim göstermiştir. En düşük verim kontrol uygulamasında belirlenirken en yüksek verimler KİM2, SFG2 ve KFG2 uygulama düzeylerinde belirlenmiştir (Çizelge 4). İkinci yıl buğday verimi ise 640 kg da⁻¹ ile 780 kg da⁻¹ arasında belirlenmiştir. Kontrol uygulamasında buğday verimi 640 kg da⁻¹ iken SFG2, KFG1, KFG2, OMG2 ve KİM2 uygulama düzeyleri kontrol uygulamasına göre verim değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde arttırmıştır. Hem ayçiçek hem de buğday verim değerleri organik kökenli gübre uygulamaları artışlar sağlamış ve bu artışlar uygulama düzeylerinde de belirgin bir şekilde görülmüştür.

Yapılan çalışmalarda organik kökenli materyallerin ve organik gübre uygulamalarının bitki gelişimi ve bitki besin elementi içeriği üzerine olumlu ve önemli etki yaptığı bildirilmiştir (Aşık ve ark. 2009; Ekici ve ark.2023). Yağmur ve Okur (2017), ahır gübresi uygulamalarının bitkinin kuru madde ve verim üzerine etkisi istatistiki yönden önemli olduğunu belirtmişlerdir. Atıcı (2020), buğday bitkisinde organomineral gübre uygulamalarının kimyasal gübre uygulamalarına kıyasla daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmiştir

Genel olarak organik gübre ve organik kaynaklı materyallerin toprağa uygulanması ile uygulaması ile toprak özelliklerinde meydana gelen değişim ve bitki gelişimindeki artışlar uygulanan materyallerin fiziksel ve kimyasal özellikleri, gübresi uygulaması ile toprakların enzim aktivitesindeki artışı (Albiach ve ark., 2000; Ros ve ark., 2006) içeriğindeki mikrobiyal çeşitliliğin yüksek olması, mikrobiyal aktiviteyi artırmasından (Knapp ve ark., 2010) kaynaklanmış olacağı ifade edilmiştir.

Uygulamaların Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi

Çalışma kapsamında her iki yıl da hasat sonrası parsellerden alınan toprak örneklerinde yapılan analiz sonuçlarının istatistiksel analizleri Çizelge 5’de verilmiştir.

Yapılan çalışmada toprak pH değerleri 7.61 ile 6.80 arasında değişim göstermiştir. pH değeri birinci yıl kontrol uygulamasında 7.23, ikincil ise 7.21 olarak belirlenmiştir. Uygulamalarda özellikle ikinci düzeyler pH değerinde azalmalara neden olduğu görülmüştür (Çizelge 5) En düşük pH değeri birinci yıl KFG2 (6.80) uygulamalarında, ikinci yıl ise OMG2 (7.03) olarak belirlenmiştir. Toprak tuzluluk değerleri incelendiğinde yüzde tuz değerleri % 0.032 ile % 0.038 değerleri arasında değişim göstermiştir. Kontrol uygulamasında tuz değeri birinci yıl %0.041, ikinci yıl ise % 0.032 belirlenirken en yüksek değerler birinci uygulama yılı KFG2 ve OMG2 düzeylerinde, ikinci yıl ise SFG1, KFG2 ve OMG2 düzeylerinde belirlenmiştir. Uygulamalar bağlı olarak toprak organik madde içeriği %1.32 ile %2.22 değerleri arasında değişim göstermiştir. Organik gübre uygulamaları toprak organik madde içeriğinde artışlar sağlamıştır. Birinci yıl en yüksek organik madde içeriği KFG2 ve OMG2 uygulamalarında, ikinci ise SFG2, KFG2 ve OMG2 uygulama düzeylerinde belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Toprak özelliklerinin kimyasal özellikleri

Yıl	Uygulamalar	Toprak özellikleri					
		pH	EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	Org mad. %	N, %	P ₂ O ₅ kg/da	K ₂ O, kg/da
1.yıl (Ayçiçeği)	Kontrol	7,23 b *	0,041 e *	1,53 f *	0,068 c *	18,0 b*	97,3 b
	SFG1	7,61 a	0,055 d	1,83b-e	0,080 bc	11,9 d	103,3 b
	SFG2	7,61 a	0,055 d	1,89 bcd	0,092 ab	16,7 bc	78,0 cd
	Ort	7,61	0,055	1,86	0,086	14,3	90,7
	KFG1	7,59 a	0,074 c	1,76c-f	0,076 c	9,4 d	74,7 d
	KFG2	6,80 d	0,091 ab	2,22 a	0,096 a	23,2 a	99,7 b
	Ort	7,20	0,082	1,99	0,086	16,3	87,2
	OMG1	7,05 bc	0,081 bc	1,92 bc	0,077 c	18,6 b	92,8 bc
	OMG2	6,85 cd	0,100 a	2,02 ab	0,075 c	11,4 d	126,8 a
	Ort	6,95	0,091	1,97	0,076	15,0	109,8
	KİM1	7,04 bc	0,041 e	1,63 ef	0,096 a	13,2 cd	96,7 b
	KİM2	7,12 b	0,079 c	1,66 def	0,104 a	13,4 cd	103,6 b
	Ort	7,08	0,060	1,65	0,100	13,3	100,2
			7.21 A	0.069 A	1.82 A	1.125 A	15.08 B
2. yıl (Buğday)	Kontrol	7,27 a **	0,032 b *	1,32 c *	0,072 b **	26,6 e*	91,2 d*
	SFG1	7,25 ab	0,040 ab	1,40 c	0,075 b	36,4 cd	152,0 ab
	SFG2	7,21 ab	0,037 ab	1,74 ab	0,084 b	47,8 b	160,9 a
	Ort	7,23	0,039	1,57	0,080	42,1	156,5
	KFG1	7,18 ab	0,036 ab	1,63 bc	0,103 ab	43,9 bc	124,0c
	KFG2	7,11 c	0,036 ab	2,02 a	0,127 ab	44,6 b	126,8c
	Ort	7,15	0,036	1,83	0,115	44,3	125,4
	OMG1	7,16 abc	0,033 b	1,36 c	0,348 a	34,8 d	128,9c
	OMG2	7,03 c	0,038 a	1,74 ab	0,116 ab	73,3 a	174,3 a
	Ort	7,10	0,36	1,55	0,232	54,1	151,6
	KİM1	7,18 ab	0,031 b	1,49 ab	0,090 ab	29,2 de	122,6 c
	KİM2	7,16 abc	0,032 b	1,42 bc	0,110 ab	31,5 de	132,6 bc
	Ort	7,17	0,032	1,46	0,100	30,4	127,6
			7.17 A	0.051 A	1.56 B	0.084 A	40.90 A

Organik kökenli ve kimyasal gübre uygulamaları toprağın azot, fosfor ve potasyum içeriğinde istatistiksel olarak önemli artışlar sağlamıştır. Toprağın azot içeriği %0.068 ile % 0.348, fosfor içeriği 9.4 kg da⁻¹-73.3 kg da⁻¹ arasında, potasyum içeriği ise 74.4 kgda⁻¹-174.3 kg da⁻¹ değerleri arasında değişim göstermiştir. En yüksek azot içeriği birinci yıl SFG2, KFG2, KİM1 ve KİM2 uygulamalarında, ikinci yıl ise KFG2, OMG2, KİM1 ve KİM2 uygulamalarında belirlenmiştir. En yüksek fosfor içerikleri ise birinci yıl KFG2, ikinci yıl ise OMG2 uygulamasında belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak toprağın potasyum içeriği birinci yıl OMG2, ikinci yıl SFG1, SFG2 ve OMG2 uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 5).

Özet olarak proje başlangıcında ve sonunda yapılan toprak analiz sonuçları ile uygulamaların toprak özellikleri üzerindeki değişim oranları Çizelge 6' da verilmiştir.

Çizelge 6. Uygulamaların toprak özellikleri üzerindeki değişimi

Parametreler	Proje Başlangıcı	Proje Sonu			
		SFG	KFG	OMG	KİM
pH	7,15	7,23	7,15	7,1	7,17
	Nötr	Nötr	Nötr	Nötr	Nötr
Toplam Tuz %	0,035	0,039	0,036	0,038	0,032
	Tuzsuz	Tuzsuz	Tuzsuz	Tuzsuz	Tuzsuz
Organik Madde %	0,86	1,57	1,83	1,55	1,46
	Çok düşük	Düşük	Orta	Düşük	Düşük
Toplam N %	0,072	0,08	0,115	0,232	0,1
	Düşük	Düşük	Düşük	Orta	Düşük
Fosfor P ₂ O ₅ kg da ⁻¹	6,3	42,1	44,3	54,1	30,4
	Orta	Çok	Çok	Çok	Çok
		yüksek	yüksek	yüksek	yüksek
Potasyum K ₂ O kg ⁻¹ da	177,61	156,5	125,4	151,6	127,6
	Çok yüksek	Çok	Çok	Çok	Çok
		yüksek	yüksek	yüksek	yüksek

Kılıç ve Sönmez (2019), organik gübreleme topraklarda verimlilik parametrelerinin artırılmasında kullanılan en etkili yöntemlerden birisi olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarında farklı organik gübrelerin topraklarda pH, EC, organik madde, N, P, K, Ca, Zn ve Cu içeriklerinde özellikle tavuk gübresi ve çiftlik gübresi uygulamaları etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Yapılan bazı çalışmalarda organik gübre uygulamalarının toprakların EC değerlerini artırdığı bildirilmiştir (Kütük ve ark. 2003; Aydınşakir ve ark. 2011; Çıtak ve ark. 2011). Yapılan çalışmalarda toprağa ilave edilen organik gübreler toprakların organik madde içeriklerinde artışa neden bildirilmiştir (Alagöz ve ark. 2006; Ece ve ark. 2007; Çıtak ve ark. 2011).

Holakto ve ark. (2022), organik C içeriğince zengin materyallerin toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirdiği ve bitki gelişimini arttırdığını belirtmişlerdir.

Sonuç ve Öneriler

Kontrol uygulamasına bağılı olarak yapılan organik kökenli uygulamalar toprak pH değerini azaltıcı yönde etkisi olduğu söylenebilir. Bu etki özellikle uygulamalardan sonra toprakta meydana gelen organik maddenin mineralizasyonu, mikroorganizma faaliyetlerinde artış ve organik asitlerin oluşumu ile ilgilidir.

Yapılan uygulamaların toprak tuzluluğu üzerine hasat sonrası alınan topraklar değerlendirildiğinde tuzluluk değerlerinde meydana gelen değışim; uygulamalara bağılı olarak mineralizasyon ile ortaya çıkan besin elementlerinin bitki alımı ile toprak çözeltilisindeki miktarlarının azalışı ile açıklanabilir, Özellikle hasat sonrası yapılan tuzluluk analizleri sonraki dönemlerde toprakta fazla uygulamalara bağılı olarak oluşabilecek tuzluluk riskinin önüne geçilmesi açısından önem taşımaktadır.

Organik kökenli uygulamaların toprak organik maddesinde artışlara neden olduğu bilinmektedir. Gözlemlenen artışların göreceli değışimi iklim ve toprak özellikleri, yapılan uygulamalara göre değışmektedir.

Topraklara uygulanan organik kökenli gübrelerin içermiş olduğu P, K gibi besin elementleri zamana bağılı olarak topraklarda artış göstermektedir. Organik gübreler yapılarındaki organik maddenin içindeki azot kapsamı açısından topraklarda rezerv olarak görev yapar, Uzun dönemde bitkinin besin elementi ihtiyacının karşılanmasında kimyasal gübre uygulamalarına destek olarak yapılacak kimyasal gübre uygulamaların azaltılması açısından yarar sağlayabilir.

Özellikle tarımsal üretimde organik kökenli gübrelerin toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine çok yönlü etkisinin bulunması bu yönde uygulamaların teşvik edilmesi ve kullanımının arttırılması yönünde çalışmaların yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara göre; biyogaz tesislerinde organik atıkların fermantasyonu sonucu oluşan katı ve sıvı fermente gübreler ile organomineral gübre kullanımlarının toprak yapısı üzerinde yaptığı olumlu etkiler sebebiyle kimyasal gübre kullanımını azaltarak daha verimli ve sürdürülebilir tarım için tercih sebebi olabileceğı söylenebilir.

Literatürler

- Özgür, E.M.2017. Nüfus Dinamikleri, Çevre ve Sürdürülebilirlik. Coğrafi Bilimler Dergisi, 15 (1), 1- 26
- Kacar, 2012. Toprak Analizleri, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 466 s.
- Boke, S. (2014), Effect of organic and inorganic fertilizer application and seedbed preparation on potato yield and soil properties on alisols of chench. International Journal of Natural Sciences Research, 2(8), 123-132.
- Eleroglu, H., Korkmaz, K., (2016). Effects of different organic fertilizers on the yield and quality traits of seed potato cultivars (*Solanum Tuberosum L.*), Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 4(7), 566-578.

- Yourtchi, M. S., Hadi, M. H. S., Darzi, M. T. (2013). Effect of nitrogen fertilizer and vermicompost on vegetative growth, yield and NPK uptake by tuber of potato (Agriacv.). *Int. J. Agric. CropSci*, 5(18), 2033-2040.
- Eyüpoğlu, F. (2002). Türkiye Gübre Gereksinimi Tüketimi ve Geleceği. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü İşletme Müdürlüğü Yayınları Teknik Yayın No: T-2, Ankara.
- Polat, H. (2020). Türkiye’de kimyasal azotlu gübre tüketim durumunun ve toprak analizi zorunluluğunun azotlu gübre kullanımına etkilerinin değerlendirilmesi, *Toprak Su Dergisi*, 9(2), 60-71.
- Kannaiyan, S. (2002). Biofertilizers for sustainable crop production. *Biotechnology of Biofertilizers*, (s. 9-49), Narosa Publishing House, New Delhi.
- Taheri, N., Sharif-Abad, H. H., Yousefi, K., Roholla-Mousavi, S. (2012). Effect of compost and animal manure with phosphorus and zinc fertilizer on yield of seed potatoes. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12(4), 705-714.
- Sarioglu, A., Dogan, K., Kiziltug, T., Coskan, A., (2017). Organo-mineral fertilizer applications for sustainable agriculture. *Scientific Papers Series A. Agronomy*, 60, 161-166.
- Tejada, M., Gonzalez, J. (2003). Effects of the application of a compost originating from crushed cotton gin residues on wheat yield under dryland conditions, *Eur. Agron, J*, 19, 357-368.
- Perez, D. V., Alcantara, S., Ribeiro, C. C., Pereira, R.E., Fontes, G. C., Wasserman, M. A., Venezuela, T. C., Meneguelli, N. A., De Macedo, J. R. C., Barradas, A. A. (2007). Composted municipal waste effects on chemical properties of a Brazilian soil. *Bioresour. Technol*, 98, 525-533.
- Aşık, B.B., Turan, M.A., Celik, H., Katkat, A.V. 2009. Effect of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake of wheat (*Triticum durum* cv. Salihli) under conditions of salinity. *Asian Journal of Crop Science*, 1 (2): 87-95.
- Ekici, E.N., Demirkıran, A.R., Boydak, E. 2023. Bir Organik Materyal Olan Leonarditin Kahramanmaraş Koşullarında Nohut Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkileri. *Journal of Agriculture* 2023; 6 (2) 118-134. DOI: 10.46876/ja.1378267
- Yağmur, B., Okur, B. 2017. The Effect of Farmyard Manure Compost and Sulphur Applications on the Growth of Bean on a Limely-Alkali Soil. *Soil Water Journal*. Özel sayı: 13-25.
- Albiach, R., R. Canet, F.Pomares and F. Ingelmo. 2000. Microbial biomass content and enzymatic activities after the application of organic amendments to a horticultural soil. *Bioresource Technology* 75: 43- 48
- Ros, M., Klammer, S., Knapp, B., Aichberger, K., Insam, H., 2006. Long-term effects of compost amendment of soil on functional and structural diversity and microbial activity. *Soil Use Manage.* 22, 209-218.
- Knapp, B.A., Ros, N., Insam, H. 2010. Microbes at Work From Wastes to Resources. Eds: Insam, H., Franke-Whittle, I., Goberna, M., Do Composts Affect the Soil Microbial Community? p: 271-293.
- Holatko, J., Hammerschmidt, T., Mustafa, A., Kintl, A., Radziemska, M., Baltazar, T., Jaskulska, I. Malicek, O., Latal, O., Brtnicky, M. (2022). Carbon-enriched organic amendments differently affect the soil chemical, biological properties and plant biomass in a cultivation time-dependent manner. *Chem. Biol. Technol. Agric.*, 9:52. <https://doi.org/10.1186/s40538-022-00319-x>
- Kütük C, Çaycı G, Baran A, Başkan O, Hartmann R (2003) Effects of beer factory sludge on soil properties and growth of sugar beet (*Beta vulgaris saccharifera* L.). *Biosource Technology* 90: 75-80

- Aydıñşakir K, Ünlü A, Yılmaz S, Arı N (2011) Kentsel katı atık kompost uygulamalarının toprak özellikleri ve düğün çiçeği (*Ranunculus Asiaticus* ‘Orange’)’nin verim ve kalitesi üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 24(1): 55-60.
- Çıtak S, Sönmez S, Koçak F, Yaşın S (2011) Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia Oleracea* Var. L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi 28(1): 56-69.
- Alagöz Z, Yılmaz E, Öktüren F (2006) Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 19(2): 245-254.
- Ece A, Saltalı K, Eryiğit N, Uysal F (2007) The effects of leonardite applications on climbing bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yield and the some soil properties. Journal of Agronomy 6(3): 480-483.
- Kılıç, B., Sönmez, İ.2019. Determination of the effects of different organic fertilizers and doses on soil properties. Mediterranean Agricultural Sciences (2019) 32: 91-96
- Atıcı, C.T.2020. Kimyasal ve Organomineral Gübre Uygulamasının Buğday Bitkisinin Verim ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Tc.Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.

SONBAHARDA DÖKÜLEN BAZI ÜZÜMSÜ MEYVE AĞAÇ YAPRAKLARININ BESİN MADDE İÇERİĞİNİN TESPİTİ

DETERMINATION OF ALTERNATIVE FORAGE POTENTIAL OF SOME AUTUMN FALLEN GRAPE FRUIT TREE LEAVES

Doç. Dr. Ali İhsan ATALAY

Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

Ar. Gör. Dr. Ramazan TOSUN

Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

Özet

Bu çalışmanın amacı, sonbaharda dökülen üzüksü meyveli bazı ağaç yapraklarının havada kuru madde (HKM), ham protein (HP), ham kül (HK), NDF ve ADF içeriklerinin tespitidir. Bu amaçla çalışmada üzüm, bodur dut ve böğürtlen ağaç yaprakları incelenmiştir. Yürütülen analizler sonuçlarında HKM üzüm yapraklarında %93.52, böğürtlen yapraklarında %94.20 ve bodur dut yapraklarında ise %92.79 olduğu belirlenmiştir. HK içerikleri incelendiğinde ise en yüksek %27.25 ile bodur dut yapraklarında, en düşük %9.74 ile böğürtlen yapraklarında ve son olarak üzüm yapraklarının HK içeriğinin ise %12,53 olduğu tespit edilmiştir. Ağaç yapraklarının HP içerikleri ise en yüksek %15,40 ile böğürtlen yaprakları sonrasında ise %10,68 ile üzüm yaprakları ve %10,24 ile bodur dut yapraklarının olduğu saptanmıştır. NDF içerikleri ise %34.86 ile en yüksek bodur dut yapraklarında, en düşük ise böğürtlen yapraklarında %22.51 ve üzüm yapraklarında ise %30.94 olduğu belirlenmiştir. ADF içerikleri ise bodur dut yapraklarında %22.22, üzüm yapraklarında %21.52 ve böğürtlen yapraklarında ise %15.04 olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan hareketle incelenen tüm ağaç yapraklarının alternatif kaba yem olabileceği ve ülke kaba yem açığının giderilmesine kısmi bir katkısının olacağı sonucuna varılmıştır. Ancak bu sonuçların gaz üretimi, metan ve sindirim derecesi gibi bazı in vitro analizler ile in vivo denemeler ile antimetajenik özelliklerinin de tespiti ile desteklenmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: ağaç yaprakları, alternatif kaba yem, besin madde

The aim of this study was to determine the aerial dry matter (HKM), crude protein (HP), crude ash (HK), NDF and ADF contents of some autumn fallen leaves of trees with berries. For this purpose, grape, dwarf mulberry and blackberry tree leaves were analysed. According to the results of the analyses, HKM was 93.52% in grape leaves, 94.20% in blackberry leaves and 92.79% in dwarf mulberry leaves. When the HK contents were analysed, it was found that the highest HK content was 27.25% in dwarf mulberry leaves, the lowest was 9.74% in blackberry leaves and finally the HK content of grape leaves was 12.53%. The highest HP contents of tree leaves were found to be blackberry leaves with 15.40%, followed by grape leaves with 10.68% and dwarf mulberry leaves with 10.24%. NDF contents were determined to be the highest in dwarf mulberry leaves with 34.86%, the lowest in blackberry leaves at 22.51% and 30.94% in grape leaves. ADF contents were 22.22% in dwarf mulberry leaves, 21.52% in grape leaves and 15.04% in blackberry leaves. Based on these results, it was concluded that all the tree leaves analysed can be alternative roughage and will make a partial contribution to the elimination of roughage deficit in the country. However, these results should be supported by some in vitro analyses such as gas production, methane and digestion degree and in vivo trials and determination of antimetagenic properties.

Keywords: tree leaves, alternative roughage, nutrients

GİRİŞ

Türkiye’de önemli derecede kaba yem açığı mevcuttur. Söz konusu durumu Acar ve ark. (2020) 2018 yılına ait verilerden yaptıkları çalışmada kaba yem açığını daha net ortaya koymuştur. Araştırmacılar toplam kaba yem ihtiyacının 86 milyon ton olduğunu karşılanan kaba yemin ise 30 milyon ton olduğunu yani toplam kaba yem açığının 2018 yılında %65 gibi çok yüksek derecede olduğunu ortaya koymuştur. Kaba yem açığı ülke hayvancılığının gelişiminin önünde çözülmeyi bekleyen en büyük sorundur. Bu sorunun çözümü için kaliteli, ucuz ve temini kolay alternatif kaba yem kaynaklarının temin edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda kaba yem açığının giderilmesi için tarımsal yan ürünler, ağaç yaprakları gibi alternatif kaba yem potansiyeli olan ürünlerin değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Ağaç yapraklarının özellikle de kıtlık dönemlerinde küçükbaş hayvanların beslenmesinde uzun zamandır kullanılmaktadır (Malgaz ve Atalay, 2022). Ancak ağaç yapraklarının kimyasal kompozisyonları ile ilgili çalışmalar sınırlıdır. Bu nedenle hayvan beslemede kullanılan yem hammaddelerinin kimyasal kompozisyonunun belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Malgaz ve Atalay (2022) yürüttüğü çalışmada ağaç yapraklarının küçükbaş hayvanların yaşama payı protein içeriğini karşılayabilecek düzeyde olduğunu belirtmişlerdir. Diğer bir çalışmada ise bazı ağaç yapraklarının düşük ve orta düzey kalite kaba yem potansiyeline sahip olduğunu, enterik metan üretimini azaltmak için rasyona belirli düzeyde katılabileceğini bildirmişlerdir (Ünlü vd., 2022).

Literatürdeki verilerden hareketle bu çalışmada, sonbahar döneminde dökülen üzüm, böğürtlen ve bodur dut yapraklarının kimyasal kompozisyonunun ortaya konulması ve alternatif kaba yem potansiyelinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Çalışmaya konu olan materyaller Iğdır ilinde sonbahar döneminde dökülen üzüm, bodur dut ve böğürtlen ağaç yaprakları oluşturmaktadır. Ağaç yaprakları toplanmasının ardından laboratuvara getirilerek gölgede kurutulmuş, 1 mm elekten geçirilerek öğütülmüş ve kimyasal analizler için hazır hale getirilmiştir. Ağaç yapraklarında havada kuru madde (HKM), ham kül (HK), ham protein (HP), analizleri AOAC, (1990) tarafından bildirilen metoda göre, asit deterjan fiber (ADF) ve nötr deterjan fiber (NDF) analizleri ise Van Soest ve ark. (1991) tarafından bildirilen metoda göre yürütülmüştür.

Kimyasal analizler sonucunda elde edilen besin madde kompozisyonuna ait veriler varyans analizine (ONE-WAY-ANOVA) tabi tutulmuş ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile ortalamalar arasındaki farklar belirlenmiştir (SPSS, 2018).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Üzüm, böğürtlen ve bodur dut yapraklarının kimyasal kompozisyonları Çizelge 1’de verilmiştir. Çalışmaya konu olan ağaç yapraklarının kimyasal kompozisyonları arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($P < 0.05$).

Çizelge 1. Ağaç yapraklarının kimyasal kompozisyonları

Ağaçlar	HKM, %	HK, %	HP, %	NDF, %	ADF, %
Üzüm	93.52 ^b	12.53 ^b	10.68 ^b	30.94 ^a	21.52 ^a
Böğürtlen	94.20 ^a	9.74 ^c	15.40 ^a	22.51 ^b	15.04 ^b
Bodur dut	92.79 ^c	27.25 ^a	10.24 ^b	34.86 ^a	22.22 ^a
ÖS	***	***	***	***	***
SHO	0.20	2.72	0.84	2.66	1.18

^{a,b,c} Aynı satırda yer alan farklı simgeye sahip ortalamalar birbirinden farklıdır. ***: $P < 0.05$
SHO = Standart hata ortalaması, ÖS = Önem seviyesi, HKM; Havada kuru madde, HK: Ham kül, HP: Ham protein, NDF: Nötr deterjan fiber, ADF: Asit deterjan fiber

Havada kuru madde (HKM) içeriği incelendiğinde en yüksek %94.20 ile böğürtlen yapraklarında ardından %93.52 ile üzüm yapraklarında ve en düşük %92.79 ile bodur dut yapraklarında olduğu saptanmıştır. Ham kül (HK) içerikleri ise en yüksek %27.25 ile bodur dut yapraklarında, en düşük %9.74 ile böğürtlen yapraklarında ve üzüm yapraklarının ise %12.53 olduğu belirlenmiştir. Ağaç yapraklarının HK içeriği bu çalışmada %9.74 ile 27.25 arasında olduğu tespit edilmiştir. Literatürde böğürtlen, üzüm ve dut ağaç yapraklarının HK içerikleri incelendiğinde %7-20 arasında değişiklik gösterdiği görülmektedir (Biel ve Jaroszevska, 2016; Kamalak ve Özkan, 2021; Ünlü vd., 2022). Bu çalışmada bodur dut dışında diğer ağaç yapraklarının HK sonuçları literatürdeki çalışmalarla uyum göstermektedir (Biel ve Jaroszevska, 2016; Kamalak ve Özkan, 2021; Ünlü vd., 2022). Bodur dut yaprakları literatürdeki HK sonuçlarından yüksek olduğu görülmektedir. HK içeriğinin yüksek olması örneklerin toplanırken taş, çamur vb. bulaşık yabancı maddelerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Ağaç yapraklarının ham protein (HP) içerikleri %10.24 ile %15.40 arasında değişmiş olup en yüksek HP içeriği %15.40 ile böğürtlen yapraklarında iken, bodur dut ve üzüm yapraklarının HP içerikleri sırasıyla %10.24 ile %10.68 olduğu tespit edilmiştir. Literatürde üzüm yapraklarının HP içeriği %10-20, böğürtlen yapraklarının %11-25, dut yapraklarının ise %4.5-21 arasında olduğu görülmektedir (Biel ve Jaroszevska, 2016; Kamalak ve Özkan, 2021; Ünlü vd., 2022). Bu çalışmadaki ağaç yaprakları literatürdeki çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Khanal ve Subba, 2001; Gürbüz, 2007; Biel ve Jaroszevska, 2016; Kamalak ve Özkan, 2021; Ünlü vd., 2022).

Ağaç yapraklarının NDF ve ADF içerikleri incelendiğinde ise üzüm yapraklarının NDF içeriği %30.94, ADF içeriği %21.52, böğürtlen yapraklarının ise NDF içeriği %22.51, ADF içeriği %15.04 olduğu bodur dut yapraklarının ise NDF içeriği %34.86, ADF içeriği %22.22 olduğu belirlenmiştir. Bazı üzüm çeşitleri yapraklarının NDF içeriği %28-32 arasında ADF içerikleri ise %16-28 arasında değişmektedir (Gürbüz, 2007; Ünlü vd., 2022). Biel ve Jaroszevska, (2016) yürütmüş oldukları çalışmada farklı böğürtlen yapraklarının NDF içeriği %17-30, ADF içeriğini ise %15-25 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Khanal ve Subba, (2001) yürüttükleri çalışmada dut yapraklarının NDF içeriğini %47.1 ve ADF içeriğinin %30.4 olduğunu belirtmiştir. Ünlü vd. (2022) yaptıkları çalışmada ise dut yapraklarının NDF içeriğini %22.29, ADF içeriğini ise %16.86 olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmaya konu olan ağaç yapraklarının NDF ve ADF içerikleri literatürde belirtilen aralıklarda olup literatür sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Khanal ve Subba, 2001; Gürbüz, 2007; Biel ve Jaroszevska, 2016; Ünlü vd., 2022).

Literatürde yürütülen birçok çalışmada ağaç yapraklarının kimyasal kompozisyonları arasında farklılıklar mevcuttur. Bu farklılıklar ağaç çeşitleri, hasat zamanı, iklim, coğrafya gibi birçok farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada da elde edilen kimyasal kompozisyon sonuçları genel olarak önceki çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

SONUÇ

Ağaç yaprakları arasında kimyasal kompozisyon açısından önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Ağaç yapraklarının kimyasal kompozisyonları dikkate alındığında özellikle de küçükbaş hayvanlarda alternatif kaba yem kaynağı potansiyeli taşımaktadır. Ayrıca arpa, buğday, çavdar samanı gibi özellikle kış zamanlarında kullanılan samanların kimyasal kompozisyonuna göre çok iyi bir kaba yem kaynağı olduğu sonucuna varılmıştır. Bundan sonraki yürütülecek çalışmalarda ağaç yapraklarının antibesinsel faktörlerinin, metan üretiminin ve in vivo denemeleri ile de desteklenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Acar, Z., Tan, M., Ayan, İ., Önal Aşçı, Ö., Mut, H., Başaran, U., Gülümser, E., Can, M. & Kaymak, G. (2020). Türkiye’de yem bitkileri tarımının durumu ve geliştirme olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisleri IX. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı, 13-17 Ocak, Ankara, s. 529-553.

- AOAC, (1990). Official method of analysis. 15th ed., pp.66-88. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Biel, W. & Jaroszewska, A. (2017). The nutritional value of leaves of selected berry species. *Scientia Agricola*, 74, 405-410.
- Gürbüz, Y. (2007). Determination of nutritive value of leaves of several *Vitis vinifera* varieties as a source of alternative feedstuff for sheep using in vitro and in situ measurements. *Small Ruminant Research*, 71(1-3), 59-66.
- Kamalak, A. & Özkan, CO. (2021). Potential nutritive value and anti-methanogenic potential of some fallen tree leaves in Turkey. *Livestock Res Rural Devel*, 33, 132.
- Khanal, R.C. & Subba, D.B. (2001). Nutritional evaluation of leaves from some major fodder trees cultivated in the hills of Nepal. *Animal Feed Science and Technology*, 92(1-2), 17-32.
- Malgaz, M. & Atalay, A.İ. (2022). Sonbaharda Dökülen Ağaç Yapraklarının Kimyasal Kompozisyonu ve Metan Üretim Kapasiteleri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 12(3), 1871-1883.
- Ünlü, H.B., Özkan, C.O. & Kamalak, A. (2022). Potential nutritive value of some tree leaves commonly used for small ruminant in the Aegean region of Turkey. *Progress In Nutrition*, 24(1), e2022005
- Van Soest, P.J. (1994). Nutritional ecology of ruminants. 2 nd ed. Cornell University Press Ithaca, New York USA.

TURF PERFORMANCES OF SOME COOL CLIMATE TURFGRASS SPECIES IN SEMI-SHADE AREAS

BAZI SERİN İKLİM ÇİM TÜRLERİNİN YARI GÖLGE ALANLARINDA GÖSTERDİKLERİ ÇİM PERFORMANSLARI

Doç. Dr. Hakkı AKDENİZ

Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 7600-Iğdır

Dr. Öğr. Üyesi İbrahim HOSAFLIOĞLU

Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 7600-Iğdır

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Iğdır Üniversitesi Şehit Bülent Yurtseven Kampüsü gölgelik alanlarında, farklı serin mevsim çim türlerinin (*Lolium perenne* var. *Esquire*, *Festuca arundinacea* var. *Starlett*, *Festuca rubra rubra* var. *Corail*, *Festuca rubra comutata* var. *Casanova*, *Festuca rubra trichophylla* var. *Samanta*), 3 mevsimde (ilkbahar, yaz ve sonbahar) çim kalitesi, yaprak eni, bitki boyu ve kaplama oranı, yeşil ot verimi, renk tonu, kök uzunluğu ve kışa dayanıklılık gibi performansları incelemektir. Bu türlerden *L. perenne* ve *F. arundinacea* türlerinde 40 g m², *F. rubra rubra*, *F. rubra comutata*, *F. rubra trichophylla* türlerinde 35 g m² tohum kullanılmıştır. Ekim 25 Mart 2019 tarihinde yapılmış ve ekimle birlikte tüm parsellere m² ye 7 g fosfor ve her ay 5 g azot verilmiş, yağmurlama ile düzenli olarak sulanmıştır. Deneme tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Çalışma verileri, temizlik biçimleri yapıldıktan 3 hafta sonra, 15 Mayıs-5 Ağustos-25 Ekim 2019 tarihlerinde alınmıştır. Çalışmanın performans değerlerinde; çim kalitesi *F. arundinacea* ve *L. perenne*'de yaz mevsiminde 9.00 tam skala, kaplama oranı *F. arundinacea* sonbaharda % 100, yaş ot miktarı *F. arundinacea* ve *L. perenne*'de yaz mevsiminde 1230 g– 1120 g, bitki boyu *F. arundinacea* ve *L. perenne*'de 17.33 cm–17.11 cm, yaprak renk tonu *F. arundinacea* ve *L. perenne*'de ilkbahar, yaz mevsimlerinde 9.00 tam skala, ve kök uzunluğu *F. arundinacea* 3.71 cm olarak tespit edilmiştir. İncelenen performans değerleri açısından çimler arasında *F. arundinacea* var *Starlett* türü, yaz ve sonbahar mevsimlerinde ilk sırada yer alırken bunu *L. perenne* var. *Esquire* takip etmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çim türleri, çim kalitesi, yarı gölgeli alan, bazı kriterler

ABSTRACT

This study was conducted in the shady areas of Iğdır University Şehit Bülent Yurtseven Campus, where different cool season grass species (*Lolium perenne* var. Esquire, *Festuca arundinacea* var. Starlett, *Festuca rubra rubra* var. Corail, *Festuca rubra comutata* var. Casanova, *Festuca rubra trichophylla* var. Samanta.), performances such as grass quality, leaf width, plant height and cover ratio, green grass yield, grass quality, color tone, root length and winter hardiness were examined in 3 seasons (spring, summer and autumn). Of these species, 40 g m² of seeds were used for *L. perenne* and *F. arundinacea* species, and 35 g m² of seeds were used for *F. rubra rubra*, *F. rubra comutata*, *F. rubra trichophylla* species. The planting was done on March 25, 2019, and with the planting, all parcels were given 7 g of phosphorus per m² and 5 g of nitrogen every month, and were irrigated regularly with sprinklers. The experiment was set up with three replications according to the factorial design in random blocks. Study data were taken between May 15-August 5-October 25, 2019, 3 weeks after the cleaning methods were carried out. In the performance values of the study; grass quality is 9 full scales in summer in *F. arundinacea* and *L. perenne*, cover rate is 100% in *F. arundinacea* autumn, fresh grass amount is 1230 g– 1120 g in summer in *F. arundinacea* and *L. perenne*, plant height is *F. arundinacea* and *L. perenne*, leaf color tone was 9 full scales in spring and summer in *F. arundinacea* and *L. perenne*, and root length was 3.71 cm in *F. arundinacea*. *F. arundinacea* var. among the grasses in terms of performance values examined. Starlett species ranks first in summer and autumn, followed by *L. perenne* var. Esquire followed up.

Keywords: Tufgrass specie, tufgrass quality, semi-shaded areas, some criteria

GİRİŞ

Son yıllarda hızlı ekonomik gelişme sonucu artan kentleşme ile birlikte habitatların, özellikle de kentsel alanların ekolojisi, gerek hükümetler ve gerekse de bilim adamları tarafından ciddi bir endişe haline ile takip edilmektedir (Robbin and Birkenholtz, 2003). Bundan dolayı gittikçe şehirleşen dünyamızda artan dünya nüfusuna nefes aldırarak yeşil alanların önemi her geçen gün artmaktadır (Kızıllı ve Süren, 2020). Bu alanlarda yaşayan insanların huzur ve yaşam kalitesinin artırarak (Kuşvuran ve Tansı, 2009), yerleşim yerlerinde hem estetik hem de sağlıklı bir çevrede toplum hayatının devam etmesi adına yeşil alanların en önemli bitkisel materyali olan çim kullanımı büyük önem arz etmektedir. Yeşil alan tesisinde, Poacea (Graminae) familyasına ait monokotiledonlu bitkiler olarak kabul edilen çim türlerinden İngiliz çimi (*Lolium perenne* L.), kırmızı yumak (*Festuca rubra* L.) ve çayır salkım otu (*Poa pratensis* L.), serin mevsim ve çok yıllık çim türleri birçok alanda kullanılmakla birlikte, özellikle son yıllarda yapılan ıslah çalışmalarında *L. perenne* ve *F. rubra*'nın bazı varyeteleri kuraklık ve sıcaklık stresleri altında iyi performans gösterdikleri bilinmektedir (Bushman ve ark., 2020).

Çim türleri her ne kadar yalın tür olarak kullanılıyorsa da, çim karışımlarının birçok avantajları bulunmaktadır. Bu karışımlara giren çim bitkileri ve bunların oranları çok dengeli olmalıdır. Düşük oranlarda *Poa pratensis* L., ve yüksek oranda *Lolium perenne* L., tesislerinin ilk aşamalarında yaprak dokularından daha ince yapılı bir doku elde edilebilir (Brede ve Duich, 1984). Çimlerin monokültür ekimlerinde *Poa*, daha fazla kardeş ve yaş köklere sahip olup bir tür olup, *Lolium* ise kıştan sonra daha yüksek köklenme oluşturur. *Cynodon*'un yalın tür ekimlerinde kalitesi, birçok karakter açısından zayıf olup, %40

Cynodon-60% Poa'dan oluşan karışımların yaş ot verimi yüksek, kış ve yaz mevsiminden sonra daha yüksek klorofil indeksi ile kaliteli bir çim oluşturabilirler (Akbari ve ark., 2011).

Sıcak mevsim çimlerinin evapotranspirasyon oranı, serin mevsim türlerine göre daha düşük olup çim örtüsünün su kullanım etkinliği, yaprak morfolojisine, çim türünün büyüme hızı gibi çeşitli özelliklere bağlıdır (Sherman, 1986). Çim tesislerinde, düşük tohumluk miktarlarının başlangıçta daha seyrek bitki örtüsü oluşturmalarına rağmen ilerleyen dönemlerde çim kalitesi arasında önemli bir farkın olmadığını (Çelebi ve ark., 2010), bununla birlikte yalın tür olarak ekilen *Lolium perenne*'nin bitki boyu ve renk özelliklerinin etkilenmediği bildirmişlerdir (Hosaflıoğlu ve Akdeniz, 2017).

Çim türleri üzerinde yapılan çok sayıda araştırmalardan, *Lolium perenne* türüne ait Ballet ve Greenway çeşitlerinin Ege Bölgesi sahil kuşağına diğerlerinden daha iyi adapte oldukları (Demiroğlu ve ark., 2010), farklı bölgelerde aynı türlerin farklı varyetelerinin ise diğer bazı türlerden daha iyi olabileceği (Gül, 2015), Akdeniz ikliminde *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea*, *Poa pratensis* gibi türlerin ilkbahar ve sonbaharda yaz mevsimine göre daha iyi performans gösterdikleri belirtilmiştir (Kir ve ark., 2010).

Yeşil alan çalışmalarında her ne kadar çim alanları iyi tesis edilmiş olsa bile yüksek kalite özelliklerinin devam ettirilmesi için tesisin düzenli bir şekilde gübrenmesi önemli olup, bu gübrelerin başında azot gelmektedir. Azot (N), temel bir bitki elementi olup, verildikten sonra, bitkiler tarafından hızla emilir, kök sistemlerinin ve fotosentetik aktivitenin iyileştirilmesi yoluyla büyümenin uyarıldığını (Sun ve ark., 2008), sulama veya K gübre uygulamalarında, topraktaki K seviyeleri 318 ile 1064 mg K kg⁻¹ arasında, yaprak K içeriği %1.67 ile %2.57 arasında değişmiş olduğu ancak çim rengi ve kalitesi üzerinde herhangi bir önemli bir etkisinin olmadığını (Shearman ve ark., 2005) ortaya koymuşlardır. Rizomlu kırmızı yumak (*Festuca rubra* L. subsp. *rubra*) Lustrous ve Rufi çeşitlerinin diğerlerine kıyasla tuza karşı daha toleranslı oldukları bildirilmiştir (Kusvuran, 2014).

Poa pratensis ve *Festuca arundinacea* ve *Dactylis glomerata* türlerin incelendiği bir çalışmada, yıl, mevsim, biçme ve toprak derinliklerinde kök ağırlıklarının önemli derecede farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde tüm türlerde yeni kök büyümesinin ilkbaharda yoğun ve yaz başlarında durduğunu, en düşük kök yoğunluklarının ise Ağustos sonunda meydana geldiğini, daha az sıklıkta kesilen çimlerin ise sonbaharda, düzenli olarak biçilen çimlerden daha erken büyümeye devam ettiği ifade edilmiştir (Stetson and Sullivan, 1998).

Bütün bitki türlerinde olduğu gibi çim türleri de yetiştirildikleri ortam şartlarına göre performans gösterirler. Çimlerin yetiştiği ortam, bina ve benzeri yapılarla birlikte ağaç gibi bitkisel toplulukların bulunduğu insanların yaşamsal alanlarıdır. Çim türleri çoğu kez bu yapıların altındaki gölge veya yarı gölgelik alanlarda gelişimlerini sürdürmek zorunda kalmalarından dolayı, buldukları ortamlara göre de, büyüme ve yaşlanma döngüleri ve ardından toprak mikroorganizmaları ile kök etkileşimi, benzersiz çevresel sonuçları olan mevsimsel farklılıklar sergilemektedirler.

Çim türlerinden, *Festuca rubra* güçlü rizomları sayesinde erken ilkbaharda hızlı gelişme göstererek çim alanındaki boşlukları çabuk kapatabilmesi, hastalıklara dayanıklılığı, yavaş uzadığından daha az biçim yapılması, ezilmeye, basılmaya ve gölgeye dayanıklılığı, yalın tür olarak da ekilebilmesi, *F. rubra trichophylla* ve *R. rubra comuta*'dan daha hızlı tesis olma olması, kendine olan rağbeti artırmaktadır.

Birbirlerinden farklı karakterler sergileyen serin iklim çimleri içinde en yaygın olarak kullanılan *Lolium perenne* var *Esquire*, *Festuca arundinacea* var *Starlett*, *Festuca rubra* var *Corail*, *Festuca rubra comutata* var *Casanova*, *Festuca rubra trichophylla* var *Samanta* gibi türlerin gölge ve yarı gölge olarak sayılan, deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 900 m

olan, gece-gündüz ve mevsimler arasındaki sıcaklık farkları büyük, kışları soğuk, yazları sıcak ve kurak olan Iğdır Üniversitesi Şehit Bülent Yurtseven kampüs alanında bulunan lojmanların çevresinde kurularak, çim performansları incelenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Toprak hazırlığı ve bakım işlemleri

Iğdır Üniversitesi Şehit Bülent Yurtseven Kampüsü alanında çevre düzenlemesi yapılmış olup çim tesis alanı olan Lojman kenarlarındaki taş, çakıl, naylon vb. yabancı maddelerden temizlenip toprak kabartılarak üzerinde silindir geçirilmiş ve ince bir tesviyesi yapılmıştır. Bu alanlardan yaklaşık 20 cm derinliklerden alınan toprak örneklerinin kireç oranı %10.57 (orta), pH 8.38 (hafif alkali), potasyum 73.27 kg da⁻¹ (yüksek), fosfor 13.76 kg da⁻¹ (çok yüksek), organik madde %2.04 (orta), toplam tuz % 0.01 (tuzsuz), toprak yapısı (killi-tınlı) olarak belirlenmiştir.

Ekim; 2 m x 1 m = 2 m² lik parsel alanlarında, blok ve parseller arasında 0.5 m mesafe bırakılarak, tohumlar elle serpidikten sonra, üzerine 1 cm kadar kapak toprağı (eşit oranda kum, tarla toprağı ve yanmış hayvan gübresi karışımı) atılarak silindirle bastırılmıştır. Denemede 3 mevsim (ilkbahar, yaz ve sonbahar), beş tür (Lolium perenne var. Esquire, Festuca arundinacea var. Starlett, Festuca rubra rubra var. Corail, Festuca rubra comutata var. Casanova, Festuca rubra trichophylla var. Samanta) 3 tekerrürlü olmak üzere toplam 45 parselde yürütülmüştür. Ekim öncesi safiyet analizi yapılmış (Oral ve Açıkgöz, 1998), ekimde Lolium perenne ve Festuca arundinacea türünde 40 g m², Festuca rubra rubra, Festuca rubra comutata, Festuca rubra trichophylla türlerinde 35 g m² tohum kullanılmıştır. Ekim 25 Mart 2019 tarihinde yapılmış olup hemen ardından çimler çıkıncaya kadar toprağın üstü devamlı nemli kalacak şekilde sabah ve akşam saatlerinde, ilkbahar ve sonbahar döneminde yaklaşık iki günde bir, sıcak yaz ayları periyodunda her akşam yapılmıştır. Denemenin kuruluşundan toplam sürekli büyüyen çimlerde beş defa temizlik biçimi yapılmış ve kümülatif yaş ot verimleri değerlendirilmemiştir. Sadece ilkbahar, yaz ve sonbahar değerleri sırasıyla 15 Mayıs, 5 Ağustos ve 25 Ekim 2019 tarihlerinde alınarak değerlendirilmiştir.

Deneme alanında ekim işlemi yapıldıktan sonra bütün parseller yağmurlama sulama sistemiyle homojen olarak çimlerin çıkışı tamamlanıncaya kadar düzenli aralıklarla sulanmıştır. Büyüme mevsimi boyunca her ay bütün parsellere sülfat formunda (N), 5 g m² olarak (Oral ve Açıkgöz 1998) verilmiş, toprakta yeteri kadar fosfor olduğundan fosfor gübrelemesi yapılmamıştır. Çim tesis alanında dar ve geniş yapraklı yabancı ot mücadelesi sulamadan sonra elle sökülerek temizlenmiş ve değerlendirmeye alınan veriler çim biçme makinası ile 7 cm yükseklikten yapılmıştır.

Araştırmada İncelenen Konular

1.Çim kalitesi, görsel incelemelerle 1-9 skalasına göre (Sills ve Carrow 1983), 2.Kaplama Oranı; kuadrat (Ebadı 50 cm x 50 cm olan tahta çıtaların iç kısmına karşılıklı kenarlardan ip gerilmek suretiyle 100 eşit parçaya bölünmüş kare çerçeve) yardımıyla (Avcıoğlu, 1983), 3.Yaş ot verimi (g parsel), 4.Bitki boyu (Mulvalı ve Okuyucu, 1999), 5.Renk (Spangenberk ve ark., 1996), 6- Yaprak eni; Dijital göstergeli kumpas yardımı ile (mm), 7- Kök derinliği; Çim toprak numunesi alma aparatı ile (cm), 8- Kışa Dayanıklılık; 1-9 skalasına göre görsel olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 1. Toprak numunesi alma aparatı ile kök derinliğine bakılması

İstatistiksel Analizler

Denemenin verileri JMP 5.0.1 istatistik paket programında analiz edilerek, ortalamalar LSD çoklu karşılaştırma testine göre yapılmıştır.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI

1. **Yaprak eni:** *F. arundinacea*, *L. perenne*, *F. rubra rubra*, *F. rubra comutata* ve *F. rubra trichophylla* gibi beş farklı serin iklim bitkisinin yarı gölge sayılan Iğdır Üniversitesi Lojman alanlarında ilkbahar, yaz ve sonbaharda göstermiş oldukları performanslarla ilgili yaprak eni değerleri Çizelge 1.'de gösterilmiştir. Çimler hem mevsim, tür bakımından hem de bunların interaksiyonları açısından çok önemli bulunmuştur. Mevsim ortalamasına göre tür bazında en yüksek değer *F. arundinacea* 3.27 mm ile diğer türlerden bariz bir şekilde farklılık arz ederken, en düşük değer 0.38 mm ile *F. rubra trichophylla* türünden elde edilmiştir. Türlerin ortalamasına göre ilkbahar, yaz ve sonbahara doğru yaprak eni artarak sırasıyla 0.63 mm, 1.19 mm ve 1.91 mm ile istatistiksel olarak aralarındaki fark önemli bulunmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Türlerin mevsimlere göre yaprak en değerleri (mm)

Çim Türleri	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Tür Ortalaması
F.arundinacea	1.25 ^d	3.40 ^b	5.17 ^a	3.27 ^a
L. perenne	0.67 ^{efg}	1.15 ^{de}	2.22 ^c	1.35 ^b
F. rubra rubra	0.44 ^g	0.52 ^{fg}	0.63 ^{fg}	0.53 ^{cd}
F. rubra comutata	0.52 ^{fg}	0.54 ^{fg}	0.96 ^{def}	0.67 ^c
F. rubra trichophylla	0.27 ^g	0.32 ^g	0.54 ^{fg}	0.38 ^d
Mevsim Ortalaması	0.63 ^c	1.19 ^b	1.91 ^a	

2. **Bitki Boyu:** Çim bitkileri, çoğunlukla en iyi gelişmelerini tam güneş ışığı altında yaparlar. Gölgede bitki gelişimi yavaşlar ve kısa sürede ölümler görülür ancak türler arasında farklılıklar bulunur. F. arundinacea ve L. perenne bitki 17.33 ve 17.11 cm ile en yüksek çim türü özelliğinde olup, bu türleri F. rubra rubra ve F. rubra comutata takip etmiş, en düşük ise F. rubra trichophylla çim çeşidi olmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Türlerin mevsimlere göre bitki boy değerleri (cm)

Çim Türleri	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Tür Ortalaması
F. arundinacea	15.00	19.33	17.67	17.33 ^a
L. perenne	15.00	19.00	17.33	17.11 ^a
F. rubra rubra	11.00	17.33	13.00	13.78 ^b
F. rubra comutata	12.00	17.33	14.00	14.44 ^b
F. rubra trichophylla	10.00	15.33	9.67	11.67 ^c
Mevsim Ortalaması	12.60 ^c	17.67 ^a	14.33 ^b	

3. **Yaş Ot Verimi:** Yaş ot verimi, çim bitkilerinden ziyade yem bitkilerinde arzu edilen bir özelliktir. Böyle olmakla birlikte, bitkilerin sağlıklı ve gümrah gelişmesi adına bir dereceye kadar arzu edilir ancak aşırı gelişme gösteren türlerin bakım ve aynı kalite sürdürülebilir olması oldukça zordur. Bu özellik bakımından gerek mevsim ve gerekse türler çok önemli derece tür x mevsim interaksyonları ise önemli derecede etkilenmiştir. Türler içinde F. arundinacea 930.0 g parsel olarak değere ulaşmıştır. Bu türü L. perenne, F. rubra rubra takip etmiş ve parsele en az yaş ot verimi (522.22 g) ile F. rubra trichophylla çeşidinden sağlanmıştır, en yüksek yaş ot ise mevsimden yaz döneminden elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Türlerin mevsimlere göre parsele yaş ot miktarı değerleri (g)

Çim Türleri	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Tür Ortalaması
F. arundinacea	663.33 ^{cd}	1230.00 ^a	896.67 ^b	930.00 ^a
L. perenne	553.33 ^{de}	1120.00 ^a	656.67 ^{cd}	776.67 ^b
F. rubra rubra	406.67 ^f	910.00 ^b	600.00 ^{de}	638.89 ^c
F. rubra comutata	383.33 ^f	866.67 ^b	723.33 ^c	657.78 ^c
F. rubra trichophylla	323.33 ^f	720.00 ^c	523.33 ^e	522.22 ^d
Mevsim Ortalaması	466.00 ^c	969.33 ^a	680.0 ^b	

4. Çim Kalitesi: Türlerin mevsimlere göre çim kalite performanslarının kalite değerleri (1-9 skala), Çizelge 4’de verilmiştir. Gerek türlerin ve mevsimlerin ve gerekse tür x mevsim interaksyonları çok anlamlı düzeyde bulunmuştur. İlkbaharda tesis edilen çeşitlerin tam olarak yapılandırılmalarını tamamlamadığından kalite puanları yaz ve sonbahar dönemine göre düşük olmuştur. Tür bazında ele alındığında, F. arundinacea ve L. perenne ilk sıralarda olmuştur. F. rubra comutata ise 6.00 puan (1-9 skala) ile diğer çeşitlerin gerisinde kalmıştır.

Çizelge 4. Türlerin mevsimlere göre çim kalite değerleri (1-9 skala)

Çim Türleri	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Tür Ortalaması
F. arundinacea	7.33 ^b	9.00 ^a	8.67 ^a	8.33 ^a
L. perenne	7.00 ^b	9.00 ^a	9.00 ^a	8.33 ^a
F. rubra rubra	5.33 ^{cd}	7.33 ^b	7.33 ^b	6.67 ^b
F. rubra comutata	5.00 ^{cd}	7.33 ^b	5.67 ^c	6.00 ^c
F. rubra trichophylla	4.67 ^d	6.67 ^b	9.00 ^a	6.78 ^b
Mevsim Ortalaması	5.87 ^b	7.86 ^a	7.93 ^a	

5. Yaprak rengi: Çim bitkilerinde aranılan bir kalite ölçütü de özellikle göze hitap eden çimin yaprak rengidir. Bu bakımdan mevsimlerin etki önemli, türlerin ve interaksyonları ise çok önemli olmuştur. Renk tonu bakımından ilkbahar ve yaz mevsim hemen aynı, F. arundinacea ve L. perenne türlerinin renk tonu benzer olup, diğer türlerden az da olsa yüksek olmuştur.

Çizelge 5. Türlerin mevsimlere göre yaprak renk değerleri (1-9 skala)*

Çim Türleri	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Tür Ortalaması
arundinacea	9.00 ^a	9.00 ^a	7.67 ^b	8.56 ^a
L. perenne	9.00 ^a	9.00 ^a	8.00 ^b	8.67 ^a
F. rubra rubra	8.00 ^b	8.00 ^b	8.00 ^b	8.00 ^b
F. rubra comutata	8.00 ^b	8.00 ^b	7.67 ^b	7.89 ^b
F. rubra trichophylla	8.00 ^b	8.00 ^b	8.67 ^a	8.22 ^b
Mevsim Ortalaması	8.40 ^a	8.40 ^a	8.0 ^b	

*: Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p < 0.05$)

6. Kök Derinliği: Çeşitlerin kök derinliği istatistiksel olarak çok önemli, mevsimler ise önemli olup ilkbahar ve yazın ölçülen bitkilerin kök derinlikleri benzer olmuş, türler bazında en derin köklü çim türü ise *F. arundinacea* (3.71 cm), *F. rubra trichophylla* ise 2.29 cm ile en az derine giden bitki olmuştur (Çizelge 6.).



Şekil 2. *F. arundinacea* ve *F. rubra trichophylla*'nın kök derinliği

Çizelge 6. Türlerin mevsimlere göre kök derinliği değerleri (cm)

Çim Türleri	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Tür Ortalaması
F. arundinacea	3.83	3.53	3.77	3.71 ^a
L. perenne	3.37	3.60	3.04	3.33 ^b
F. rubra rubra	2.67	3.20	2.57	2.81 ^{cd}
F. rubra comutata	3.07	3.43	2.90	3.13 ^{bc}
F. rubra trichophylla	2.73	2.93	2.70	2.79 ^d
Mevsim Ortalaması	3.13 ^{ab}	3.34 ^a	3.00 ^b	

Çizelge 7. Türlerin mevsimlere göre kaplama oran değerleri (%)

Çim Türleri	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Tür Ortalaması
F. arundinacea	71.33 ^g	92.33 ^{cd}	100 ^a	87.89 ^a
L. perenne	77.33 ^f	92.67 ^{cd}	98.33 ^{ab}	89.44 ^a
F. rubra rubra	64.00 ^h	82.67 ^e	96.00 ^{abc}	80.89 ^b
F. rubra comutata	64.33 ^h	79.00 ^{ef}	90.00 ^d	77.78 ^c
F. rubra trichophylla	64.33 ^h	81.33 ^{ef}	94.67 ^{bc}	80.11 ^{bc}
Mevsim Ortalaması	68.27 ^c	85.60 ^b	95.80 ^a	

7. **Kışa Dayanıklılık:** Türlerin kışa dayanıklılık performanslarının arasında çok bariz bir fark olmamakla beraber iki ayrı grup oluşturmuşlardır Türlerin kışa dayanıklılık değerleri (1-9 skala) ne göre, F. arundinacea, 7.33 değeri ve F. rubra trichophylla 7.67 ile aynı grupta diğer türlerden yüksek bulunmuştur (Çizelge 8.).

8.

Çizelge 8. Türlerin kışa dayanıklılık değerleri (1-9 skala)

Çim Türleri	Tür Ortalaması
F. arundinacea	7.33 ^a
L. perenne	5.67 ^b
F. rubra rubra	4.67 ^b
F. rubra comutata	5.33 ^b
F. rubra trichophylla	95.81 ^a

*Aynı harflerle gösterilen değerler arasında fark yoktur.

TARTIŞMA

Çim bitkileri, çoğunlukla en iyi gelişmelerini tam güneş ışığı altında yaparlar. Gölgede bitki gelişimi yavaşlar ve kısa sürede ölümler görülür ve ancak türler arasında farklılıklar bulunur. Çimlerle yapılan daha önceki çalışmalarda, ana tema, çimin genel estetik yönü, çim örtüsü, renk ve yaprakların yapısı gibi toprak üstü kısımlarına çok önem verilmiştir (Jankowski ve ark., 2012). Yaprak eni bakımından bütün mevsimlerde *F. arundinacea* daha kaba dokulu, *L. perenne* ise ve özellikle de *F. rubra* alt türleri daha ince yapılı olarak kendilerini göstermiştir. Yeşil alanda kullanılan çim bitkilerinin diğer bitkilerden farkı, düzenli olarak yaprak kaybına karşı toleranslı, stres koşullarına daha dayanıklı olmalarıdır. (Chan and Shi, 2015).

Kaliteli bir çim elde edebilmek için, büyümelerinin başlangıcından itibaren bitki metabolizmasında önemli rol oynayan ve olumsuz iklim ve toprak koşullarında hayatta kalmayı sağlayan, toprağa iyi nüfuz eden, derin kökler oluşturmaları gerekir (Dziamski ve ark., 2007).

Bu çalışmada, *F. arundinacea*, başta kalite olmak üzere bitki boyu, yaş ot, yaprak rengi, kök derinliği ve kaplama oranı gibi araştırılan bütün özellikleri yönünden ve mevsimler açısından en yüksek değerlere sahip olmuş olup bunu *L. perenne* türü takip etmiştir. Türkiye oldukça zengin bir floraya sahip olup (Güner, 2012), henüz kültüre alınmamış özellikle buğdaygil çim türlerinin sayısı oldukça azdır. Türkiye florasından toplanmış beş *Festuca* türüne ait 497 genotip üzerinde yapılan bir çalışmada, *F. arundinacea* en yüksek çim kalitesi (6.90), renk (5.75), yaprak dokusu (3.03) ve yaprak genişliği (2.79 mm) olarak bulunmuş ve en ince yaprak dokusu ile *F. ovina*' da tespit edilmiştir (Çopur Doğrusöz ve Tamkoç, 2019). Araştırmanı sonuçları bu çalışma ile kısmen benzer bulunmuş olup, farklıkların gölge şartlarından, sulama, biçme ve diğer uygulamalardan kaynaklanabilir olduğu belirtilmiştir. Aynı araştırmacılar, *Festuca L.* türlerinde, tür içi ve türler arası çeşitliliğin yüksek olduğunu, bu durumun seleksiyon ve ıslah çalışmalarında büyük bir avantaj sağlayabileceği ifade etmişlerdir. Benzer bir çalışmada, Tokat bölgesinde *Festuca arundinacea* Schreb.'ın altı farklı çeşidinden en yüksek değerler Merida ve Turbo çeşitlerinden sağlanarak benzer alanlarda rahatlıkla kullanılabilirliği önerilmiştir (Yılmaz, 2018). Ege Bölgesine uyumlu tür ve popülasyonların belirlenmesinde, kamışsı yumak (*Festuca arundinacea* Schreb.) ve kırmızı yumak (*Festuca rubra L.*) türleri arasında, Kamışsı yumak popülasyonlarından daha fazla kuru madde verimi sağlayarak, daha yüksek ilkbahar gelişme hızı ve daha yüksek büyüme potansiyeli göstermiştir (Özpinar ve ark., 2014).

Denemede kullanılan türlerden *F. arundinacea* verim bakımından araştırmacıların sonuçlarına oldukça benzer bulunmuştur. Bitki boy ve yaş ot miktarı bakımından *F. arundinacea* ve *L. perenne* türleri özellikle yaz mevsiminde en yüksek değerlere ulaşmıştır. Biçilen çimler hayvanlara verilerek değerlendirildiğinde yeşil alan çim tesislerinde karışımında bu iki tür kullanılabilir. Benzer şekilde *Festuca arundinacea*'nin yeni bazı çeşitleri pek çok özellik (kaplama derecesi, yaprak dokusu, yaprak rengi, yenilenme gücü) açısından en iyi sonucu verdiğini ve aynı zamanda *Lolium perenne*'nin yeni çeşitlerinin de başarılı olduğunu, *Festuca rubra*'nın ise başarılı olmadığı sonuçları bu çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir (Varoğlu ve ark., 2015).

Lolium perenne, çimlendikten sonra köklenmesi çok hızlı olup, çıkıştan bir ay kadar iyi bir çim oluşturmaktadır. Ancak yaz sıcaklıklarına oldukça duyarlı olan bitki üzerinde çok sayıda genetik ıslah çalışmaları yapılmaktadır. Türler içerisinde *Lolium perenne*, hızlı çimlenme gösteren, parlak yeşil renkli ve yoğun çim oluşturmaktadır. Bunun yanında çim biyotik ve

abiyotik streslere karşı toleranslarını geliştiren birçok yeni çeşidi geliştirilmiştir (Malinowski ve Belesky, 2000). *Festuca rubra* kendi içinde üç botanik gruba ayrılır ve bunları ayıran en önemli faktör farklı rizom oluşturabilme yönleridir. Bu özellik bakımından, *Festuca rubra rubra*, fazla, *Festuca rubra commutata*, rizom oluşturması hemen hemen yok ve *Festuca rubra tricophylla* ise rizom oluşturması çok az olan türdür. Bu çalışmada, çim kalite ve kaplama oranı bakımından en hızlı gelişime sahip ve yabancı otlara karşı rekabet gücü yüksek *F. arundinacea* ve *L. perenne* türleri olmuştur. Yaprak renk performansları bakımından bütün mevsimlerde *F. arundinacea* ve *L. perenne* türleri ilk sırada yer almakla birlikte diğer türler de yüksek renk değerleri göstermiştir. Bazı araştırmacılar, *Festuca arundinaceae*'nin yeni çeşitlerinin pek çok özellik (Kaplama Derecesi, Yaprak Dokusu, Yaprak Rengi, Yenilenme Gücü) açısından en iyi sonuçlar verdiğini, *Lolium perenne*'nin yeni çeşitlerin de başarılı sonuçlar doğurduğunu ifade ettikleri, bu çalışmayı desteklemektedir (Varoğlu ve ark., 2015).

Kök derinliği bakımından *F. arundinacea* türü en uzun köklere sahip olmuştur. Derin köklü türler, özellikle suyun yetersiz olduğu dönemlerde toprağın daha derin katmanlarından toprak nemini emme avantajına sahip olup ve böylece yıl boyunca daha kaliteli çim elde edilebilir. Bitki kökleri sulu koşullarda toprağın üst katmanlarına, susuz koşullarda ise daha derinlere gitme eğilimi gösterirler (Huang, 1999). Kışa dayanıklılık yönü ile renk ve çim kalitesi değerleri bakımından en yüksek *F. arundinacea* ve *F. rubra tricophylla* türleri ön plana çıkmıştır. Bir serin iklim bitkisi olan Kamışsı yumak (*Festuca arundinacea* Schreb.) apartman ve yerleşim alanlarında, golf sahalarının kenar kısımlarında ve diğer spor alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Hatamzadeh ve ark., 2014). Çok farklı sıcaklık, kuraklık ve yüksek toprak pH'ı gibi abiyotik koşullara karşı ve tuzdan etkilenmiş topraklarda bile kullanılabilir (Gao ve Li, 2014). Bu kadar dayanıklı olmasının temel nedenlerinden biri yaz dinlenme periyodunda kök gelişimini devam ettirmesinden kaynaklanabilir (Pirnajmedin ve ark., 2016). Bunun yanında kamışsı yumak tuzluluk toleransı orta ila yüksek arasında dayanıklılığı iyi olan türler arasındadır (Friell ve ark., 2012). Bitkilerin kök sistemleri, işlevsel özellikleri, yer üstü organları kadar fazla ilgi görmemiştir ve aralarındaki ilişkiler hakkında çok az şey bilinmektedir. Fort ve ark. (2013), bitkilerin kök uzunluğu ile spesifik yaprak alanları arasında önemli korelasyonların olduğunu, kuraklığa dayanıklı türlerin, kuraklığa duyarlı türlerden daha düşük spesifik kök uzunluklarına sahip kök stratejileri ortaya koymuşlardır. Çim türlerinin soğuğa toleranslı olmalarında birçok metabolik değişiklerin gözlemlendiğini (Bertrand ve ark., 2013), yüksek yapısal olmayan karbonhidrat (NSC) rezervlerinin hem düşük hem de çevresel streslere karşı bitkileri daha dirençli yaptıkları gözlemlenmiştir (Shahba ve ark., 2003b; Fulkerson ve ark., 2003).

Çim bitkilerinin gölge şartlara dayanımı, gölgenin koyuluğu, bölgenin yağış durumu veya sulama etkinliği, biçim yüksekliği ve sıklığı, gübreleme, hastalık ve zararlıların gelişmesi gibi birçok faktöre bağlıdır. *Festuca arundinacea* Schreb.) çeşitleri ve bir dereceye kadar *Lolium* türleri ise Akdeniz ikliminde kış, ilkbahar ve sonbaharda yaza göre daha iyi performans göstermiştir (Kir ve ark., 2010). Aynı bölgede bozulmuş çim alanlarında kış döneminde görselliğin yeniden kazandırılması için İngiliz çimi ve kamışsı yumak gibi türlerin ikili karışımlarının başarılı bir şekilde kullanılabileceği saptanmıştır (Yılmaz ve ark., 2018). Benzer şekilde, Salman ve ark. (2011) kamışsı yumağın ve çok yıllık çimin (*Lolium perenne* L.) saf ve karışımlarının iyi performans gösterdiğini, Türk ve Sözüren (2016), çim performanslarına azot dozlarıyla birlikte kışa dayanıklılık, kaplama derecesi, yaprak rengi, yenileme gücü, kardeş sayısı, genel görünüm ve kuru ot verimi değerleri de artışlar olduğu belirtmişlerdir.

SONUÇ

Bu araştırmada ele alınan türlerde incelenen özelliklerden, başta kalite olmak üzere, bitki boyu, yaprak eni ve rengi, kaplama oranı, kök uzunluğu ve kışa dayanımı ve mevsimler bakımından da kaba yapılı olan kamışsı yumak diğer türlerden bariz bir şekilde öne çıkmıştır. Bu çim türünü *Lolium perenne* takip etmiştir. Bitki boyu, kalite, renk ve kaplama oranı bakımından hemen hemen aynı performansı göstermesine karşılık, kışa dayanım bakımından diğer türler ile aynı grupta yer almıştır. Çim kalitesi *F arundinacea* ve *L. perenne*'de yaz mevsiminde 9.00 tam skala, sonbaharda kaplama oranı *F arundinacea* % 100, yaş ot miktarı *F arundinacea* ve *L. perenne*'de yaz mevsiminde 1230 g–1120 g, bitki boyu *F arundinacea* ve *L. perenne*'de 17.33 cm–17.11 cm, yaprak renk tonu bakımından *F arundinacea* ve *L. perenne*'de ilkbahar, yaz mevsimlerinde 9.00 tam skala, ve kök uzunluğu bakımından ise *F arundinacea* 3.71 cm olarak tespit edilmiştir. Çim performansları yaz ve sonbahar mevsimlerinde *Festuca arundinacea* var. *Starlett* türü çoklu karşılaştırmada ilk sırada olup bunu *Lolium perenne* var. *Esquire* türü takip etmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Bu çalışmaya yazarlar eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Araştırmacılar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

KAYNAK LİSTESİ

- Açıkgöz, E., 1993. Çim Alanlar Yapım ve Bakım Tekniği. Çevre Peyzaj Mimarlığı Yayınları, Bursa. 10 s, 131 s, 150-159 s.
- Anonim, 2013. Iğdır Meteoroloji İl Müdürlüğü kayıtları.
- Avcıoğlu, R., 1983. Çayır Mer'a Bitki Topluluklarının İncelenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları No: 466. Bornova, İzmir, 245 pp.
- Akbari, M., Salehi, H., & Khosh-Khui, M., 2011. Cool-warm season *Poa-Cynodon* seed mixtures and their turf growth and quality. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, 61 (6), 559–564. <https://doi.org/10.1080/09064710.2010.526134>
- Bertrand, A., Castonguay Y., Azaiez, Y., and Dionne, J., 2013. Low-temperature stress. In: J.C. Stier, B.P. Horgan, and S.A. Bonos, editors, *Turfgrass: Biology, use and management*. Agron. Monogr. 56. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI. p. 279–318.
- Chan, Z., Shi, H., 2015. Improved abiotic stress tolerance of bermudagrass by exogenous small molecules. *Plant Signal. Behav.* 2015, 10, e991577. [CrossRef] [PubMed].
- Brede, A.D., Duich J.M., 1984. Establishment Characteristics of Kentucky Bluegrass-Perennial Ryegrass Turf Mixtures as Affected by Seeding Rate and Ratio 1. *Agronomy Journal*, 76(6), 875–879. <https://doi.org/10.2134/agronj1984.00021962007600060004x>
- Çelebi, Ş., Andiç, N., Yılmaz, İ.H., 2010. Van Bölgesinde Tesis Edilecek Çim Alanları İçin Uygun Tohumluk Miktarının Saptanması (1). *YYU TAR BİL DERG*, 20 (1), 16–25.
- Çopur, Doğrusöz M., Tamko, A., 2019. Türkiye Florasından Toplanmış *Festuca L.* Genotiplerinde Morfolojik-Agronomik Varyasyon. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 261–267. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.612516>
- Demiroğlu, G., Soya., H, Avcıoğlu., R, Geren, H., 2010. Ege Bölgesi Sahil Kuşağı Koşullarında Bazı Yeni İngiliz Çimi (*Lolium perenne L.*) Çeşitlerinin Yeşil Alanlara Uygunlukları Üzerinde Bir Araştırma. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg*", 47 (1), 71–78.

- Dziamski, A., Stypczyńska, Z., ĩurek, G., ĩabĀdzki L, Długosz, J., 2007. Observations of root system development and dynamics of root: shoot ratio of selected turf grass varieties and breeding lines grown in different soil conditions. *Plant Breed. Seed Sci.* 55, 76-88.
- Fort, F., Jouany, C., Cruz P., 2013. Root and leaf functional trait relations in Poaceae species: Implications of differing resource-acquisition strategies. *Journal of Plant Ecology*, 6 (3), 211–219. <https://doi.org/10.1093/jpe/rts034>.
- Friell, J., Watkins, E., Horgan, B., 2012. Salt tolerance of 75 coolseason turfgrasses for roadsides. *Acta Agric Scand B Soil Plant Sci.* 62(sup1):44–52. <https://doi.org/10.1080/09064710.2012.678381>.
- Gao, Y., Li, D., 2014. Growth responses of tall fescue (*Festuca arundinacea* schreb.) to salinity stress. *Eur J Hortic Sci.* 79(3):123– 128.
- Gül, İ., 2015. Diyarbakır Koşullarında Bazı Çayır Salkım Otu Çeşitlerinin Çim Alan Performanslarının Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 32 (2), 55–63. <https://doi.org/10.13002/jafag830>.
- Hatamzadeh, A., Nalousi, AM., Ghasemnezhad, M., Biglouei, M.H., 2014. The potential of nitric oxide for reducing oxidative damage induced by drought stress in two turfgrass species, creeping bentgrass and tall fescue. *Grass Forage Sci.* 70(30):538–548. <https://doi.org/10.1111/gfs.12135>.
- Hosafloğlu, İ., Akdeniz, H., Keskin, B., 2017. The Effects of Different Seed Quantities on Turfgrass Performance of Rye Grass (*Lolium perenne* L. var. Ovation). II. Internaitonan İğdir Symposium, 73.
- Huang, B., 1999. Water relations and root activities of *Buchloe dactyloides* and *Zoysia japonica* in response to localized soil drying. *Plant and Soil*, 208: 179-186.
- Jankowski, K., Jankowska, J., Sosnowski, J., 2012. Ocena zadarnienia muraw trawnikowych zaólonych na bazie Āmiaaka darniowego [Evaluation of sod cover of lawn turfs established on the basis of turf hairgrass]. *Fragm. Agron.* 29(2), 52-59.
- Kızılışmşek, M., Süren, E.Y., 2020 Farklı tuzluluk seviyelerinin bazı kamışsı yumak (*F. arundinacea*) çeşitlerin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(2): 189-1
- Kir, B., Avcioğlu, R., Demiroğlu, G., Simic, A., 2010. Performances of some cool season turfgrass species in mediterranean environment: I. *Lolium perenne* L., *Festuca arundinacea* Schreb., *Poa pratensis* L., and *Agrostis tenuis* Sibth. *Turkish Journal of Field Crops*, 15(2), 174–179. <https://doi.org/10.17557/tjfc.76187>.
- Kuşvuran, A., Tansı, V., 2009. Çukurova koşullarına uygun çim tür ve karışımlarının belirlenmesi ve performanslarının saptanması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana. 306s.
- Kusvuran, A., 2014. Determination of Salinity Effects on Seed Germination in Different Red Fescue (*Festuca rubra* L.) Varieties Farklı Kırmızı Yumak (*Festuca rubra* L.) Çeşitlerinde Tohum Çimlenmesi Üzerine Tuzluluğun Etkilerinin Belirlenmesi. 7 (1), 22–27.
- Malinowski, DP., Belesky, D.P., 2000. Adaptations of endophyte-infected cool-season grasses to environmental stresses: Mechanisms of drought and mineral stress tolerance. *Crop Sci.* 40:923–940. doi:10.2135/cropsci2000.404923x
- Mulvalı, B., Okuyucu, F., 1999. Bazı Çim Buğdaygillerinin Yeşil alan Performanslarına Farklı Azotlu Gübre Uygulamalarının Etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova, İzmir.
- Oral, N., Açıkgöz, E., 1998. Bursa Bölgesinde Tesis Edilecek Çim Alanları için Tohum Karışımları, Ekim Oranları ve Azotlu Gübre Uygulaması Üzerinde Araştırmalar, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Özpınar, H., Sabancı, CO., Acar, A.A., Aksu, S., Niksarlı İnal, F., 2014. Populations Grown

under Aegean Region Conditions. 32–40.

Pirnajmedin, F., Majidi, MM., Gheysari, M., 2016. Survival and recovery of tall fescue genotypes: association with root characteristics and drought tolerance. *Grass Forage Sci.* 71(4):632–640. <https://doi.org/10.1111/gfs.12231>.

Robbins, P., Birkenholtz, T., 2003. Turfgrass revolution: Measuring the expansion of the American lawn. *Land Use Policy* 2003, 20, 181–194.

Shahba, M.A., Qian, Y.L., Hughes, H.G., Koski, A.J., Christensen, D., 2003. Relationships of soluble carbohydrates and freeze tolerance in saltgrass. *Crop Sci.* 43:2148–2153. doi:10.2135/

Salman, A., Avcioglu, R., Öztarhan, H., Cevheri, C., Okkaoğlu, H., 2011. Performances of different cool season turf grasses and some mixtures under Mediterranean environmental condition, *International Journal of Agriculture ve Biology* 13(4): 529–534

Shearman, R.C., Erusha, K.S., Wit, L.A., 2005. Irrigation and potassium effects on *Poa pratensis* L. fairway turf. *International Turfgrass Society*, 10 (September), 998–1004.

Sills, M.J., Carrow, R.N., 1983. Turfgrass Growth, N Use and Water Use Under Soil Compaction and N Fertilization. *Argon. J.*, 75: 488-492

Spangenberk, B.G., Fermanian, T.W., Wehner, D.V., 1986. Valution of Liquid-Applied Nitrogen Fertilizers on Kentucky Bluegrass Turf. *Argon. J.*, 78: 1002-1006

Stetson, D.L., Sullivan, W.L., 1998. Seasonal variation in root growth of three grass species under varying cutting treatments. *Root Demographics and Their Efficiencies in Sustainable Agriculture, Grasslands and Forest Ecosystems*, 223–235. https://doi.org/10.1007/978-94-011-5270-9_18

Sun, X., Luo, N., Longhurst, B., Luo, J., 2008. Fertiliser Nitrogen and Factors Affecting Pasture Responses. *TheOpen Agriculture Journal*, 2 (1), 35–42. <https://doi.org/10.2174/1874331500802010035>

Türk, M., Sözüren, K., 2016. Farklı Azot Dozlarının Çok Yıllık Çim (*Lolium perenne*) Çeşitlerinin Çim Performansı Üzerine Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(2): 99-107, Isparta.

Varoğlu, H., Avcioglu R., Değirmenci, R., 2015. Kamışsı Yumak (*Festuca arundinaceae*), Çayır Salkım Otu (2). *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24 (2), 85–95.

Yılmaz, Ş., Hurmanlı, İ., Birhan, M., 2018. Effect of Overseeding on Seasonal Turf-grass Quality in Grass Lands. *Journal of Agricultural Faculty of Mustafa Kemal University*, 23 (1), 97–105.

Yılmaz, M., 2018. Determining of Turfgrass Performance of Certain Tall Fescue Cultivars in Cool Season Ecological Conditions. *Academic Platform Journal of Engineering and Science* 6-3, 42-48, 2018.

LEVERAGING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ENHANCED WEED IDENTIFICATION AND MANAGEMENT

Usman Muhammad Umar

Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies,
Department of Plant Production and Technology, Niğde, Türkiye
ORCID 0009-0003-6491-1217

Zeynep Unal

Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies,
Department of Biosystem Engineering, Niğde, Türkiye.
ORCID 0000-0002-9954-1151

ABSTRACT

Weed infestations are a constant threat to agriculture, which is the backbone of the world's food production. The conventional approach to managing weeds has primarily involved the application of pesticides, giving rise to considerable concerns about the environment's long-term sustainability and the safety of food production. Machine learning and computer vision, two subfields of artificial intelligence, are well known for their ability to solve challenging issues. This study examined the application of artificial intelligence (AI) to agricultural weed identification and management techniques. This review makes use of Research Gate, a reliable research platform. The investigation examined the researchgate database. Research publications on artificial intelligence, weed identification, and management strategies were the exclusive focus of the study. To discover pertinent findings, the study also used a variety of approaches. A lot of potential exists for artificial intelligence (AI) in agriculture, where it is currently being applied in several ways to boost productivity and efficiency. Herbicide consumption can be decreased, weed control can be done more effectively and efficiently, and the environmental impact of weed management can be kept to a minimum by using Artificial intelligence (AI). AI has the power to completely transform how humans grow and prepare food, improving the productivity, sustainability, and profitability of agriculture. AI is essentially more effective at managing weeds because it uses fewer herbicides, which are typically toxic or harmful to human health.

Key Words: Artificial Intelligence, Weed, Identification, Weed Management.

INTRODUCTION

The primary cause of the decline in agricultural productivity is weeds. Weed detection is the process of identifying such undesirable plants in the field. Being a pest to crops, weeds make agricultural output impossible without effective weed control, which is why weed detection is crucial. According to Adeux et al. (2019), the majority of weed communities caused significant output losses in unweeded zones, ranging from 19% to 56%, based on a three-year study. According to Ahmad Loti et al., (2021), weed plants tend to compete for resources, some weed species are home to pests and illnesses and act as harbors for agricultural viruses that have the potential to destroy entire harvests. They often made both manual and mechanization operations less effective, with the need for additional costs to get rid of them.

The economic consequences of weeds are so significant, including decreased agricultural yields, higher production costs, and the possibility of lower-quality harvests. Weed infestations are a constant threat to agriculture, which is the backbone of the world's food production. The existence of weeds poses a significant threat to agricultural yield because they compete with crops for resources including light, space, water, and nutrients (Tshewang et al., 2016). As a result, this interference interferes with the development and growth of cultivated crops in the fields of most farmers.

Yu et al. (2019) also reported that weeds often cause irregular crop maturity and make harvesting procedures more difficult by interfering with the consistent growth of crops. The unchecked growth of weeds harms the sustainability, productivity, and overall economic viability of agriculture. The conventional approach to managing weeds has primarily involved the application of pesticides, giving rise to considerable concerns about the environment's long-term sustainability and the safety of food production. According to Modi et al. (2023), herbicides are chemical substances that are specifically intended to control and eliminate weeds. They have played a significant role in improving crop yields and mitigating the negative effects of weed competition by minimizing labor requirements, improving crop development, and specifically targeting and eliminating weed species. However, there have been significant concerns raised about the use of herbicides, including those related to food safety and the environment. When herbicides are applied indiscriminately, weed populations may become resistant to them, requiring the use of more powerful and hazardous herbicides for the environment (Chu et al., 2022). Artificial Intelligence (AI) tools are precisely what are needed to address these difficulties and provide more precise and environmentally friendly weed management methods. Machine learning and computer vision, two subfields of artificial intelligence, are well known for their ability to solve challenging issues. Machine learning allows computers to learn from historical data and apply computer algorithms to enhance performance or solve problems. Agricultural land is of paramount importance. The intelligent weed detection, evacuation, and decomposition robot is a smart machine that uses machine learning and computer vision to capture images of beans and weeds, differentiate them using the provided data set, and remove the weeds from the farm (Adeniji et al., 2023). In order to identify and eliminate weeds while converting them into organic fertilizer for the farm, an intelligent weed identification and decomposition robot also uses computer vision and machine learning (Adeniji et al., 2023). Eliminating weeds helps only to lessen competition, on the other hand, breaking them down adds organic matter that increases soil richness. Artificial intelligence and cutting-edge technology support effective weed management practices, which are essential to reducing these negative impacts and maintaining the success of agriculture. Artificial Intelligence (AI) in weed control aims to mitigate the environmental effects of herbicides by increasing their effectiveness, reducing the amount of chemicals used, and reducing residues (Hakme et al., 2020). Furthermore, this approach encourages the use of a more responsible and sustainable weed-controlling technique in agricultural operations. AI approaches encompass a wide range of technologies, such as deep learning, machine learning, and computer vision, each with unique capacities to address the complex issues raised by the spread of weeds (Wang et al., 2022). The process of adopting artificial intelligence for weed control will have significant economic implications which will aid resource optimization, in terms of land and labor with emphasis on weeds during the application of herbicide (Jha et al., 2019).

CONCEPTUAL FRAMEWORK

The Artificial Intelligence concept.

It is necessary to review traditional techniques to comprehend the drawbacks and environmental issues related to chemical herbicides. The issues presented by undesirable plant species in agriculture have led to an evolution of traditional weed management strategies over time. Common techniques for physically removing weeds include mechanical management techniques like hoeing and plowing. Furthermore, manual techniques like hand weeding have been used for millennia. Herbicides are another common method of chemical control; different formulations are designed to target different kinds of weeds. Research is still being conducted with the exclusive goal of developing and implementing more effective methods to support weed identification and management. The primary and frequently used methodology in the studies is the detection method that makes use of image processing and filtering techniques. Latha et al. (2014) suggested a K-means clustering method to detect and control weeds in a cornfield using an inter-row and inter-plant strategy. The system's effectiveness varied depending on the environment. Choudhari and Gogate (2023) used a combination of image processing techniques, component labeling methods, and aspect ratios to compare the heights and widths of images to detect and control weeds. Additionally, Shraddha et al. created and used a more effective technique for weed detection and control. Moreover, Shraddha et al. (2018) created and put into practice a more effective weed detection and control approach. Sandeep et al. (2018) coupled segmentation techniques with Convolutional Neural Network (CNN) and Image processing approach. A database utilizing the Python programming language was used to store a collection of RGB weed data. With CNN's adoption of the approach, classification and weed identification were accomplished with 95% accuracy.

This review's major goal is to evaluate artificial intelligence's (AI) effectiveness in weed identification and management. Therefore, the purpose of this review is to:

- a. Review of literature: This review aims to carry out an extensive investigation into the identification and control of weeds by artificial intelligence methods.
- b. Planned outcomes synthesis involves compiling pertinent information from respectable websites, analyzing and tracking alterations, and dispersing credible articles.
- c. Artificial intelligence with weed control constraints: To bolster the review's conclusions, the limitations of artificial intelligence methodologies, weed identification, and management-related issues will be examined.

METHODOLOGY

Data collection method

The Researchgate database was used to collect the articles. Artificial intelligence, weed identification, and management strategies were keywords used to collect the data. These keywords were utilized to obtain relevant data from multiple academic disciplines. Journal articles, reports, and conference proceedings were among the articles that were examined in a particular quantity. Research publications on artificial intelligence, weed identification, and management strategies were the exclusive focus of the study. To discover pertinent findings, the study also used a variety of approaches.

FINDINGS

Artificial Intelligence in Agriculture

The term artificial intelligence (AI) describes the capacity of machines to carry out operations that would typically require human intelligence. A lot of potential exists for artificial intelligence (AI) in agriculture, where it is currently being applied in several ways to boost productivity and efficiency. In order to give farmers information on crop health, soil moisture, and nutrient levels, artificial algorithms can assess data from a variety of sources, including sensors, drones, and satellites. Better agricultural yields are eventually the result of farmers being able to make educated decisions regarding fertilization, irrigation, and insect management. Using data on crop performance, weather patterns, and soil quality, artificial intelligence can assist farmers in pinpointing sections of their fields that need special care. This leads to maximized yields and lower expenses for farmers since they may customize their agricultural methods to the unique requirements of each region. Agronomic operations like planting, spraying, and harvesting crops can be completed without the assistance of humans with the use of autonomous machinery, which includes the use of artificial intelligence-powered equipment like self-driving tractors and drones. Farmers are able to concentrate on other areas of their farms, which not only helps them work more productively but also lowers labor expenses. Artificial algorithms are also capable of analyzing data from cameras and sensors to monitor the health and behavior of cattle in the topic of livestock monitoring. Thus, the risk of disease outbreaks is decreased, and animal welfare is enhanced as farmers are able to recognize and address health issues early. Product tracking via the supply chain is possible with supply chain optimization and artificial intelligence. In addition to lowering waste and increasing food safety, this aids farmers and retailers in optimizing logistics (Barfa, 2023).

The Use of Artificial Intelligence in Weed Control

One factor that most lowers a farmer's projected profit is weeds: for instance, unchecked weed invasion can result in a 50% yield loss for dried beans and maize crops, while weed competition can lower wheat production by 48% (Fahad et al., 2015). Even though certain weeds are toxic and can pose a risk to public health, weeds, and crops fight for resources like sunlight, water, and nutrients. With its ability to identify and control weeds more accurately and efficiently, artificial intelligence (AI) holds the potential to completely transform weed management. AI may be utilized to create picture recognition systems that have a high degree of accuracy for identifying weeds. This will enable growers and farmers to promptly recognize and categorize various weed species and then implement the necessary management strategies. Precision weed management can be achieved with AI-powered devices like robots, drones, and self-driving cars. By identifying weeds with a scan of the fields, these instruments can minimize the amount of herbicide used and its negative effects on non-target organisms by applying herbicides or other control measures solely to the impacted regions. AI may be used to produce high-resolution weed maps, which will assist growers and farmers in locating weed hotspots and adjusting their weed control tactics accordingly. Predictive models that farmers can use to forecast weed growth and determine when to use herbicides or other control methods can be created using artificial intelligence (AI). This can lower the cost and negative environmental effects of weed control while also optimizing weed management techniques.

Artificial intelligence in weed identification.

Jain et al. (2022) carried out a comprehensive study on pest and weed identification in crops. Their work includes a thorough examination of this field and emphasizes the value of AI and machine learning algorithms in automating the distinction between plant pests and weeds. The research leverages deep learning and machine learning approaches, utilizing a range of mechanical equipment and platforms. Complex processes are needed to reliably identify crop and weed pixels, and real-time image processing presents difficulty because frame processing must happen quickly. The result was the suggestion of a two-part image processing method (Steward, 2019). The use of AI-based techniques and instruments to control weeds resistant to herbicides was thoroughly reviewed by Wu et al. (2021). A few commercially available AI-based techniques and technologies, like robotics, remote sensing, and spectral analysis, are mentioned by the authors as being able to help with weed management through machine learning and significantly simplify the classification process. Given that weeds compete with crops for resources and have a substantial impact on yields and quality, weed control is a crucial issue in agricultural crop production. Important obstacles in crop and weed plant perception are vegetation detection, weed, and crop plant classification, and plant location (Ghatrehsamani et al. 2023). The visual navigation system for agricultural robots has become a prominent trend in the field of intelligent agricultural machinery due to the development of visual algorithms and the acceleration of computer calculation speed (Zhang, et al., 2017). Given its superior performance, excellent adaptability, and learning capacity, deep learning technology is considered the wave of the future. The fields of science, health, and sustainable development have all been impacted by machine learning in recent years. Crop categorization, weed segmentation, weed identification, and other tasks have become its first uses in agriculture. According to (Su et al. 2020) deep learning is a promising technology that will enable timely and precise responses to weed detection in corn fields. To address weed-related issues in rice production in Sub-Saharan Africa, Olaniyi et al. (2021) carried out research intending to improve crop yield and raise return on investment.

Limitations on Weed Management

Weed competition reduces wheat output by roughly 48% (Fahad et al., 2015). These losses could occasionally reach 60% (Rao et al., 2014). Research on the effects of weeds on soybean yield revealed an 8%–55% decrease in yield (Datta, 2017). Sesame crops account for between 50% and 75% of yield losses in a study on artificial intelligence applications in agriculture (Mruthul, 2015). To detect and control weeds, Choudhari and Gogate (2023) combined an aspect ratio comparison with an image processing methodology and component labeling method to detect weeds in research. In addition, a more effective weed detection and control strategy was created and put into practice (Shraddha et al. 2018). Jha et al. (2017) suggest that the duration of crop exposure to weeds could explain the variability in yield losses. The authors Latha et al. (2015) introduced a K-means clustering approach to identify and manage weeds in a cornfield by employing inter-row and inter-plant techniques. The method yielded different outcomes on each application of the methodology.

CONCLUSION AND RECOMMENDATION

Herbicide consumption can be decreased, weed control can be done more effectively and efficiently, and the environmental impact of weed management can be kept to a minimum by using AI. AI has the power to completely transform how humans grow and prepare food, improving the productivity, sustainability, and profitability of agriculture. AI is essentially more effective at managing weeds because it uses fewer herbicides, which are typically toxic or harmful to human health. Moreover, high rates of herbicide use and excessive application without thought have contaminated groundwater, left some herbicides active in the soil for

extended periods, and affected crop germination. There is a need to pay attention to techniques with less effects on the environment.

REFERENCES

- Adeniji, A. A., Jack, K. E., Idris, M. K., Oyewobi, S. S., & Oyelami, A. O. (2023). Deployment of an artificially intelligent robot for weed management in legume farmland. *ABUAD Journal of Engineering Research and Development*, 6(2), 28-38. <http://dx.doi.org/10.53982/ajerd.2023.0602.04-j>
- Adeux, G., Vieren, E., Carlesi, S., Bärberi, P., Munier-Jolain, N., & Cordeau, S. (2019). Mitigating crop yield losses through weed diversity. *Nature Sustainability*, 2(11), 1018-1026. <http://dx.doi.org/10.1038/s41893-019-0415-y>
- Ahmad Loti, N. N., Mohd Noor, M. R., & Chang, S. W. (2021). Integrated analysis of machine learning and deep learning in chili pest and disease identification. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(9), 3582-3594. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.10987>
- Barfa, A (2023). Artificial Intelligence in Weed Management. *Journal of Just Agriculture*, 3(10), 63-66. <https://justagriculture.in/files/newsletter/2023/june/10.%20Artificial%20Intelligence%20in%20Weed%20Management.pdf>
- Chu, L., Liu, H., Zhang, Z., Zhan, Y., Wang, K., Yang, D., ... & Yu, J. (2022). Evaluation of Wood Vinegar as an Herbicide for Weed Control. *Agronomy*, 12(12), 3120. <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy12123120>
- Choudhari, P., Gogate M., 2023. Weed Detection using Image Processing. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 11(7), 520-525. <http://dx.doi.org/10.22214/ijraset.2023.54680>
- Datta, A., Ullah, H., Tursun, N., Pornprom, T., Knezevic, S. Z., & Chauhan, B. S. (2017). Managing weeds using crop competition in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. *Crop protection*, 95, 60-68. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2016.09.005>
- Fahad, S., Hussain, S., Chauhan, B. S., Saud, S., Wu, C., Hassan, S., ... & Huang, J. (2015). Weed growth and crop yield loss in wheat as influenced by row spacing and weed emergence times. *Crop Protection*, 71, 101-108. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2015.02.005>
- Ghatrehsamani, S., Jha, G., Dutta, W., Molaei, F., Nazrul, F., Fortin, M., ... & Neupane, J. (2023). Artificial intelligence tools and techniques to combat herbicide resistant weeds—A review. *Sustainability*, 15(3), 1843. <http://dx.doi.org/10.3390/su15031843>
- Hakme, E., Herrmann, S. S., & Poulsen, M. E. (2020). Data processing approach for the screening and quantification of pesticide residues in food matrices for early-generation GC-TOFMS. *Brazilian Journal of Analytical Chemistry*, 7(26), 51-77. <http://dx.doi.org/10.30744/brjac.2179-3425.ar-36-2019>
- Jain, C. K., Gupta, N., Gupta, B. & Passi, K. (2022). Applications of Artificial Intelligence Based Technologies in Weed and Pest Detection. *Journal of Computer Science*, 18(6), 520-529. <https://doi.org/10.3844/jcssp.2022.520.529>
- Jha, K., Doshi, A., Patel, P., & Shah, M. (2019). A comprehensive review on automation in agriculture using artificial intelligence. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 2, 1-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aiia.2019.05.004>
- Latha, M., Poojith, A., Reddy, B. A., & Kumar, G. V. (2014). Image processing in agriculture. *International journal of innovative research in electrical, electronics, instrumentation and control engineering*, 2(6), 1562. <https://ijreeice.com/wp-content/uploads/2013/03/IJIREEICE1F-a-amarnath-Image-Processing.pdf>
- Modi, R. U., Kancheti, M., Subeesh, A., Raj, C., Singh, A. K., Chandel, N. S., Dhimate, A.S., Singh, M.K., Singh, S. (2023). An automated weed identification framework for sugarcane

crop: a deep learning approach. *Crop Protection*, 173, 106360. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106360>

Mruthul, T., Halepyati, A. S., & Chittapur, B. M. (2015). Chemical weed management in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 28(2), 151-154. <http://dx.doi.org/10.21608/ajas.2014.265694>

Olaniyi, O.M., Daniya, E., Abdullahi, I.M., Bala, J.A., Olanrewaju, E.A. (2021). Weed Recognition System for Low-Land Rice Precision Farming Using Deep Learning Approach. In: Masrour, T., Cherrafi, A., El Hassani, I. (eds) *Artificial Intelligence and Industrial Applications. A2IA 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1193. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51186-9_27.

Rao, A. N., Wani, S. P., & Ladha, J. K. (2014). Weed management research in India-an analysis of past and outlook for future. <http://oar.icrisat.org/id/eprint/8592>

Sandeep Kumar K., Rajeswari., & Usha, B. N. (2018). Convolution Neural Network based Weed Detection in Horticulture Plantation. *International Journal of Scientific Research and Review*, 7(6), 41-47. DOI:16.10089.IJSRR.2018.V7I06.5245.2394

Shraddha S. D, Priyanka S. J, Shraddha S. Z and Vijay S. B (2018.), Design of Farming Robot for Weed Detection and Herbicides Applications Using Image Processing, *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 4 (3), 161-163 <https://doi.org/10.15623/ijret.2018.0709024>

Steward, B., Gai, J., & Tang, L. (2019). The use of agricultural robots in weed management and control. In *Robotics and automation for improving agriculture* (pp. 161-186). Burleigh Dodds Science Publishing. <http://dx.doi.org/10.19103/as.2019.0056.13>

Tshewang, S., Sindel, B. M., Ghimiray, M., & Chauhan, B. S. (2016). Weed management challenges in rice (*Oryza sativa* L.) for food security in Bhutan: A review. *Crop Protection*, 90, 117-124. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2016.08.031>

Wang, P., Tang, Y., Luo, F., Wang, L., Li, C., Niu, Q., & Li, H. (2022). Weed25: A deep learning dataset for weed identification. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1053329. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36531369>

Wu, Z., Chen, Y., Zhao, B., Kang, X., & Ding, Y. (2021). Review of weed detection methods based on computer vision. *Sensors*, 21(11), 3647. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8197187/>

Yu, J., Sharpe, S. M., & Boyd, N. S. (2019). Fumigants alone or in combination with herbicide for weed management in bell pepper (*Capsicum annuum*). *Crop Protection*, 118, 31-35. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2018.12.010>

Zhang, Q., Chen, M. S., & Li, B. (2017). A visual navigation algorithm for paddy field weeding robot based on image understanding. *Computers and Electronics in Agriculture*, 143, 66-78. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.008>

**KANADI NOKTALI SİRKE SİNEĞİ, *Drosophila suzukii* (Matsumura)'NİN
ENTEĞRE MÜCADELESİ: TÜRKİYE ve DÜNYA'DAKİ DURUMU**

**INTEGRATED MANAGEMENT OF SPOTTED WING DROSOPHILA, *Drosophila
suzukii* (Matsumura) SITUATION IN TURKEY AND WORLDWIDE**

Doç. Dr. İsmail ALASERHAT

Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

ÖZET

Kanadı noktalı sirke sineği, *Drosophila suzukii* (Matsumura) polifag bir tür olup, çok sayıda konukçusu vardır. Özellikle kiraz ve üzümü meyvelerde ana zararlı olarak tanımlanmaktadır. *Drosophila suzukii* bir sirke sineğidir. Sirke sineklerinin çoğu zararlı değildir. Çünkü olgunlaşmış, düşmüş, çürüten meyvelere zarar verirler. Ancak Kanadı noktalı sirke sineğinin dişileri olgunlaşan meyveye yumurta bırakır ve yumurtalardan çıkan larvalar meyvede gelişerek meyvenin yumuşak ve pazarlanamaz hale gelmesine neden olur. Ayrıca larva beslenmesi sonrasında fungal ve bakteriyel enfeksiyonlar meydana gelmektedir. Kanadı noktalı sirke sineği karantinaya tabi zararlılardan olup, EPPO (Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Örgütü)'nun A2 listesinde yer almaktadır. Meyve ihracatında önemli yere sahip meyve türlerine büyük ölçüde zarar veren *D. suzukii* iklime bağlı olarak kısa sürede yüksek popülasyona ulaşmakta ve çok geniş alanlara yayılış göstermektedir.

Bu çalışmada, Türkiye'de ve dünyada *Drosophila suzukii* ile ilgili şüana kadar yürütülmüş çalışmalar incelenmiştir. Böylelikle gerek ülkemiz ve gerekse de dünya açısından son derece önemli karantina zararlılarından biri olan *D. suzukii*'nin morfolojisi, taksonomisi, yayılışı, konukçuları, zararı, biyolojisi, entegre mücadelesi vb. konularda yapılan çalışmalar bir araya getirilerek özetlenmiş ve derlenmiştir. Bu sayede zararlının ülkemizdeki ve dünyadaki mevcut durumu ortaya konulmuştur. Ayrıca zararlı ile mücadelede son derece önem arz eden bilgiler, mevcut mücadele yöntemleri, ileride çalışılması gereken mücadele yöntemleri vb. konularda tavsiyeler ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kanadı noktalı sirke sineği, *Drosophila suzukii* (Matsumura), Zararlı, Karantina, Mücadele, Meyve

ABSTRACT

The spotted-wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura), is a polyphagous species and has a wide range of hosts. It has been defined as the main pest of cherries and grapes in particular. *Drosophila suzukii* is a fly known as the vinegar fly. Because they damage overripe, fallen and rotting fruit, most vinegar flies are not harmful. However, the females of the spotted-wing drosophila lay eggs in the ripening fruit and the larvae that hatch from the eggs develop inside the fruit, causing it to become soft and unmarketable. In addition, fungal and bacterial infections occur after larval feeding. The spotted-wing drosophila is a quarantine pest on the A2 list of the EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organisation). *Drosophila suzukii*, which causes severe damage to fruit species that are important for fruit

exports, can reach high populations and spread over very large areas in a short period of time, depending on the climate.

In this study, we reviewed the research that has been done on *Drosophila suzukii* in Türkiye and around the world. Thus, studies on the morphology, taxonomy, distribution, hosts, damage, biology, integrated pest management, etc. of *D. suzukii*, one of the most important quarantine pests for our country and the world, have been collected, summarised and reviewed. In this way, the current situation of the pest in our country and in the world was revealed. In addition, information of great importance for pest management, current management methods, management methods to be investigated in the future, etc. are presented with recommendations on topics.

Keywords: Spotted-wing drosophila, SWD, *Drosophila suzukii* (Matsumura), Pest, Quarantine, Management, Fruit

GİRİŞ

Türkiye, bağ-bahçe kültürünün beşiği olup, birçok meyve türünün ana vatanı konumundadır. Ülkemizde 75'in üzerinde kültüre alınmış meyve türü vardır. Türkiye'de bir yandan sıcak ılıman ve soğuk ılıman iklim bölgelerinde yetişen meyve türleri geniş bir çeşit zenginliğiyle yabancı olarak ve kültüre alınmış halde yetiştirilirken, öte yandan subtropikal ve tropikal iklim bölgelerinden gelmiş meyve türleri de yer almaktadır. Çeşitli meyve türlerinin üretim ve işletme yörelerinin meydana gelmesinde, ülkemizin bahçe kültürlerinin beşiği olması gerçeği yatmaktadır. Öyle ki; şeftali denince Bursa, kayısı denince Malatya, çekirdeksiz üzümde Manisa, incirde Aydın, fıstıkta Antep-Urfa, narda Urfa, fındıkta Ordu-Giresun illeri dünya piyasalarında ürünleri ile birlikte birer kalite sembolü olarak bilinirler (Ağaoğlu ve ark., 2012; Gerçekçioğlu ve ark., 2023).

Dünya genelinde tarımsal üretimde %34,9'luk ürün kaybı olduğu; bunun içerisinde de %13,8'lik oran ile zararlıların başı çektiği, bunu sırası ile %11,6'lik kayıp ile hastalıkların ve %9,5'luk kayıp ile de yabancı otların takip ettiği bilinmektedir. Bu oranlar tarımsal faaliyet içerisinde tarımsal mücadelenin, tarımsal mücadele içinde de zararlıların önemini vurgulamaktadır (Kansu, 1981).

Meyve üretiminde de en önemli sorunların başında bitki koruma kaynaklı sorunlar gelmektedir. Meyve zararlısı böcekler Hemiptera, Thysanoptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera ve Hymenoptera takımları içerisinde yer almaktadır (Özbek ve ark., 1998). Bu takımlara giren türler içerisinde polifag türler önem arz etmektedir. Çünkü bu türlerin konukçu listeleri geniştir. Poligag türler içerisinde de özellikle karantinaya tabi zararlılar daha da çok önem arz etmektedirler.

Kanadı noktalı sirke sineği, *Drosophila suzukii* (Matsumura) polifag bir tür olup, çoğu küçük meyvelerde özellikle de *Vaccinium*, *Rubus*, *Prunus*, *Fragaria*, *Vitis*, *Ficus*, *Actinidia*, *Rhamnus*, *Lonicera*, *Sambucus* vb. cinse giren meyvelerde zarar yapan bir türdür. Konukçu dizini oldukça yüksektir. Öyle ki, *D. suzukii*'nin 15 familyaya giren birçok konukçusunun olduğu ifade edilmektedir (Kanzawa, 1939; Seljak, 2011; Walsh et al., 2011; Grassi et al., 2012). *Drosophila suzukii* bir sirke sineğidir. Sirke sineklerinin çoğu zararlı değildir. Çünkü olgunlaşmış, düşmüş, çürüyen meyvelere zarar verirler. Ancak Kanadı noktalı sirke sineğinin dişileri olgunlaşan meyveye yumurta bırakırlar ve yumurtalardan çıkan larvalar meyvede gelişerek meyvenin yumuşak ve pazarlanamaz hale gelmesine neden olur. Zararlı Doğu Palaearktik orijinli olmasına rağmen kısa zamanda yayılışını artırarak Avrupa'nın yanı sıra

Kuzey Amerika'ya kadar yayılış göstermiştir (Hauser, 2011; Cini et al., 2012). Zararlı karantinaya tabi etmenlerden olup, EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization)'nun A2 listesinde yer almaktadır (EPPO, 2024).

Kanadı Noktalı Sirke Sineği, *Drosophila suzukii* (Matsumura)'nin Morfolojisi

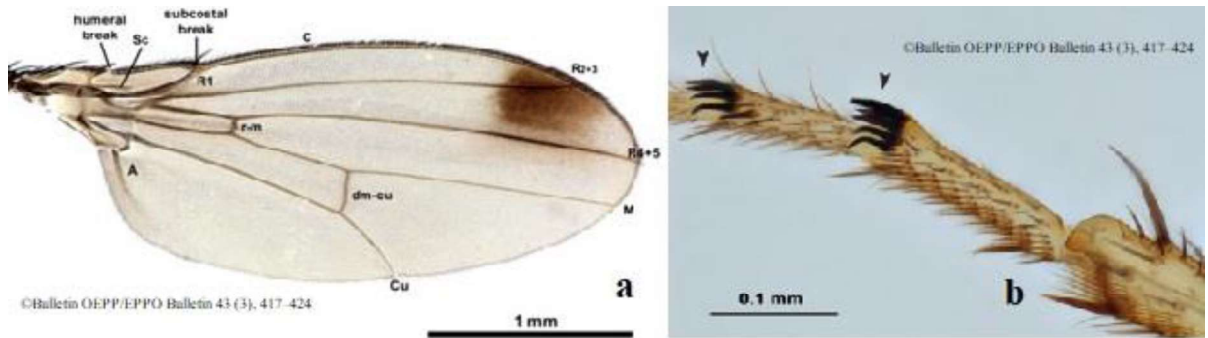
Ergin

Kanadı Noktalı Sirke Sineği erginleri, yaklaşık 2.25-4.00 mm boyunda, 6-8 mm kanat açıklığında küçük sineklerdir (Şekil 1). Erkekler (2.0-3.5 mm) genellikle dişilerden (2.5-4.0 mm) biraz daha küçüktür (Kanzawa, 1939).



Şekil 1. *Drosophila suzukii* (Matsumura) erginini a) erkek b) dişi; kanatların lateral uç kısımlarında nokta ve 2.6-2.8 mm (erkek) kanatlarda nokta yok ve 3.2-3.4 mm (dişi) boyutlarında

Dişi bireylerde kanatlar şeffaf iken erkek bireylerde kanadın R₂₊₃ damarının tepesinde tipik büyük siyah bir nokta mevcuttur (Şekil 2a). Erkeklerde ön bacakların biri birinci ve diğeri ikinci tarsomerde olmak üzere iki cinsiyet tarağı vardır. Bu tarakların her ikisi de tek sıra halinde olup, tarsusun uzunluğuna paraleldirler. Birinci tarakta 5-6, ikinci tarakta ise 3-4 güçlü diken vardır. Dişilerde ise bu sex tarakları yoktur (Şekil 2b) (Eppo, 2013).



Şekil 2. *Drosophila suzukii* (Matsumura) erkek a) erkeklerde kanatların R₂₊₃ damarının üzerindeki nokta b) erkeklerde ön bacaklardaki cinsiyet tarakları

Dişilerin bireylerin kontrast oluşturan, siyah kenar dişleri olan bir yumurta koyma borusu (ovopozitör) vardır. Yumurta koyma boruları birbirinden ayrılmış iki ayrı valf şeklinde gözükmekte ve her bir valfte 30-36 adet diş vardır. Her bir valfin distal (merkezden uzak) yarısında olan dişler diğerlerinden daha güçlü ve koyudur (Şekil 3a,b) (Eppo, 2013).



Şekil 3. *Drosophila suzukii* (Matsumura) dişi a) dişilerdeki ovopozitör b) ovopozitör üzerindeki dişler

Yumurta

Yumurtalar süt beyazı, parlak renkte ve yarı şeffaftır. Yumurtalar ortalama 0,62 x 0,18 mm genişliğindedir (Şekil 4). Yumurtalarda iki subapikal solunum tüpü vardır (Kanzawa, 1939).



Şekil 4. *Drosophila suzukii* (Matsumura)'nin yumurtaları

Larva

Üç larva dönemi vardır. Birinci, ikinci ve üçüncü dönemler için sırasıyla ortalama 0,67 x 0,17 mm, 2,13 x 0,40 mm ve 3,94 x 9 0,88 mm boyutlarında değişen (Kanzawa, 1939) (Şekil 5). Larvalar beyazdan krem rengine kadar değişen renkte, iç organları görünür şekilde ve siyah cephalopharyngeal iskeleti vardır. Üçüncü dönem larvanın mandibulalarının ventrali yoğun şekilde tırtıklıdır. Her bir ön spiracle 6 ila 8 paralel olmayan solunum tübüllerinden oluşur. Arka sivri uçlar boynuz şeklindedir (Eppo, 2013).



Şekil 5. *Drosophila suzukii* (Matsumura)'nin üçüncü dönem larvası

Pupa

Drosophila suzukii'nin pupaları kremsi, ten-kahverengi rengine ve yaklaşık 3 mm uzunluğunda ve 1 mm genişliğindedir. Pupa üzerinde bulunan boynuz şeklindeki solunum tüpleri yaklaşık 0,3 mm uzunluğunda olup başın her iki yanındaki ön sivri uçların çıkıntılarıdır. Her solunum tüpünün uçlarında radyal olarak düzenlenmiş yedi ila sekiz dal bulunur (Şekil 6) (Kanzawa, 1935).



Şekil 6. *Drosophila suzukii* (Matsumura)'nin pupaları

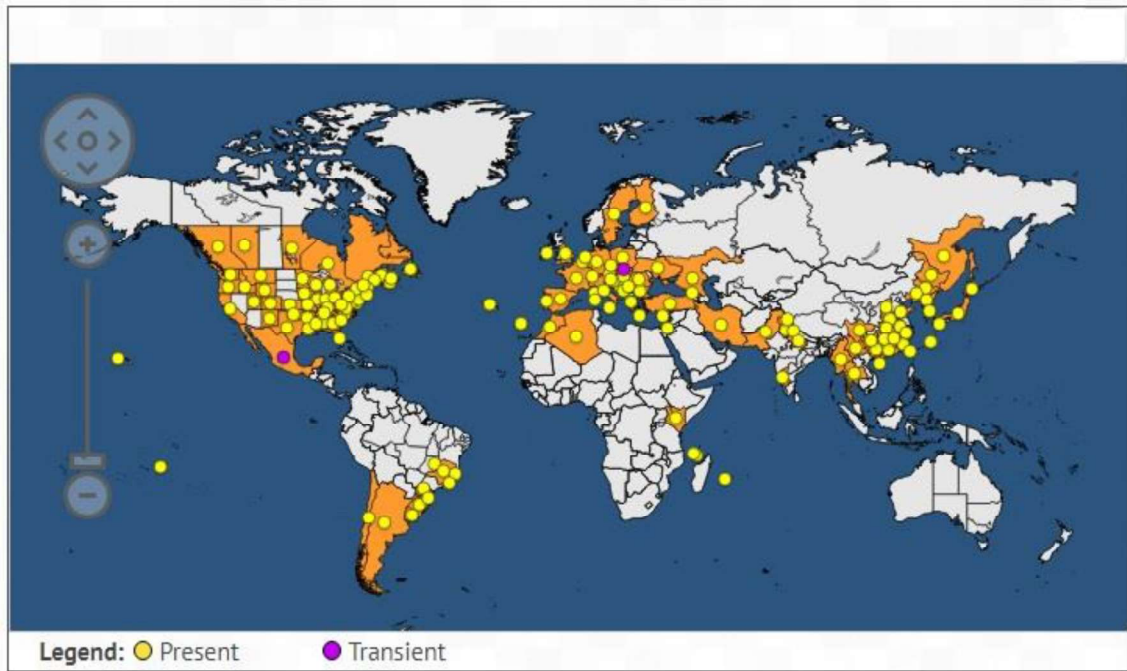
Kanadı Noktalı Sirke Sineği, *Drosophila suzukii* (Matsumura)'nin Taksonomi, Yayılış ve Konukçuları

Kanadı Noktalı Sirke Sineği, *Drosophila suzukii* (Şekil 1) Drosophilidae familyasına girmekte olup, bu familya dünyada 75 cinse ait toplamda yaklaşık 4000'in üzerinde türle temsil edilmektedir (Anonymous, 2024a). *Drosophila* Fallén cinsine giren yaklaşık olarak 1500 tür saptanmıştır (Anonymous, 2024b). Bu cinse giren türlerin çoğu polifag'tır. *Drosophila suzukii*'nin kültüre alınmış veya yabani formlarda yetişen çok sayıda konukçusu vardır. Kanadı Noktalı Sirke Sineği'nin konukçuları Rosaceae familyasından *Fragaria ananassa*, *Rubus idaeus*, *Rubus fruticosus*, *Rubus laciniatus*, *Rubus armeniacus* ve diğer *Rubus* türleri ile böğürtlen grubunun hibritleri (melezleri), *Rubus ursinus*, *Prunus avium*, *Prunus armeniaca*, *Prunus persica*, *Prunus domestica*, *Eriobotrya japonica*, Ericaceae familyasından *Vaccinium* türleri ve yaban mersini grubunun hibritleri; Grossulariaceae familyasından kültürü yapılan

kuş üzümüleri de dâhil *Ribes* türleri; Moraceae familyasından *Ficus carica* ve *Morus* türleri, Rhamnaceae familyasından *Rhamnus alpina* ssp. *fallax* ve *Rhamnus frangula*; Cornaceae familyasından *Cornus* türleri; Actinidiaceae familyasından *Actinidia arguta*; Ebenaceae familyasından *Diospyros kaki*; Myrtaceae familyasından *Eugenia uniflora*; Rutaceae familyasından *Murraya paniculata*; Myricaceae familyasından *Myrica rubra*; Caprifoliaceae familyasından *Lonicera* türleri; Elaeagnaceae familyasından *Elaeagnus* türleri; Adoxaceae familyasından *Sambucus nigra*; Vitaceae familyasından *Vitis vinifera* ve *Vitis labrusca*'dır (Kanzawa, 1939; Lee et al., 2011; Grassi et al., 2012; Seljak, 2011; Walsh et al., 2011). Zararlı özellikle kiraz ve üzümü meyvelerde ana zararlı olarak tanımlanmaktadır (Tochen et al., 2014). Meyve ihracatında önemli yere sahip meyve türlerine büyük ölçüde zarar veren *D. suzukii* iklime bağlı olarak kısa sürede yüksek popülasyona ulaşmaktadır (Wiman et al., 2016; Zengin ve Karaca, 2019).

Drosophila suzukii, Asya orijinli olup Asya, Amerika, Avrupa başta olmak üzere Afrika kıtası da dâhil olmak üzere dünyanın çok geniş bir kısmında yayılış göstermektedir (EPPO, 2024) (Şekil 7). Ülkemizde ise ilk olarak 2016 yılında Erzurum ilinde çilek meyvelerinde tespit edilmiş (Orhan et al., 2016) olup, zamanla ülkede yayılış gösterdiğine ve birçok meyvede tespit edildiğine yönelik kayıtlar artmaktadır.

Kanadı Noktalı Sirke Sineği, *Drosophila suzukii*'nin bulaşık meyvelerle pasif olarak yılda 1400 km yayılabilme kabiliyetinde olduğu (Calabria et al., 2010) ve uzak mesafelere yayılmanın bulaşık meyveler yolu ile olduğu belirtilmektedir (EPPO, 2013).



Şekil 7. *Drosophila suzukii* (Matsumura)'nin dünyadaki yayılışı [Şekil Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Örgütü (EPPO)'nün resmi internet sitesinden alınmıştır]

Kanadı Noktalı Sirke Sineği, *Drosophila suzukii* (Matsumura)'nin Biyolojisi

Kanadı Noktalı Sirke Sineği, *Drosophila suzukii*, kışı ergin olarak geçirir (Wallingford et al., 2016). Ergin sinekler ilkbaharda çıkış yaparlar ancak bazı yetişkinler, gündüz sıcaklığının sıcak olduğu kış aylarında da aktiftir (Rossi Stacconi et al., 2016). Dişiler yumurtalarını olgunlaşan meyvelere bırakılır ve meyve başına yumurta sayısı bir ile birkaç arasında değişir. Tarla koşullarında *D. suzukii*'nin konukçu seçimi, bitki türleri arasında ve tür içindeki çeşitler

arasında farklılık gösterebilir. Laboratuvar gözlemleri, meyve sertliğinin bu seçimin etkenlerinden biri olabileceğini ortaya çıkarılmıştır (Burrack et al., 2013; Ioriatti et al., 2015; Baser et al., 2018). Yumurta bırakma 10-59 gün sürer ve günde 7-16 (en fazla 38) yumurta bırakabilirler. Bir dişi yaşamı boyunca 350-400 yumurta bırakabilmektedir. Bir dişinin ilk dört hafta içinde 85 ila 148 arasında yumurta bıraktığı ve bırakılan yumurta sayısının konukçu bitkiye bağlıdır. Yumurtalar 1-3 günde açılır. Larvalar 3-13 günde olgunlaşır ve çoğu meyvede pupa olur, ancak bir kısmı düşerek toprakta pupa olur. Pupa dönemi 4 ile 15 gün arasında sürer. Yeni nesil erginlerin çiftleşmesi günün herhangi bir saatinde gerçekleşebilir, ancak sıcaklığın nispeten yüksek olduğu günlerde daha sık gözlemlenebilir. Erkekler her zaman aktiftir, ancak dişiler pasiftir (Kanzawa, 1939). Erkek sinekler titreşimler yayarak dişilerine kur yaparlar (Mazzoni et al., 2013). *Drosophila* feromonu cis-11-oktadesenil asetat (cVA), *melanogaster* grubuna ait birçok tür tarafından kullanılır. Bu feromon, cinsiyet eşi kalitesinin, çiftleşme durumunun ve sosyal etkileşimlerin değerlendirilmesinde rol oynar. Şaşırtıcı bir şekilde, *D. suzukii* cVA üretmez (Dekker et al., 2015), ancak yakın mesafeden tür içi kimyasal iletişime çeşitli kütiküler hidrokarbonların miktarı ve kalitesindeki değişiklikler aracılık eder (Snellings et al., 2018). Dişiler çiftleşmeden sonra yumurta bırakırlar ve birkaç gün sonra çiftleşmeyi tekrarlayabilirler, ancak bu çiftleşme diğer *Drosophila* türlerine göre daha düşük bir oranda gerçekleşir (Kanzawa, 1939; Krüger et al., 2019). Ergin dişi yumurtladıktan sonra yumurta bıraktığı meyvenin üzerine bir feromon bırakır ve bu meyveye başka bir dişi yumurta koymaz (Tait et al., 2020). Kuzey yarımkürede yumurta bırakma genellikle Nisan'dan Kasım'a kadar gerçekleşir ve sonbaharda toplanan *D. suzukii* üreme açısından olgunlaşmamıştır (Mitsui and Kimura, 2010). Kışı geçiren ve olgun yumurtalara sahip ilk dişileri Şubat gibi erken bir tarihte doğada bulunabilirler. Bu dönemde bulunan dişilerin yumurtlama potansiyellerinin yüksek oluşu kış/ilkbahar başında zararlının konukçularının varlığına bağlıdır (Grassi et al., 2018). Zararlının gelişme eşiği 10°C'dir. Laboratuvar denemelerinde bu eşiğin altında çıkış yapan erkeklerin kısır oldukları, dişilerle çiftleştiklerinde fertil dölleri veremedikleri orta çıkarılmıştır (Dalton et al., 2011). Erkeklerde kısırlığın 30°C'nin üzerinde sıcaklıklarda da olduğu rapor edilmiştir (Walsh et al., 2011).

Yumurtaların açılmasından ergin çıkışına kadar olan sürede gerçekleşen yaşam döngüsü 25°C'de 9-10 gün, 15°C'de ise 21-25 gün sürmektedir (Kanzawa, 1939). Laboratuvar gözlemlerine göre, yumurtadan yumurtlayan dişiye kadar olan gelişimin sırasıyla 21,1°C'de yaklaşık 1 hafta, 18,3°C'de ise 12-15 gün arasında değişmektedir (Walsh et al., 2011; Wiman et al., 2014). Laboratuvar şartlarında *D. suzukii*'nin yılda 15 döl vermektedir. Asya'da geniş bir coğrafi aralıkta yapılan gözlemler, iklim koşullarına bağlı olarak yıllık döl sayısının 3 ile 13 arasında değişebileceğini göstermiştir (Kanzawa, 1939). Gün-derece modeline göre *D. suzukii*'nin Batı Amerika, Kanada ve Kuzey İtalya'da yılda 3 ila 9 nesil tamamlayabildiği tahmin edilmektedir (Coop, 2010; Tochen et al., 2014; Wiman et al., 2014). Ergin sineklerin ömrü 20-56 gün olmakla birlikte, kışlayan bazı erginler 200 günden fazla yaşayabilmektedir (Kanzawa, 1939).

Kanadı Noktalı Sirke Sineği, *Drosophila suzukii* (Matsumura)'nin Mücadelesi

Drosophila suzukii'nin zararı ile ilişkili maliyetlerin tahmin edilmesi; dikkate alınması gereken çeşitli faktörler (doğrudan ve dolaylı maliyetler), bunların birbirine bağımlılığı ve sistemin dinamik doğası nedeniyle karmaşık bir iştir (Goodhue et al., 2011; Walsh et al., 2011). Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde (Kaliforniya, Oregon ve Washington) yapılan ön çalışmalar, Kanadı noktalı sirke sineği zararından etkilenen beş üründe (çilek, yaban mersini, ahududu, böğürtlen ve kiraz) yıllık 500 milyon dolardan fazla kaybın olduğunu gösteriyor (Bolda et al., 2010). Bölgesel monokültür nedeniyle ekonomik kayıplar yerel ölçekte oransal olarak daha da büyük olabilir. Trento eyaletinde (Kuzey İtalya) yürütülen bir

ön çalışmada, yaklaşık 400 hektarlık küçük meyve yetiştiriciliğine ayrılan alanda *D. suzukii* zararının 2010'da 500.000 € ve 2011'de 3 milyon € civarında olduğu belirtilmiştir (Ioriatti et al., 2011).

Drosophila suzukii'ye karşı pestisit düzenlemelerindeki değişiklikler ve sanitasyon prosedürleriyle hızlı yanıtlar sağlanabilir, ancak bu yönetim teknikleri yalnızca kısa vadeli uygulama ve etkilere sahip olacaktır. Zararlı türlerinin biyolojisi ve popülasyon dinamikleri hakkında ayrıntılı bilgi bulunmadığında, uzun vadede etkili ve sürdürülebilir çözümler bulmak zordur. Bu nedenle, zararlılarla ilişkili temel araştırmalar gelecekteki yönetim çözümlerini mümkün kılan önemli bir adımdır (Cini et al., 2012).

Aşağıda, temel olduğunu düşünülen ilgili ana konuları tanımlayan bir araştırma gündemi önerilmektedir. Bunlar izleme, modelleme ve yönetme anlamına gelen “3M (monitoring, modelling, managing) çerçevesi” adını verilen bir paradigmaya dayanıyor (Cini et al., 2012).

İzleme

Zararlı varlığının güvenilir bir şekilde izlenmesi, başarılı bir entegre zararlı yönetiminin (IPM) ilk adımıdır. Şimdiye kadar, *D. suzukii*'nin izlenmesi, diğer zararlılar ve genel olarak *Drosophilidae* için mevcut olan yakalama yöntemlerine örneğin fermantasyon yemlerine ve sirkeye dayanıyordu. Ana yemler; olgun muz, çilek püresi, vişne suyu, sitronella yağı, sardunya yağı, elma şarabı, sirke, kiraz şarabı, şeker ve maya gibi maddelerinden veya karışımlarından oluşmaktadır (Wu et al., 2007; Walsh et al., 2011). Yakın zamanda yapılan bir araştırmada; asetik asit, etanol ve diğer sirke/şarap uçucularının muhtemel sinerjistik etkisinden dolayı sirke ve şarap kombinasyonunun zararlıya karşı daha çok çekici etkisi olduğu ortaya çıkarılmıştır (Landolt et al., 2012).

Drosophila melanogaster ve diğer *drosophilid*ler tüm yaşam aşamalarını aynı fermantasyon materyalleri üzerinde tamamlayabilirken, olgun *D. suzukii* dişilerinin yumurtlama için hasarsız olgunlaşan meyveler bulması gerekir. Bu nedenle meyvelerin fermente edilmesiyle oluşan kokunun *D. suzukii* için genel bir gıda ipucunu temsil etmesi muhtemeldir, ancak yumurtlayan dişiler özellikle taze meyvelerden gelen uçucu maddeleri hedef alır. Ne yazık ki, *D. suzukii*'nin beslenme, çiftleşme ve yumurtlama ile ilgili duyu ve kimyasal ekolojisine ilişkin bilgi hâlâ son derece zayıftır. Özellikle, *D. suzukii*'nin konukçusu olan meyveler tarafından yayılan davranışsal olarak en aktif uçucu maddelerin tanımlanması, cezbedicilerden (attractants) kontrollü oranlarda salınabilecek daha seçici ve güçlü cezbedici yemlerin geliştirilmesine olanak sağlayabilir. *Drosophila suzukii* için kairomonların bilgisi aynı zamanda toplu yakalama, çekme ve öldürme gibi çevre dostu stratejilerin de temelini oluşturacak bu ilk çalışmalarda umut verici sonuçlar vermiştir (Kanzawa, 1934; Wu et al., 2007).

Tuzağın rengi, şekli ve yapısı yakalama performansını etkiler. İzleme amaçlı renkli tuzaklar kullanılmalı, kırmızı ve siyah en çekici renklerdir (Mitsui et al., 2006; Edwards et al., 2012). Günümüzde en çok kullanılan tuzaklar, sıvı yem içeren çok sayıda küçük yanal deliğe (yaklaşık 5-10 mm çapında) sahip plastik şişeler veya kaplardır (Cini et al., 2012).

Yemi (tek veya çoklu bileşenli), tuzak şeklini ve rengini optimize etmenin yanı sıra, konukçu bitkide tuzak yerleştirmenin önemi bir hayli yüksektir. Günümüzde tuzaklar ya yere yerleştiriliyor ya da meyvelerin yakınındaki bitkilere asılıyor. İlk bulgular, tuzakların serin ve gölgeli alanlara yerleştirildiğinde en iyi performansı gösterdiğini belirtiyor (Walsh et al., 2011). Kitlesel tuzaklama, sezonun başlangıcında sezon sonuna göre daha etkili olabilir. Çünkü sezon sonunda zaten popülasyon yoğunluğu çok yüksek bir seviyeye çıkacaktır. Bu dönemde kitlesele tuzaklama yeterli olmayabilir (Cini et al., 2012).

Modelleme

Drosophila suzukii'nin mevcut ve gelecekteki dağılımını ve popülasyon dinamiklerini anlamak ve tahmin etmek için beslenmeyi, hayatta kalmayı ve üremeyi etkileyen ekolojik faktörleri anlamak çok önemlidir. Hem mekânsal (büyük ve küçük ölçeklerdeki dağılım) hem de zamansal ölçeğe (yoğunluğun mevsimsel değişimi) dikkat edilmelidir. Yüksek çözünürlüklü tekniklerin (coğrafi referanslama gibi) temel biyolojik bilgilerle (örneğin yaşam döngüsü, yaşam geçmişi) birleştirilmesi, ince ölçekli dağılımı, zararlı baskı haritaları ve günderece modelleri; *D. suzukii*'nin etkisini ve ekonomik kayıplarını güvenilir bir şekilde tahmin etmeye olanak tanıyacaktır. Bu; sanitasyon, yönetim ve sosyoekonomik prosedürlerdeki seçenekleri iyileştirecek ve bunun sonucunda zararlı yönetimi kararlarının etkinliği artacaktır (Cini et al., 2012).

Bir peyzaj ekolojisi yaklaşımı, *D. suzukii*'nin olası sığınma alanlarını ve potansiyel yeniden istila kaynaklarını belirleyecektir (Ohrn and Dreves, 2012). Modelleme aynı zamanda mevsimsel dinamikleri tahmin etmek için ilk mevsimsel yeniden istiladan başlayarak *D. suzukii* popülasyon artışının zamanlamasını da ele almalıdır. Bu, tuzağın ne zaman kurulacağını ve kimyasal uygulamaların ne zaman yapılacağını anlaşılmasına yardımcı olabilir. Günümüzde gün-derece modelleri geliştirilmektedir (Damus, 2009; Coop, 2010), fakat gelecekteki araştırmalar daha kesin ve spesifik modellerle sonuçlanacaktır.

Drosophila suzukii ile konukçu bitkiler arasındaki etkileşimler özenli bir şekilde dikkate alınmalıdır. Bu adım, birçok konukçu türü için fenolojik modellerin mevcudiyeti ile kolaylaştırılabilir. Ancak çok sayıda *D. suzukii* konukçusu tarafından da engellenebilir. Bu nedenle *D. suzukii*-konukçu bitki etkileşimleri ve dinamikleri hakkındaki anlayışımızı derinleştirmek zorunludur. Bu nedenle çalışma, konukçu tercihini ve *D. suzukii*'nin yumurta bırakma ve beslenme alanı seçimini etkileyen yerel bolluk, popülasyon geçmişi veya önceki deneyimler gibi faktörleri araştırmalıdır. Bu bağlamda, *D. suzukii* biyolojisinin, zararlı-bitki etkileşimlerinin geliştiği kendi doğal bölgesinde çalışılması yoluyla ilginç bilgiler toplanabilir (Cini et al., 2012). İlk laboratuvar deneyleri, *D. suzukii*'nin doğadaki belirli konukçu bitkilere yönelik tercihler gösterebildiğini, aynı zamanda üreme başarısında ve dolayısıyla farklı konukçular üzerindeki etki düzeyinde de farklılıklar gösterebileceğini göstermektedir (Lee et al., 2011). Bu nedenle konukçu reaksiyonlarının mekanizmaları ve duyarlılıklarındaki farklılıklar (türler arasında, çeşitler arasında, coğrafya ve zamanlar arasında) araştırmaya değer olacaktır. Ürün fenolojisi, zararlı yaşam döngüsü ve konukçu-zararlı etkileşimlerinin entegrasyonu, yayılma ve etkinin tahmin edilmesine olanak sağlayacaktır (Cini et al., 2012).

Yönetme

Yeni Giriş ve Bulaşmaları Önleme

Drosophila suzukii günümüzde tüm dünyada yayılıyor, yok edilmesi ve kontrol altına alınması da pek mümkün görünmüyor. Ancak *D. suzukii* popülasyonlarını yönetilebilir bir seviyede tutmak için tekrarlayan girişlerin ve yeniden istilaların önüne geçmek kritik öneme sahiptir. Bu açıdan bakıldığında zararlının nereden geldiğinin, hangi vektörlerle bulaştığının, belirli bir bölgede yeniden girişinin ve belirli bir ürün alanında yeniden istilasının en muhtemel kaynaklarının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Uluslararası ticaret, biyolojik istila olasılığını artıran önemli bir faktör olarak kabul edilir (Westphal et al., 2008) ve tespit edilemeyen bulaşık meyvelerin *D. suzukii* için en olası kolonizasyon yolu olduğuna inanılmaktadır (Eppo, 2013). Popülasyon genetiği yoluyla, *D. suzukii* kolonizasyon modellerini ve dinamiklerini ortaya çıkarmak (Iriarte et al., 2009) ve istila rotalarının izini

sürmek mümkün olabilir; bu da tekrarlayan girişlerin önlenmesine olanak sağlayabilir (Cini et al., 2012).

Kanadı noktalı sirke sineğinin olası herhangi bir kaynağının dışarıda (yabani konakçılar, komşu yetiştirici tarlalarındaki alanlar ve arka bahçelerdeki süs bitkileri) veya meyve bahçesinin içinde (meyve üretim atıkları) ortadan kaldırılması, yerel ölçekte yeniden istilaların önlenmesi açısından çok önemlidir ve dolayısıyla IPM'de önemli bir adımı temsil eder (Walsh et al., 2011). Hasat sonrası geride kalan herhangi bir meyve, *D. suzukii* için bir besin kaynağı veya üreme alanı olabilir. Dolayısıyla bu meyve, potansiyel bir yeniden istila kaynağı görevi görebilir. Dolayısı ile hasat sonrası geride kalan yâda dökülmüş meyveler bahçeden uzaklaştırılmalı ve imha edilmelidir.

Kimyasal Mücadele

Kanadı Noktalı Sirke Sineği, *Drosophila suzukii*'ye yönelik mevcut mücadele çabaları büyük ölçüde insektisit kullanımına dayanmaktadır. Ne yazık ki, *D. suzukii*'nin kontrolü için yetiştiricilerin kullanımına sunulan insektisitler çok etkili değildir, çünkü yüksek etkili geniş spektrumlu kimyasalların kullanımı giderek kısıtlanmaktadır. Özellikle, yalnızca birkaç doğal insektisit kabul edilmesi ve bunların *D. suzukii*'ye karşı etkinliğinin bilinmemesi veya geleneksel böcek ilaçlarından daha düşük olması nedeniyle organik üretim ciddi şekilde tehdit altındadır. Ayrıca, zararlının döl sayısının yüksek olması çok kısa zamanda yüksek popülasyonlara ulaşması ve bunun akabinde zarar oranının artması birçok kimyasal müdahaleyi gerektirir; bu da meyvelerde kalıntı riskini artırabilir, böcekte pestisit direncini artırabilir, polen taşıyıcıları ve diğer faydalı türleri de olumsuz yönde etkileyebilir. Bitki Koruma Veri Tabanına (online) baktığımızda zararlıya karşı ülkemizde erik, vişne ve kirazda ruhsatlı etkenlerin olduğu; bunlardan vişne ve kirazda 100 g/l Cyantraniliprole'nin ruhsatlı olduğu, erikte geçici tavsiye alan 480 g/l Spinosad ve 100 g/l Cyantraniliprole'nin ise tavsiye sürelerinin bittiği görülmektedir. Ancak diğer ürünlerde ve ülkemizde ilk defa saptandığı çilek bitkisinde (Orhan et al., 2016) ruhsatlı bir etken madde yoktur.

İletişim Yolu ile Müdahalelere Dayalı Mücadele Stratejileri

Çevre açısından güvenli stratejiler arasında, hem tür içi hem de türler arası böcek iletişim yolu ile müdahalelere dayanan stratejiler genellikle en etkili ve kalıcı olanlardır (örneğin çiftleşmenin bozulması, çekme ve öldürme, kitle imha). Bu yaklaşımlar ya popülasyonun hayatta kalmasını azaltarak (çekip öldürme, kitle imha) ve/veya üremesine müdahale ederek (çiftleşmenin bozulması) etki eder (Cini et al., 2012).

Drosophila suzukii'nin cinsel iletişimini çözmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmasına rağmen, model organizma *D. melanogaster* hakkındaki geniş bilgidен yararlanılabilir. *Drosophila* türleri, genellikle yiyecek kokularıyla sinerji içinde hareket eden toplama feromonlarını kullanırlar (Bartelt et al., 1985).

Biyolojik Mücadele

Drosophila suzukii için IPM'de kullanılacak çok sayıda biyokontrol ajanı (funguslar, bakteriler, virüsler ve zararlının parazitoid ve predatör gibi diğer doğal düşmanları) mevcuttur.

Mikroorganizmaların biyokontrol aktivitesi

Son zamanlarda *Drosophila* türlerinde de DNA virüsleri izole edilmiş (Unkless, 2011) ve zararlı kontrolünde kullanılan diğer virüslerle ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular *D. suzukii*'nin kontrolünün viral patojenlere dayalı olarak değerlendirilmesinin önünü açmaktadır ve bu konuda acilen araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Parasitoids

Parazitoitler, bazı *Drosophila* popülasyonlarının düzenlenmesinde açıkça önemli bir rol oynamaktadır. Öyle ki Avrupa'da %80-100 kadar yüksek parazitizm seviyeleri rapor edilmiştir (Fleury et al. 2009; Janssen et al. 1988). Braconidae, Figitidae, Diapriidae ve Pteromalidae (Hymenoptera) familyalarından 50'den fazla türünün dünya çapında meyve drosophilidlere saldırdığı rapor edilmiştir (Carton et al., 1986). *Drosophila suzukii*'nin larva parazitoiti olarak Braconidae familyasından 12, Figitidae familyasından 8; pupa parazitoiti olarak Diapriidae ve Pteromalidae familyalarından 3'er tür tespit edilmiştir (Çizelge 1) (Wang et al., 2021). Şu ana kadar *D. suzukii*'nin tespit edilmiş yumurta ve ergin parazitoiti yoktur.

Çizelge 1. *Drosophila suzukii* (Matsumura)'nin tespit edilmiş parazitoitleri ve parazitlenme oranları (Wang et al., 2021)

Parazitoit türleri	Ülke	Konukçu türleri	Parazitlenme oranları	Kaynaklar
Larva parazitoitleri				
Braconidae				
<i>Asobara tabida</i>	Japan	SWD / Diğerleri	-	Mitsui et al. (2007)
<i>Asobara brevicauda</i>	Güney Kore	SWD	< 1	Daane et al. (2016)
<i>Asobara japonica</i>	Japonya, Güney Kore	SWD / Diğerleri	0–16.7	Mitsui et al. (2007), Daane et al. (2016)
<i>Asobara leverii</i>	Çin, Güney Kore	SWD / DP / Diğerleri	<1	Daane et al. (2016), Giorgini et al. (2019)
<i>Asobara mesocauda</i>	Çin, Güney Kore	SWD / DP / DSP	-	Girod et al. (2018), Giorgini et al. (2019)
<i>Asobara pleuralis</i>	Çin	SWD / DP	-	Girod et al. (2018)
<i>Asobara</i> sp.	Japonya	SWD	<7	Kasuya et al. (2013)
<i>Asobara</i> sp. TS1	Japonya	SWD	1.2	Ideo et al. (2008)
<i>Asobara triangulata</i>	Güney Kore	SWD	<1	Daane et al. unpub. data
<i>Asobara unicolorata</i>	Çin	SWD / DP	<1	Giorgini et al. (2019)
<i>Areotetes striatiferus</i>	Çin	SWD / DP	0.6–6.9	Girod et al. (2018)
<i>Tanycarpa chors</i>	Çin	SWD / DP	2.1	Girod et al. (2018)

Çizelge 1.'in devamı

Parazitoit türleri	Ülke	Konukçu türleri	Parazitlenme oranları	Kaynaklar
Figitidae				
<i>Ganaspis brasiliensis</i>	Çin, Japonya, Güney Kore	SWD / DP	0–47.8	Kasuya et al. (2013), Daane et al. (2016), Giorgini et al. (2019)
<i>Ganaspis cf. brasiliensis</i>	Çin, Japonya, Güney Kore	SWD / DP / DSP	0.2–75.6	Girod et al. (2018), Daane et al. unpubl. Data
<i>Ganaspis xanthopoda</i>	Japonya	SWD / Diğerleri	-	Mitsui et al. (2007)
<i>Leptopilina bouvardi</i>	Arjantin, Brezilya, Meksika	SWD / Diğerleri	-	Cancino et al. (2015), Wollmann et al. (2016), Garrido et al. (2018)
<i>Leptopilina heterotoma</i>	İtalya	SWD / Diğerleri	< 1	Miller et al. (2015)
<i>Leptopilina j. formosana</i>	Güney Kore, Japonya	SWD / Diğerleri	< 1	Novkovic et al. (2011), Daane et al. (2016)
<i>Leptopilina j. japonica</i>	Çin, Japonya, Güney Kore	SWD / DP	0–34.5	Novkovic et al. (2011), Kasuya et al. (2013), Daane et al. (2016), Girod et al. (2018), Giorgini et al. (2019)
<i>Leptopilina sp.</i>	Çin	SWD / DP	7.2–35.9	Girod et al. (2018)
Pupa parazitoitleri				
Diapriidae				
<i>Trichopria cf. drosophilae</i>	İtalya, İspanya	SWD / Diğerleri	0–10.7	Gabarra et al. (2015), Mazzetto et al. (2016), Kremmer et al. (2017)
<i>Trichopria drosophilae</i>	Çin, Fransa, İtalya, Meksika,	SWD / Diğerleri	0–11.1	Cancino et al. (2015), Miller et al. (2015), Rossi Stacconi et al.

	Slovenya, Güney Kore, İsviçre, ABD,			(2015), Daane et al. (2016), Knoll et al. (2017), Giorgini et al. (2019), Modic et al. (2019)
Trichopria anastrephae	Brezilya	SWD	-	Wollmann et al. (2016)

Çizelge 1.'in devamı

Parazitoit türleri	Ülke	Konukçu türleri	Parazitlenme oranları	Kaynaklar
Pteromalidae				
Pachycrepoideus vindemiae	Çin, Fransa, İtalya, Meksika, Hollanda, Güney Kore, İspanya, İsviçre, Türkiye, ABD	SWD / Diğerleri	0–31	Rossi Stacconi et al. (2013), Cancino et al. (2015), Miller et al. (2015), Daane et al. (2016), Mazzetto et al. (2016), Knoll et al. (2017), Kremmer et al. (2017), Haro- Barchin et al. (2018), Zengin and Karaca (2019)
Spalangia erythromera	İtalya	SWD / Diğerleri	-	Mazzetto et al. (2016)
Spalangia simplex	Meksika	SWD	-	Cancino et al. (2015)

* SWD = *Drosophila suzukii*, DP = *Drosophila pulchrella*, DSP = *Drosophila subpulchrella* ve diğer drosophilidler * Bilinmeyen tür teşhisi yapılmamış ve yukarıdaki türlerden biri olmayan başka bir türdür.

Zararlı endosimbiyont ortaklarından faydalanmak

Zararlı popülasyonlarını azaltmanın umut verici ancak bazen ihmal edilen bir yöntemi de zararlı türlerinin endosimbiyont ortaklarıyla yakın ilişkisinden yararlanmaktır (Zindel et al., 2011). Eklembacaklılar sıklıkla konukçuları üzerinde faydalı, nötr veya zararlı etkilere sahip olabilecek bir veya daha fazla mikroorganizmayla enfekte olurlar. Bu etkileşimler birçok zararlı türünün popülasyon dinamiklerini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyebilir ve dolayısıyla tarımsal zararlı yönetimi için potansiyel olarak büyük ilgi uyandırabilirler (Zindel et al., 2011).

Wolbachia cinsinin zorunlu hücre içi bakterilerinin, çeşitli fenotipik etkileri (sitoplazmik uyumsuzluk, partenogenesisin uyarılması, erkek öldürme ve dişileştirme) tetikleyerek

üremelerini manipüle edebildikleri ve canlı böcek türlerinin yarısından fazlasını enfekte ettiği tahmin edilmektedir (Werren et al., 2008; Zindel et al., 2011). Şu ana kadar yapılan çalışmalarda Wolbachia'nın diğer Drosophilla türleri üzerinde etkili oldukları tespit edilmiştir (Zabalou et al., 2004; Sinkins and Gould, 2006; Fast et al., 2011).

Gelecekteki araştırmalar, Wolbachia cinsine ait endosimbiyotların D. suzukii'deki varlığının araştırılmasıdır. Ayrıca Wolbachia enfeksiyonlarıyla benzer şekilde bağlantılı olup olmadığını değerlendirmek için D. suzukii'de bulunan son derece yüksek doğurganlık ele alınmalıdır.

Diğer entegre mücadele stratejileri

Zararlı popülasyonunun azaltılması, kısır böceklerin salınımlarıyla da mümkündür. Kısır böcek salınımlarının (SIT) gelişimi, zararlı yönetimi biliminde büyük bir atılımı temsil etmektedir (Vreysen et al., 2006). Aslında SIT'in diğer kontrol stratejileriyle karşılaştırıldığında çeşitli avantajları vardır. Bunlar

- hedef olmayan organizmalara karşı güvenli olması,
- ters yoğunluğa bağlı bir mekanizma ile hareket etmesi ve
- diğer kontrol stratejileriyle entegre edilebilir olmasıdır (Vreysen et al., 2006).

Bu nedenle D. suzukii yönetiminde SIT'in başarılı kullanımını teşvik etmek için; ışınlama yoluyla veya transgenik böcek türlerine dayalı olarak erkek kısırlığı ile SIT'in uygulanabilirliği, prosedürleri ve olası dezavantajları araştırılmalıdır (Dyck et al., 2005). Bu, yüksek kaliteli ve rekabetçi böceklerin kitlesel olarak yetiştirilmesine yönelik bir gereksinimi de içerecektir. Ancak zararlıların döl sayısının çok olması ve her dölün arasındaki süresinin kısa olması, zararlıların çok geniş alanlara yayılması gibi faktörler D. suzukii'nin SIT tarafından kontrol edilmesi konusunda zorluk teşkil edecektir.

Bitki patojenlerinin yayılmasında Drosophila suzukii'nin vektörlük durumu

Ele alınması gereken önemli bir konu, D. suzukii'nin bitki patojenleri için bir vektör görevi görerek, saldırıya uğrayan türlere ek zararlar verip vermeyeceği hususudur. Drosophila sinekleri uzun süredir mikroorganizma yayıcılar olarak tanınmaktadır. Mesela D. melanogaster'in kurşuni küf (Botrytis cinerea) fungusunun vektörü olduğu bilinmektedir (Louis et al., 1996). D. melanogaster yalnızca aşırı olgun/çürümüş meyvelere saldırarak B. cinerea'nın neden olduğu hasarı sınırlandırırken, D. suzukii sağlam meyveleri hedef alarak fungusun içeriye nüfuz etmesini mümkün kılar. Bu nedenle D. suzukii'nin diğer mikrobiyal hastalıkların taşıyıcısı olma potansiyelini araştırılmalıdır.

Aslında, D. suzukii'nin yayılması ile iki konukçu bitki hastalığının (Monilinia kahverengi çürüklüğü ve Botrytis çürüklüğü) Slovenya'da yayılması arasında olası bir bağlantı öne sürülmüştür (Cini et al., 2012). İlginç bir şekilde, D. suzukii ile ilişkili spesifik fungus türleri ile konukçu meyvelerin fungus profili arasındaki etkileşimlerin ortaya çıkması; bu zararlıyla ilgili başka bir ilgi çekici araştırma alanının önünü açmaktadır.

KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, Y.S., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., Gülşen, Y., Günay, A., Halloran, N., Köksal, A.İ., & Yanmaz, R. (2012). Genel Bahçe Bitkileri. Ankara Üniversitesi Yayınları No:253. Yayın No: 1579, Ders Kitabı: 531. Ankara Üniversitesi Basımevi. 369 s.
- Anonymous, (2024a). Wikipedia (The free encyclopedia) <https://en.wikipedia.org/wiki/Drosophilidae> (Accessed on 8 February 2024).
- Anonymous, (2024b). Wikipedia (The free encyclopedia) <https://tr.wikipedia.org/wiki/Drosophila> (Accessed on 8 February 2024).
- Bartelt, R.J., Schaner, A.M., & Jackson, L.L., (1985). Cisvaccenyl acetate as an aggregation pheromone in *Drosophila melanogaster*. *Journal of Chemical Ecology*, 11, 1747-1756.
- Baser, N., Broutou, O., Verrastro, V., Porcelli, F., Ioriatti, C., Anfora, G., Mazzoni, V., & Rossi Stacconi, M.V., (2018). Susceptibility of table grape varieties grown in south-eastern Italy to *Drosophila suzukii*. *Journal of Applied Entomology*, 142, 465-472.
- Bolda, M.P., Goodhue, R.E., & Zalom, F.G., (2010). Spotted wing drosophila: potential economic impact of a newly established pest.- *Agricultural and Resource Economics Update*, Giannini Foundation of Agricultural Economics, University of California, 13 (3), 5-8.
- Burrack, H.J, Fernandez, G.E, Spivey, T., & Kraus, D.A., (2013). Variation in selection and utilization of host crops in the field and laboratory by *Drosophila suzukii* Matsumura (Diptera: Drosophilidae), an invasive frugivore. *Pest Management Science*, 69(10), 1173-1180.
- Calabria, G., Máca, J., Bächli, G., Serra, L., & Pascual, M., (2010). First records of the potential pest species *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Europe. *Journal of Applied Entomology*, 136(1-2), 139-147.
- Cancino, M.D.G., Hernández, A.J., Cabrera, J.G., Carrillo, G.M., González, J.A.S., & Bernal, H.C.A., (2015). Parasitoides de *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) en Colima, México. *Southwestern Entomologist*, 40 (4), 855-858.
- Cini, A., Ioriatti, C., & Anfora, G., (2012). A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management. *Bulletin of Insectology*, 65, 149–160.
- Coop, L., (2010). Online phenology and degree-day model for agricultural and decision-making in the US. Integrated Plant Protection Center, Botany & Plant Pathology Dep. Oregon State University, Corvallis, Oregon. (http://uspest.org/risk/models?spp_sw_d).
- Dalton, D.T., Walton, V.M., Shearer, P.W., Walsh, D.B., Caprile, J., & Isaacs, R., (2011). Laboratory survival of *Drosophila suzukii* under simulated winter conditions of the Pacific Northwest and seasonal field trapping in five primary regions of small and stone fruit production in the United States. *Pest Management Science*, 67, 1368-1374.
- Damus, M., 2009. Some preliminary results from Climex and Maxent distribution modeling of *Drosophila suzukii*. Version 2. CFIA Plant Health Risk Assessment, Ottawa, Canada. [online] URL: <http://entomology.oregonstate.edu/sites/default/files/DrosophilaSuzukiiInfestationModel.pdf>
- Daane, K.M., Wang, X.G., & Biondi, A., (2016). First exploration of parasitoids of *Drosophila suzukii* in South Korea as potential classical biological agents. *Journal of Pest Science*, 89, 823–835.
- Dekker, T., Mansourian, S., Revadi, S., Lebreton, S., Becher, P., Angeli, S., Rota-Stabelli, O., & Anfora, G., (2015). From pheromone to antagonist: cis-vaccenyl acetate loss in *Drosophila suzukii* reverses its role in sexual communication. *Proceedings of the Royal Society B* 282, 20143018.
- EPPO, (2013). *Drosophila suzukii*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 43(3), 417-424.

- EPPO, (2024). EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) Global Database. Database on quarantine pests (available online). *Drosophila suzukii* (Matsumura). <https://gd.eppo.int/taxon/DROSSU> (Accessed on 7 February 2024).
- Fast, E.M., Toomey, M.E., Panaram, K., Desjardins, D., Kolaczyk, E.D., & Frydman, H.M., (2011). *Wolbachia* enhance *Drosophila* stem cell proliferation and target the germline stem cell niche. *Science*, 334 (6058), 990-992.
- Fleury, F., Gibert, P., & Ris, N., (2009). Ecology and life history evolution of frugivorous *Drosophila* parasitoids. In: Prévost G (ed) *Advances in Parasitology: Parasitoids of Drosophila*, *Advances in parasitology*, vol 70. Academic, London, pp 3–44. [https://doi.org/10.1016/s0065-308x\(09\)70001-6](https://doi.org/10.1016/s0065-308x(09)70001-6)
- Gabarra, R., Riudavets, J., & Rodríguez, G.A., (2015). Prospects for the biological control of *Drosophila suzukii*. *Biocontrol*, 60, 331–339.
- Giorgini, M., Wang, X.G., & Wang, Y., (2019). Exploration for native parasitoids of *Drosophila suzukii* in China reveals a diversity of parasitoid species and narrow host range of the dominant parasitoid. *Journal of Pest Science*, 92, 509-522.
- Girod, P., Borowiec, N., Buffington, M., Chen, G., Fang, Y., Kimura, M.T., Peris-Felipo, F.J., Ris, N., Wu, Hao, Xiao, C., Zhang, J., Aebi, A., Hayel, T., Kenis, M., (2018). The parasitoid complex of *D. suzukii* and other fruit feeding *Drosophila* species in Asia. *Scientific Reports*, 8 (11839), 1-8.
- Goodhue, R.E., Bolda, M., Farnsworth, D., Williams, J.C., & Zalom, F.G., (2011). Spotted wing drosophila infestation of California strawberries and raspberries: economic analysis of potential revenue losses and control costs. *Pest Management Science*, 67, 1396-1402.
- Gerçekçioğlu R., Bilgener Ş., Soylu A., (2023). Genel Meyvecilik. Nobel Akademik Yayıncılık, 7. Baskı, 368 s.
- Grassi, A., Palmieri, L., & Giongo, L., (2012). *Drosophila* (Sophophora) *suzukii* (Matsumura), new pest of soft fruits in Trentino (North-Italy) and in Europe. *IOBC/wprs Bulletin*, 70, 121–128.
- Grassi, A., Gottardello, A., Dalton, D.T., Tait, G., Rendon, D., Ioriatti, C., & Walton, V.M., (2018). Seasonal reproductive biology of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in temperate climates. *Environmental Entomology*, 47(1), 166-174.
- Haro-Barchin, E., Scheper, J., Ganuza, C., De Groot, G.A., Colombari, F., Van Kats, R., & Kleijn, D., (2018). Landscape-scale forest cover increases the abundance of *Drosophila suzukii* and parasitoid wasps. *Basic Applied Ecology*, 31, 33-43.
- Hauser, M., (2011). A historic account of the invasion of *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) in the continental United states, with remarks on their identification. *Pest Management Science*, 67, 1352–1357.
- Ideo, S., Watada, M., Mitsui, H., & Kimura, M.T., (2008). Host range of *Asobara japonica* (Hymenoptera: Braconidae), a larval parasitoid of drosophilid flies. *Entomological Science*, 11, 1-6.
- Ioriatti, C., Frontuto, A., Grassi, A., Anfora, G., Simoni, S., (2011). *Drosophila suzukii*, una nuova specie invasiva dannosa alle colture di piccoli frutti.- *Accademia dei Georgofili, Giornata di studio “Criticità e prospettive delle emergenze fitosanitarie*, 1 December 2011, Firenze, Italy
- Ioriatti, C., Walton, V., Dalton, D., Anfora, G., Grassi, A., Maistri, S., & Mazzoni, V., (2015). *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) and its potential impact to wine grapes during harvest in two cool climate wine grape production regions. *Journal of Economic Entomology*, 108(3), 1148-1155.

- Iriarte, F.P.J., Balanyà, J., Pascual, M., Mestres, F., Hasson, E.R., Fontdevila, A., & Serra, L., 2009. Tracking the origin of an invasive species: *Drosophila subobscura* in Argentina. *Journal of Evolutionary Biology*, 22, 650–658.
- Janssen, A., Driessen, G., & Dehaan, M., (1988). The impact of parasitoids on natural populations of temperate woodland *Drosophila*. *Netherlands Journal of Zoology*, 38, 61-73.
- Kansu, İ.A., (1981). Hastalık ve Zararlılarla Savaş Yoluyla Bitkisel Üretim Artırılması Olanakları. Türkiye II. Tarım Kongresi, Ankara.
- Kasuya, N., Mitsui, H., & Ideo, S., (2013). Ecological, morphological and molecular studies on *Ganaspis individuals* (Hymenoptera: Figitidae) attacking *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Applied Entomology and Zoology*, 48, 87-92.
- Kanzawa, T., (1934). Research into the fruit fly *Drosophila suzukii* Matsumura. Yamanashi Prefecture Agricultural Experiment Station Report, October, 48.
- Kanzawa, T., (1939). Studies on *Drosophila suzukii* Mats. Kofu, Yamanashi agricultural experiment station 49 pp. Abstract in *Review of Applied Entomology*, 29, 622.
- Knoll, V., Ellenbroek, T., & Romeis, J., (2017). Seasonal and regional presence of hymenopteran parasitoids of *Drosophila* in Switzerland and their ability to parasitize the invasive *Drosophila suzukii*. *Scientific Report*, 7 (40697), 1-11.
- Kremmer, L., Thaon, M., & Borowiec, N., (2017). Field monitoring of *Drosophila suzukii* and associated communities in south eastern France as a pre-requisite for classical biological control. *Insects*, 8(124), 1-16.
- Krüger ,A.P., Schlesener, D.C., Martins, L.N., Wollmann, J., Deprá, M., & Garcia, F.R., (2019). Radiation effects on *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) reproductive behaviour. *Journal of Applied Entomology*, 143, 88-94.
- Landolt, P.J., Adams, T., & Rogg, H., (2012). Trapping spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae), with combinations of vinegar and wine, and acetic acid and ethanol. *Journal of Applied Entomology*, 136, 148-154.
- Lee, J.C., Bruck, D.J., Curry, H., Edwards, D., Haviland, D.R., Van Steenwyk, R.A., & Yorgey, B.M., 2011. The susceptibility of small fruits and cherries to the spotted-wing drosophila, *Drosophila suzukii*. *Pest Management Science*, 67, 1358-1367.
- Louis, C., Girard, M., Kuhl, G., & Lopez-Ferber, M., (1996). Persistence of *Botrytis cinerea* in its vector *Drosophila melanogaster*. *Phytopathology*, 86, 934-939.
- Mazzetto, F., Marchetti, E., & Amiresmaeli, N., (2016). *Drosophila* parasitoids in northern Italy and their potential to attack the exotic pest *Drosophila suzukii*. *Journal of Pest Science*, 89, 837–850.
- Mazzoni, V., Anfora, G., & Virant-Doberlet, M., (2013). Substrate vibrations during courtship in three *Drosophila* species. *PLoS ONE*, 8, e80708.
- Miller, B., Anfora, G., & Buffington, M., (2015). Seasonal occurrence of resident parasitoids associated with *Drosophila suzukii* in two small fruit production regions of Italy and the USA. *Bull Insect*, 68, 255-263.
- Mitsui, H., Van Achterberg, K., Nordlinger, G., & Kimura, M.T., (2007). Geographical distributions and host associations of larval parasitoids of frugivorous *Drosophilidae* in Japan. *Journal of Natural History*, 41, 1731-1738.
- Mitsui, H., & Kimura, M.T., (2010). Distribution, abundance and host association of two parasitoid species attacking frugivorous drosophilid larvae in central Japan. *European Journal of Entomology*, 107(4), 535-540.
- Modic, S., Žigon, P., & Razinger, J., (2019). *Trichopria drosophilae* (Diapriidae) and *Leptopilina heterotoma* (Figitidae), native parasitoids of *Drosophila suzukii*, confirmed in Slovenia. *Acta Agriculturae Slovenica*, 113, 181-185.

- Novkovic, B., Mitsui, H., & Suwito, A., (2011). Taxonomy and phylogeny of Leptopilina species (Hymenoptera: Cynipoidea: Figitidae) attacking frugivorous drosophilid flies in Japan, with description of three new species. *Entomological Science*, 14, 333-346.
- Ohrn, A., & Dreves, A., (2012). Using landscape ecology to inform spotted wing drosophila management practices, pp. 21-23. In: *Proceedings of the 71st Annual Pacific Northwest Insect Management Conference*, 9-10 January 2012, Portland (OR), USA.
- Orhan, A., Aslantaş, R., Önder, B.Ş., & Tozlu, G., 2016. First record of the invasive vinegar fly *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) from eastern Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 40, 290-293.
- Özbek, H., Güçlü, Ş., Hayat, R., & Yıldırım, E., (1998). Meyve, Bağ ve Bazı Süs Bitkileri Zararlıları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 323, 357s, Erzurum
- Rossi Stacconi, M.V., Grassi, A., & Dalton, D.T., (2013). First field records of *Pachycrepoideus vindemiae* as a parasitoid of *Drosophila suzukii* in European and Oregon small fruit production areas. *Entomologia*, 1, 1–15.
- Rossi Stacconi, M.V., Buffington, M., & Daane, K.M., (2015). Host stage preference, efficacy and fecundity of parasitoids attacking *Drosophila suzukii* in newly invaded areas. *Biological Control*, 84, 28–35.
- Rossi Stacconi, M.V., Kaur, R., Mazzoni, V., Ometto, L., Grassi, A., Gottardello, A., Rota-Stabelli, O., & Anfora, G., (2016). Multiple lines of evidence for reproductive winter diapause in the invasive pest *Drosophila suzukii*: useful clues for control strategies. *Journal of Pest Science*, 89, 689-700.
- Seljak, G., (2011). *Drosophila suzukii* (Matsumura) in Slovenia: current knowledge on its distribution and phytosanitary impact. International meeting: *Drosophila suzukii*: new threat for European fruit production. Trento (Italy), 2.12.2011. PDF presentation available by clicking on the title *Drosophila suzukii* (Matsumura) in Slovenia on the following page in the Google browser https://www.google.si/search?q=Seljak+Drosophila+suzukii+Trento&oq=Seljak+Drosophila+suzukii+Trento&aqs=chrome..69i57.21099j0j8&sourceid=chrome&espm=210&es_sm=122&ie=UTF-8 [accessed 23 Sept 2013].
- Sinkins, S.P., & Gould, F., (2006). Gene drive systems for insect disease vectors. *Nature Reviews Genetics*, 7, 427-435.
- Snellings, Y., Herrera, B., Wildemann, B., Beelen, M., Zwarts, L., Wenseleers, T., & Callaerts, P., (2018). The role of cuticular hydrocarbons in mate recognition in *Drosophila suzukii*. *Scientific reports*, 8(1), 1-11.
- Tait, G., Park, K., Nieri, R., Crava, M.C., Mermer, S., Clappa, E., Boyer, G., Dalton, D.T., Carlin, S., Brewer, L., Walton, M.W., Anfora, G., & Rossi Stacconi, M.V., (2020). Reproductive site selection: evidence of an oviposition cue in a highly adaptive dipteran, *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Environmental Entomology*. DOI: 10.1093/ee/nvaa005
- Tochen, S., Dalton, D.T., Wiman, N., Hamm, C., Shearer, P., & Walton, V., (2014). Temperature-related development and population parameters for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) on cherry and blueberry. *Environmental Ecology*, 43, 501–510.
- Unckless, R.L., (2011). A DNA virus of *Drosophila*. *PLoS ONE*, 6 (10), e26564
- Vreysen, M.J., Hendrichs, J., & Enkerlin, W.R., (2006). The sterile insect technique as a component of sustainable area wide integrated pest management of selected horticultural insect pests. *Journal of Fruit Ornamental Plant Research*, 14, 107-131.
- Wallingford, A.K., Lee, J.C., & Loeb, G.M., (2016). The influence of temperature and photoperiod on the reproductive diapause and cold tolerance of spotted? wing drosophila, *Drosophila suzukii*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 159(3), 327-337.

- Walsh, D.B., Bolda, M.P., Goodhue, R.E., Dreves, A.J., Lee, J.C., & Bruck, D.J., (2011). *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): Invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential. *Journal of Integrated Pest Management*, 1, 1–7.
- Werren, J.H., Baldo, L., & Clark, M.E., (2008). Wolbachia: master manipulators of invertebrate biology. *Nature Reviews Microbiology*, 6 (10), 741-51.
- Westphal, M.I., Browne, M., Mackinnon, K., & Noble, I., (2008). The link between international trade and the global distribution of invasive alien species. *Biological Invasions*, 10, 391-398.
- Wiman, N.G., Walton, V.M., Dalton, D.T., Anfora, G., Burrack, H.J., Chiu, J.C., Daane, K.M., Grassi, A., Miller, B., Tochen, S., Wang, X., & Ioriatti, C., (2014). Integrating temperature-dependent life table data into a matrix projection model for *Drosophila suzukii* population estimation. *PLoS ONE*, 9(9), e106909.
- Wang, Q., Xu, P., Sanchez, S., Duran, P., Andreazza, F., Isaacs, R., & Dong, K. (2021). Behavioral and physiological responses of *Drosophila melanogaster* and *D. suzukii* to volatiles from plant essential oils. *Pest Management Science*, 77, 3698-3705.
- Wiman, N.G., Dalton, D.T., Anfora, G., Biondi, A., Chiu, J.C., Daane, K.M., Gerdeman, B., Gottardello, A., Hamby, K.A., Isaacs, R., & Grassi, A., (2016). *Drosophila suzukii* population response to environment and management strategies. *Journal of Pest Science*, 89, 653–665.
- Wollmann, J., Schlesener, D.C.H., & Ferreira, M.S., (2016). Parasitoids of Drosophilidae with potential for parasitism on *Drosophila suzukii* in Brazil. *Drosophila Information Service*, 99, 38–42.
- Wu, S.R., Tai, H.K., Li, Z.Y., Wang, X., Yang, S.S., Sun, W., & Xiao, C., (2007). Field evaluation of different trapping methods of cherry fruit fly, *Drosophila suzukii*. *Journal of Yunnan Agricultural University*, 22, 776-778.
- Zabalou, S., Riegler, M., Theodorakopoulou, M., Stauffer, C., Savakis, C., & Bourtzis, K., (2004). Wolbachia-induced cytoplasmic incompatibility as a means for insect pest population control. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 101, 15042-15045.
- Zengin, E., & Karaca, İ., (2019). Dynamics of trapped adult populations of *Drosophila suzukii* Matsumura (Diptera: Drosophilidae) and its parasitoids in Uşak Province, Turkey. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(43), 1-6.
- Zindel, R., Gottlieb, Y., Aebi, A., (2011). Arthropod symbioses: a neglected parameter in pest- and disease-control programmes. *Journal of Applied Ecology*, 48, 864-872.

ARITMA ÇAMURU UYGULAMASININ YÜZEY AKIŞ İLE KAYBOLAN TOPRAK MİKTARINA ETKİSİ

EFFECT OF SEWAGE SLUDGE APPLICATION ON THE AMOUNT OF SOIL LOST BY SURFACE RUNOFF

Merve Çelik

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Iğdır Üniversitesi, Iğdır, Türkiye

Serdar SARI

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ziraat Fakültesi, Iğdır Üniversitesi, Iğdır, Türkiye

Faruk TOHUMCU

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ziraat Fakültesi, Iğdır Üniversitesi, Iğdır, Türkiye

ÖZET

Erozyon, toprak degradasyonuna sebep olan, toprağın verimlilik ve üretkenlik kapasitesini azaltan ve çevre problemleri oluşturan bir süreçtir. Toprağa organik madde uygulaması ile toprağın bazı fiziksel özellikleri geliştirilerek erozyon süreci azaltılabilir ve önlenir. Arıtma çamuru zengin mineral ve organik madde içeriğine sahip konsantre bir süspansiyon olan kanalizasyon atıklarının yan ürünüdür. Arıtma çamurunun zengin organik madde içeriği toprak fiziksel ve mekanik özelliklerini olumlu yönde geliştirmektedir. Bu çalışmada arıtma çamurunun toprak erozyonuna olan etkisinin araştırılması amaçlanmaktadır. Bu araştırma yapay yağış koşulları altında (40 mm h^{-1} sabit yağış yoğunluğunda) yürütülmüştür. Tınlı tekstür sınıfındaki toprağa 4 farklı dozda (% 0, 1, 2, 4 w/w) 3 tekerrürlü olarak artıma çamuru uygulaması yapılmış ve 6 ay inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında % 9 eğim koşullarında yapay yağış yapılarak yüzey akış ile kaybolan toprak miktarı belirlenmiştir. Aynı zamanda uygulama yapılan toprakların organik madde ve agregat stabilite değerleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda uygulama dozu arttıkça yüzey akış ile kaybolan toprak miktarı azalmıştır. En düşük yüzey akış %4 uygulama dozunda belirlenmiş olup kontrole göre %74,3 azalmıştır. Toprakların agregat stabilitesi değerleri uygulama dozuna bağlı olarak artmış olup en yüksek agregat stabilitesi değeri %4 uygulama dozunda %45,4 olarak belirlenmiştir. Yapay yağış koşulları altında yürütülen bu çalışmada arıtma çamuru uygulamasının toprak stabilitesini arttıracığı ve buna bağlı olarak yüzey akış ile toprak kaybının azaltılacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: arıtma çamuru, yüzey akış, organik madde, agregat stabilitesi

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Erosion is a process that causes soil degradation, reduces the efficiency and productivity capacity of the soil and creates environmental problems. The erosion process can be reduced and prevented by improving some physical properties of the soil by applying organic matter to the soil. Sewage sludge is a by-product of sewage waste, which is a concentrated suspension with rich mineral and organic matter content. The rich organic matter content of sewage sludge improves soil physical and mechanical properties. This study aims to investigate the effect of sewage sludge on soil erosion. **Materials and Methods:** This research was conducted under artificial rainfall conditions (40 mm h⁻¹ constant rainfall intensity). The loamy texture class soil was treated with 4 different doses (0, 1, 2, 4% w/w) of sewage sludge in 3 replicates and left for incubation for 6 months. After incubation, the amount of soil lost by surface runoff was determined by artificial rainfall under 9% slope conditions. At the same time, organic matter and aggregate stability values of the treated soils were determined. **Results:** As a result of the research, the amount of soil lost by surface runoff decreased as the application dose increased. The lowest surface runoff was determined at 4% application dose and decreased by 74.3% compared to the control. The aggregate stability values of the soils increased depending on the application dose and the highest aggregate stability value was determined as 45.4% at 4% application dose. **Discussion and Conclusion:** In this research conducted under artificial rainfall conditions, it was concluded that sewage sludge application will increase soil stability and consequently reduce soil loss by surface runoff.

Keywords: sewage sludge, surface runoff, organic matter, aggregate stability

GİRİŞ

Erozyon toprak verimliliği ve üretkenliği ile doğal çevrenin dengesi bozan bir süreçtir (Lal, 2001; FAO, 2019). FAO 2019'a göre eğer toprak erozyonunu en aza indirmek için bir şeyler yapılmaz ise 2050 yılında tarım yapılan alanların %90'nının toprak degradasyonu etkisinde kalacağı belirtilmiştir. Erozyon, bitki örtüsünün geliştirilmesi, arazi topografyasına uygun tarımsal faaliyetin uygulanması, tarımsal mekanizasyonun kontrollü yapılması ve toprak fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi gibi uygulamalar ile kontrol altına alınabilir (Bertoni & Lombardi Neto, 2014; Himanshu et al. 2019). Toprak fiziksel özelliklerinin geliştirilmesinde organik madde uygulaması en yaygın ve ekonomik yöntemdir. Toprak organik maddesi toprak makro ve mikro agregatları geliştirerek stabiliteyi artırır (De Leo'n-Gonza'les et al., 2000). Organik madde uygulaması tüm çevresel ve topografik faktörlerin dışında doğrudan toprak özelliklerine etki eden hem toprak stabilitesini sağlayan hem de vejetasyona besin sağlayan bir yöntemdir. Bu sebeple organik madde uygulaması toprakların erozyona uğrama süreçlerini kontrol eden ve azaltan bir uygulamadır (Polyakov and Lal, 2004). Organik kaynaklı materyaller çok çeşitli kaynaklardan temin edilebilmektedir. Arıtma çamuru kentsel atıklardan elde edilen ve insanoğlunun var olduğu sürece tükenmeyen bir kaynak olarak devam edecektir. Arıtma çamurunun topraklara uygulanması toprak strüktürünü geliştiren (Joshua et al. 1998), agregat oluşumunu destekleyerek stabiliteyi artıran (De Leo'n-

Gonza'les et al. 2000), bitkiler içinde besin kaynağı olan (Sort, 1997) organik madde kaynağıdır. Ancak içeriğinde bulunan ağır metaller ve organik kirleticilerden dolayı kontrollü ve sınırlı kullanılmaları gerekmektedir (Du'ring and Ga'th, 2002).

Yüzey akışın başlangıç noktası toprak yüzeyine gelen yağışın veya sulama suyunun infiltrasyon hızına eşit olduğu ve geçtiği noktadır (Dornauf and Burghardt 2000; Alaoui and Goetz, 2008). Yağışın çarpma etkisi ile suyun eritici ve parçalayıcı etkisi özellikle yüzey toprağının agregat stabilitesine bağlı olarak tahribat boyutunu etkiler. Dağılan ve parçalanan agregatlar toprak yüzeyindeki makro ve mikro gözenekleri tıkayarak zamanla toprağın infiltrasyon hızı azaltılmaktadır. Bu da yüzey akışın başlama sürecine etki etmektedir. Toprağın agregat stabilitesinin yüksek olması toprağın infiltrasyon hızının azalış süresini arttıracığı için önemli bir toprak özelliğidir. Toprakların stabil agregat oranı toprağın kil, organik madde ve Fe-Al içeriği ile düzenlenmektedir. Bu özellikler içerisinde toprak organik maddesinin korunması ve ilavesi, yönetim uygulamaları açısından önemlidir. Bunun en pratik yöntemi ise toprağa organik madde ilavesi yapmaktır.

Bu çalışmada toprağa uygulanan arıtma çamurunun toprağın stabil agregat oranına ve erozyon miktarına olan etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada Erzurum ovasından Entisol ordosu Fluvaquent büyük toprak gruplarından 0-30 cm'lik derinlikten işlemeli tarım yapılan araziden alınmıştır (Atalay 1978). Araştırmada kullanılan arıtma çamuru ASKİ Ankara Merkezi Atık Su Arıtma Tesisinden alınmıştır. Arıtma çamuru US EPA yönetmeliğine göre B sınıfı, Avrupa Birliği Ülkeleri Taslak Yönetmeliğine göre ise "Geleneksel Standart Arıtma Çamuru" olarak tanımlanmaktadır (Bilgin vd., 2002).

Araştırma toprağına 4 farklı dozda (% 0, 1, 2, 4 w/w) 3 tekerrürlü olarak arıtma çamuru uygulaması yapılmış ve 5 cm derinliğinde 33*33 cm ebatlarındaki kaplarda tarla kapasitesi nem düzeyinde 6 ay inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süreci sonrasında topraklar hava kurusu nem düzeyine geldikten sonra yapay yağış koşullarında %9 eğim derecesinde yapay yağışa tabi tutulmuştur. Yağış simülatörü 40 mm h⁻¹ yağış yoğunluğuna ve 40 cm yağış yüksekliğine ayarlanmıştır. Yağış sürecinde yüzey akış başlangıcından sonra 10 dakikalık yüzey akış ile taşınan topraklar toplama kaplarında biriktirilerek ağırlık esasından erozyon miktarı hesaplanmıştır. Yağış similasyonu sonrasında toprakların organik madde içerikleri ile suya dayanıklı agregat stabilite belirlenmiştir. Organik madde tayini Walkley and Black (1934) yöntemiyle, agregat stabilite belirlenmesi ise Yoder tipi ıslak eleme aleti kullanılarak Kemper and Rosenau 1986 göre belirlenmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen verilerde muamele faktörlerinin incelenen özellikler üzerindeki etki değerlerinin belirlenmesinde ANOVA ve Duncan'ın çoklu karşılaştırma test yöntemi uygulanmıştır (SPSS Inc. 2004).

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan toprağa ait tanımlayıcı özelliklerde Çizelge 1’de arıtma çamuruna ait özellikler ise Çizelge 2’de verilmiştir. Araştırma toprağı tın tekstür sınıfında, organik madde içeriğı az düzeyde olup genel itibarı ile tarımsal üretimi sınırlayıcı bir problemi bulunmamaktadır.

Çizelge 1. Araştırma toprağının özellikleri

Kil (%)	25.9±1.1
Silt (%)	40.7±2.5
Kum (%)	33.4±1.4
Tekstür sınıfı	Tın
Büyük toprak grubu	Fluvaquent
KDK (cmol kg ⁻¹)	40.7±1.3
CaCO ₃ (%)	0.5±0.03
Organik madde (%)	1.28±0.09
pH	7.8±0.02
EC (mS cm ⁻¹)	0.9±0.1
Hacim ağırlığı (g cm ⁻³)	1.21±0.02
Tane yoğunluğu (g cm ⁻³)	2.63±0.02

Araştırmada kullanılan arıtma çamurunu organik madde içeriğı %45,5 düzeyinde olup yüksek düzeyde organik madde içermektedir. Arıtma çamurunun pH düzeyi nötre yakın olup EC içeriği yüksek bir materyaldir. Tarımda kullanılmasına engel oluşturabilecek düzeyde ağır metal içeriğı bulunmamaktadır.

Çizelge 2. Araştırmada kullanılan arıtma çamurunun özellikleri.

Organik madde (%)	45,5	
pH	7,21 [€]	
EC (mS cm ⁻¹)	14,1 [€]	
XRF analizi (Konsantrasyon, %)	O	47,6
	Ca	13,2
	Si	9,4
	Mg	1,25
	K	0,96
	Al	3,54
	P	2,27
	S	2,21
	Fe	1,81
	Na	0,48
	Mn	0,05
Sr	0,01	

[€] Saturasyon ekstraktında belirlendi.

Yapay yağış koşullarında arıtma çamurunun yüzey akış ile uzaklaşan toprak miktarlarını ait sonuçlar Çizelge 3. verilmiştir. Arıtma çamuru uygulama doz artışına bağlı olarak yüzey akış ile uzaklaşan toprak miktarı azalmıştır. Kontrol uygulamasında 115,16 gr m⁻² olan yüzey akış ile uzaklaşan toprak miktarı doz artışıyla sırasıyla %34, 55 ve 74 oranında azalış göstermiştir. Arıtma çamuru doz artışına bağlı olarak toprakların agregat stabilitesi değeri kontrol uygulamasında %32,35 olarak belirlenirken, %1 AÇ uygulamasında %38,33 (%18'lik artış), %2 AÇ uygulamasında %43,29 (%34'lük artış) ve %4 AÇ uygulamasında %45,43 (%40'lık artış) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3. Toprakların yüzey akış, organik madde içerikleri, agregat stabilitesi (AS) değerleri üzerine arıtma çamurunun etkileri (Ortalama±Std)

	Yüzey Akış, gr m ^{-2**}	Organik Madde, %**	Agregat Stabilitesi, %**
Kontrol	115,16 ± 15,15 a	1,27 ± 0,02 c	32,35 ± 0,61 c
AÇ %1	75,67 ± 12,46 b	1,28 ± 0,04 c	38,33 ± 3,84 b
AÇ %2	51,88 ± 3,47 c	1,54 ± 0,02 b	43,29 ± 2,44 a
AÇ %4	29,58 ± 3,96 d	1,75 ± 0,02 a	45,43 ± 1,42 a

Meydana gelen bu değişim istatistiksel olarak çok önemli (p<0,01) düzeyde gerçekleşmiş olup doz artışı ile birlikte toprağın agregat stabilitesi artmıştır. Agregat stabilitesindeki bu artış arıtma çamurunun toprağa kazandırmış olduğu organik maddenin katkısı ile olmuştur. Deneme sonrasındaki toprakların organik madde içeriği ve agregat stabilitesi arasında önemli düzeyde pozitif kolerasyon (+0,833**) belirlenmiştir.

Çizelge 4. Parametreler arasındaki korelasyon matrisi

	Yüzey Akış	Organik Madde	Agregat Stabilitesi
Yüzey Akış	1		
Organik Madde	-0,873**	1	
Agregat Stabilitesi	-0,941**	0,833**	1

Organik maddenin toprakların suya dayanıklı agregatlar stabilitelelerini artırdığı birçok araştırmada da belirtilmiştir (Blanco-Canqui & Lal, 2004; Candemir & Gülser, 2011; Aksakal et al. 2016, Tohumcu et al. 2023) Organik maddenin artışı agregatlar arasındaki kohezyon kuvvetini artırarak stabil agregat oranını arttırmıştır (Chenu et al., 2000; Vogelmann et al., 2013). Buna bağlı olarak suyun toprak yüzeyindeki parçalayıcı etkisi azalmış ve toprağın yüzey strüktürü daha uzun süre stabil olarak kalmıştır. Bu süreç suyun infiltrasyon sürecindeki azalışı yavaşlatarak yüzey akışın başlamasını ve yüzeyden toprak taşınımını azaltmıştır.

SONUÇ

Organik madde kaynağı olarak kullanılan arıtma çamurunun içeriklerindeki organik maddenin katkısı ile agregat stabilitesini arttıracığı ve toprakların erozyona karşı dirençlerini arttıracığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca, arıtma çamurunun toprak koruma programlarında alternatif bir organik madde kaynağı olarak kullanılabilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Aksakal, E. L., Sari, S., & Angin, I. (2016). Effects of vermicompost application on soil aggregation and certain physical properties. *Land degradation & development*, 27(4), 983-995.
- Alaoui A, Goetz B (2008) Dye tracer and infiltration experiments to investigate macropore flow. *Geoderma* 144, 279–286
- Atalay, İ., (1978). Erzurum ovası ve çevresinin jeolojisi ve jeomorfolojisi. Atatürk Üni. Yayınları No: 91.
- Bertoni, J., & Lombardi Neto, F. (2014). *Conservação do solo*. Sao Paulo:Icone.
- Bilgin, N., Eyüpoğlu, H. ve Üstün, H., (2002). Biyokatıların (Arıtma Çamurlarının) Arazide Kullanımı. ASKİ Arıtma Tesisi Başkanlığı – KHGM Ankara Araştırma Enstitüsü.
- Blanco-Canqui H, Lal R. (2004). Mechanisms of carbon sequestration in soil aggregates. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 23(6), 481–504
- Candemir F, Gülser C. (2011). Effects of different agricultural wastes on some soil quality indexes in clay and loamy sand fields. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42, 13–28.
- Chenu C, Le Bissonnais Y, Arrouays D. (2000). Organic matter influence on clay wettability and soil aggregate stability. *Soil Science Society of America Journal*, 64, 1479–1486.
- De Leo'n-Gonza'les F, Herna'ndez-Serrano MM, Etchevers JD, Paya'n-Zelaya F, Ordaz-Chaparro V. (2000). Short-term compost effect on macroaggregation in a sandy soil under low rainfall in the valley of Me'xico. *Soil and Tillage Research*, 56, 213–217.

- Dornauf C, Burghardt W (2000). The effects of biopores on permeability and storm infiltration—case study of the construction of a school. In: Burghardt W, Dornauf C (eds) First International conference on soils of urban, industrial, traffic and mining areas. University of Essen, Essen, pp 459–464
- Duiring RA, Gaith S. (2002). Utilization of municipal organic wastes in agriculture: where do we stand, where will we go? *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 165, 544–556.
- FAO, (2019). Soil erosion: the greatest challenge for sustainable soil management, p. 100. Rome.
- Himanshu, S. K., Pandey, A., Yadav, B., & Gupta, A. (2019). Evaluation of best management practices for sediment and nutrient loss control using SWAT model. *Soil and Tillage Research*, 192, 42-58.
- Joshua WD, Michalk DL, Curtis IH, Salt M, Osborne GJ. (1998). The potential for contamination of soil and surface waters from sewage sludge (biosolids) in a sheep grazing study, Australia. *Geoderma*, 84, 135–156.
- Kemper, W.D., and Rosenau, R.C. (1986). Aggregate Stability and Size Distribution. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 425-442, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Lal R. (2001). Soil degradation by erosion. *Land Degradation & Development*, 12, 519–539.
- Polyakov, V., & Lal, R. (2004). Modeling soil organic matter dynamics as affected by soil water erosion. *Environment International*, 30(4), 547-556.
- Sort X. (1997). Propietats estructurals d'un sòl restaurat amb fangs de depuradora. PhD thesis. Universitat Autònoma de Barcelona: Barcelona.
- SPSS Inc. (2004). SPSS® 13.0 Base User's Guide. Chicago, IL.
- Tohumcu, F., Aydin, A., & Simsek, U. (2023). The Effects of Organic Wastes Applied to Alkaline Soils on Some Physical and Chemical Properties of the Soil. *Eurasian Soil Science*, 56(3), 387-403.
- Vogelmann ES, Reichert JM, Prevedello J, Awe GO, Mataix-Solera J. (2013). Can occurrence of soil hydrophobicity promote the increase of aggregates stability? *Catena*, 110, 24–31.
- Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37(1), 29-38.

AGRİVOLTAİK SİSTEMLERİN TARIM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

EFFECTS OF AGRIVOLTAIC SYSTEMS ON AGRICULTURE

Doç. Dr. Tuncay KAYA

Iğdır University, Agricultural Faculty, Department of Horticulture, Iğdır, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9126-4567>

ÖZET

Fotovoltaik enerji üretiminin yaygınlaştırılması, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini hafifletmeye yönelik çabalar açısından hayati öneme sahiptir. Fotovoltaik sistemlerin gelişiminin önündeki önemli kısıtlamalardan biri ise geniş alan gereksinimleridir. Nitekim dünya nüfusunun artışı ve artan gıda talebine bağlı olarak yükselen tarımsal arazi ihtiyacı, fotovoltaik sistemlerin artarak devam eden arazi talebi ile çatışmalı hale gelmektedir. Bitkisel üretimi ve fotovoltaik enerji üretimini entegre eden agrivoltaik sistemler, bu arazi kullanım çatışması ile ilgili sorununa muhtemel bir çözüm sunmaktadır. Ancak agrivoltaik sistemlerin tarım ve enerji üretimi optimizasyonunu sağlamada başarılı olabilmesi, son derece karmaşık bir ilişkiler ağının iyi tanımlanması ve olası sorunlar için kabul edilebilir çözümler sunulabilmesine bağlıdır. Hemen tüm tarımsal ürünler iklim ve toprak koşullarının etkisi altında üretilirler. Bu nedenle rüzgâr, toprak nemi, buharlaşma, yağmur suları, gölgeleme etkisi gibi faktörlerin fotovoltaik sistemden nasıl etkileneceği konusu; seçilecek bitki türünü, arazi kayıp oranını, verimi, kaliteyi ve bitki refahını belirleme gücüne sahiptir. Bu çalışmada, agrivoltaik sistemlerin genel bir değerlendirmesini ve tarımı etkileyen bazı koşullar üzerindeki etkilerini sunuyoruz.

Anahtar Kelimeler: Tarım; Agrivoltaik; Fotovoltaik; İklim değişikliği

ABSTRACT

The widespread use of photovoltaic power generation is crucial to efforts to reduce the negative effects of climate change. One of the major constraints to the development of photovoltaic systems is their large land requirements. In fact, the increasing demand for agricultural land due to the world's growing population and increasing food requirements is against the increasing demand for land for photovoltaic systems. Agrivoltaic systems, which integrate crop production and photovoltaic energy production, offer a possible solution to this land use conflict problem. However, the success of agrivoltaic systems in optimizing agriculture and energy production depends on a good description of this highly complex network of relationships and acceptable solutions to potential problems. Almost all agricultural crops are produced under the influence of climate and soil conditions. Therefore, the question of how factors such as wind, soil moisture, evaporation, rainwater, and shading are affected by the photovoltaic system has the power to determine the type of crop to be selected, the rate of land loss, yield, quality, and crop welfare. In this study we present an overview of agrivoltaic systems and their impact on some of the conditions that affect agriculture.

Key Words: Agriculture; Agrivoltaic; Photovoltaic; Climate change

GİRİŞ

Enerji kaynaklarının güvenli bir şekilde tedarik edilmesinin, bir toplumun kalkınması için gerekli ancak yeterli olmayan bir gereklilik olduğu genel olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, sürdürülebilir kalkınma, uzun vadede makul bir maliyetle kolayca ve sürdürülebilir bir şekilde elde edilebilen ve olumsuz toplumsal etkilere neden olmadan gerekli tüm görevler için kullanılabilen sürdürülebilir bir enerji kaynakları arzı gerektirir. Fosil yakıtlar (kömür, petrol ve doğal gaz) ve uranyum gibi enerji kaynaklarının genellikle sınırlı olduğu kabul edilir; güneş ışığı, rüzgâr ve akan su gibi diğer enerji kaynakları genellikle yenilenebilir ve dolayısıyla nispeten uzun vadede sürdürülebilir olarak kabul edilir. Atıklar (örneğin atıktan enerji yakma tesisleri aracılığıyla faydalı enerji formlarına dönüştürülebilir) ve biyokütle yakıtları da genellikle sürdürülebilir enerji kaynakları olarak görülür. Genel olarak, bu ifadelerin sonuçları çok sayıdadır ve sürdürülebilirliğin nasıl tanımlandığına bağlıdır (Dincer ve Rosen, 1998). Bugün karşı karşıya olduğumuz çevre sorunlarına çözüm bulmak, sürdürülebilir kalkınma için uzun vadeli potansiyel eylemler gerektirmektedir. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kaynakları en verimli ve etkili çözümlerden biri olarak görünmektedir. Bu nedenle yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir kalkınma arasında yakın bir bağlantı vardır (Kaygusuz ve Kaygusuz, 2002).

Çevresel kaygıların azaltılması ya da tamamen elemine edilmesi konusu sürdürülebilir kalkınmanın en önemli bir unsurlarından biridir. Çeşitli nedenlerden dolayı, çevreyi sürekli olarak bozan faaliyetler zaman içinde sürdürülebilir olmaktan uzaklaşır. Hatta bu tür faaliyetlerin çevre üzerindeki kümülatif etkisi genellikle çeşitli sağlıkla ilgili, ekolojik ve diğer sorunlara yol açar. Bir toplumdaki çevresel etkinin büyük bir kısmı enerji kaynaklarının kullanımıyla ilişkilidir. İdeal olarak, sürdürülebilir kalkınma arayışında olan bir toplum sadece çevresel etkiye neden olmayan (örneğin, çevreye emisyon salmayan) enerji kaynaklarını kullanır. Ancak, tüm enerji kaynakları bir miktar çevresel etkiye yol açtığından, çevresel emisyonlar ve bunların olumsuz etkilerinin sürdürülebilir kalkınmaya getirdiği sınırlamalarla ilgili endişelerin tamamının olmasa da bir kısmının enerji verimliliğinin artırılmasıyla kısmen aşılabileceğini öne sürmek mantıklıdır. Enerji verimliliği ile çevresel etki arasında güçlü bir ilişki olduğu açıktır, çünkü aynı hizmetler veya ürünler için daha az kaynak kullanımı ve kirlilik, normalde artan enerji verimliliği ile doğrudan ilişkilidir (Dincer, 2000).

Solar fotovoltaik (PV) teknolojisi, sürdürülebilir kalkınma stratejileri bağlamında düşük karbon salımlı enerji sistemine geçişte çok önemli bir yere sahiptir. Ancak bu tür uygulamaların yaygınlaşması, tarımda sürdürülebilirlikten ödün verme endişesi ve bazı sosyal tepkiler nedeniyle kısıtlanabilir. Örneğin, PV tesislerinin yaygınlaştırılması, aynı arazinin gıda üretimi için kullanımını kısıtlayabildiği gibi, arazinin nasıl kullanıldığı ve hangi alana (tarım ya da enerji) tahsis edileceği konusunda yerel ölçekte anlaşmazlıklar oluşturabilir. Bununla birlikte, agrivoltaik olarak bilinen yeni bir strateji, güneş enerjisinden elektrik üretimi ile tarımsal üretimi aynı yerde birleştirmektedir. Arazi kullanım verimliliği, iklim çözümleri, sürdürülebilir gıda ve yerel ekonomileri geliştirme potansiyeli açısından agrivoltaik sistemleri değerlendiren araştırmalar da giderek artmaktadır (Toledo ve Scognamiglio, 2021).

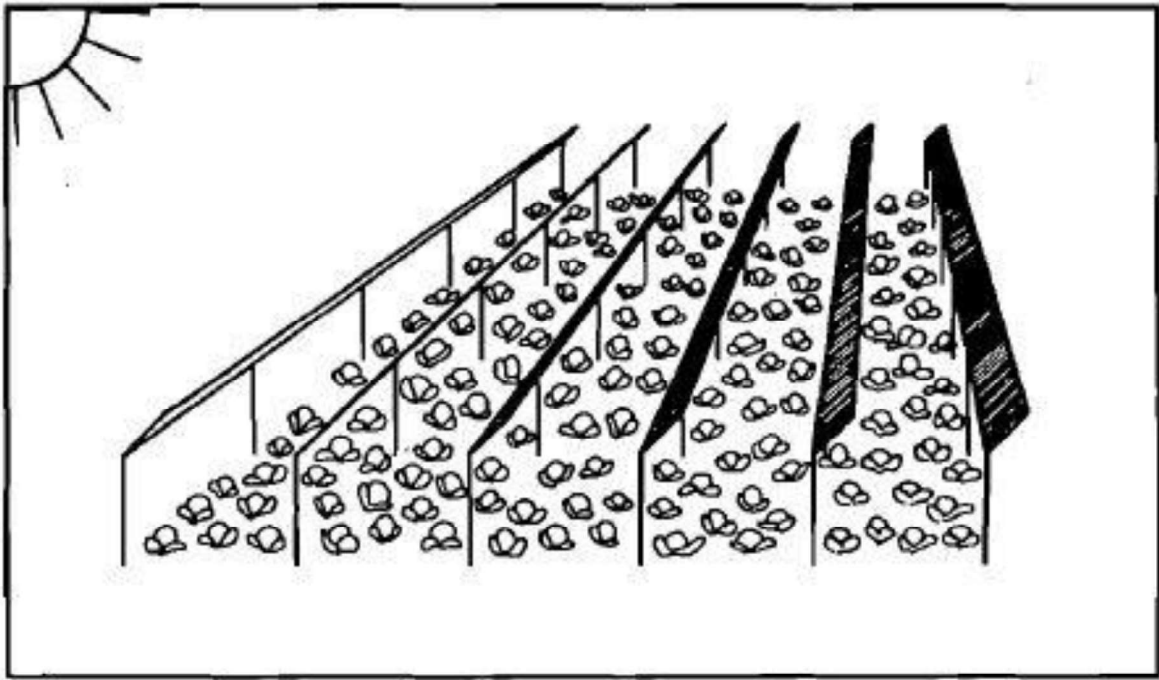
Toprağa dayalı tarım ve Güneş enerjisi ile elektrik üreten üreteçlerin (Fotovoltaik-PV) birleşmesinden oluşan bir terim olan “Agrivoltaik”, PV paneller altında gerçekleştirilen tarımdır. Diğer bir deyişle arazilerin hem güneş enerjisi üretimi hem de tarım için eş zamanlı olarak kullanılmasıdır. Bu sistemde tarım ve güneş enerjisi üretimine rakip olarak değil, birbirlerinin tamamlayıcısı olarak bakılır. Bu sistemin diğer faydaları arasında sürdürülebilir enerji ve azaltılmış karbon ayak izi yer alır. (Gülsoy ve Kaya, 2023). Bu çalışma kapsamında mevcut agrivoltaik sistemler ve bunların uygulamaları hakkında bilgiler sunulmuştur. Ayrıca agrivoltaik sistemlerin tarım uygulamaları bağlamında nasıl bir bitki/PV etkileşimi ortamı

sundukları incelenmiş, PV sistemin yakın çevresinde oluşan mikroklimatik koşulların nasıl değiştiği konusu detaylandırılmıştır.

AGRİVOLTAİK SİSTEM UYGULAMALARI

Agrivoltaik Sistemler

Agrivoltaik sistemler, aynı arazinin tarım ve enerji üretimi için çok yönlü kullanılmasını mümkün kılar. Ekonomik büyüme, toprak sağlığı ve su kalitesi ile uyum içinde olan tarım, otlak ve doğal yaşam alanlarının korunması uygulamaları aynı zamanda güneş panellerinden de temiz elektrik üretebildiğimiz bir durumu meydana getirmektedir. Fotovoltaik panel kurulu arazilerin tek başına elektrik üretim alanları olarak kullanılmasına alternatif olarak “Agrivoltaik Sistem” fikri tarihte ilk kez Goetzberger ve Zastrow (1982) tarafından ortaya atılmıştır. Şekil 1 incelendiğinde agrivoltaik sistemin ilk uygulamasının şematize edilmiş versiyonu görülecektir.



Şekil 1. Goetzberger ve Zastrow tarafından önerilen sistemin temsili bir görünümü (Trommsdorff, 2016)

Günümüze gelindiğinde ise uygulamada dört farklı panel uygulama sistemi öne çıkmaktadır. Bunlar sırasıyla; a) sabit paneller, b) gün boyunca güneşi takip edebilen tek eksenli izleyici paneller, c) dikey paneller ve d) agrivoltaik sistem için en iyi seçeneklerden biri olan yükseltilmiş panellerdir.

Sabit Paneller

Sabit panel sisteminde PV paneller ve taşıma sistemi arazi üzerine sabitlenir. Güneş panellerinin miktarı ve açısı bölgeye göre belirlenir. Bitki türü ve dikim rejimi sisteme uygun olarak seçilir (Şekil 2, Şekil 3). Sabit montajlı veya yükseltilmemiş sabit paneller, güneş ışığından enerji elde edilmesi için faydalı olmasına rağmen çiftçilik ve tarım bakımından araziye erişimin azalması ve gölgenin artması gibi birtakım sorunlar oluşturabilmektedir.



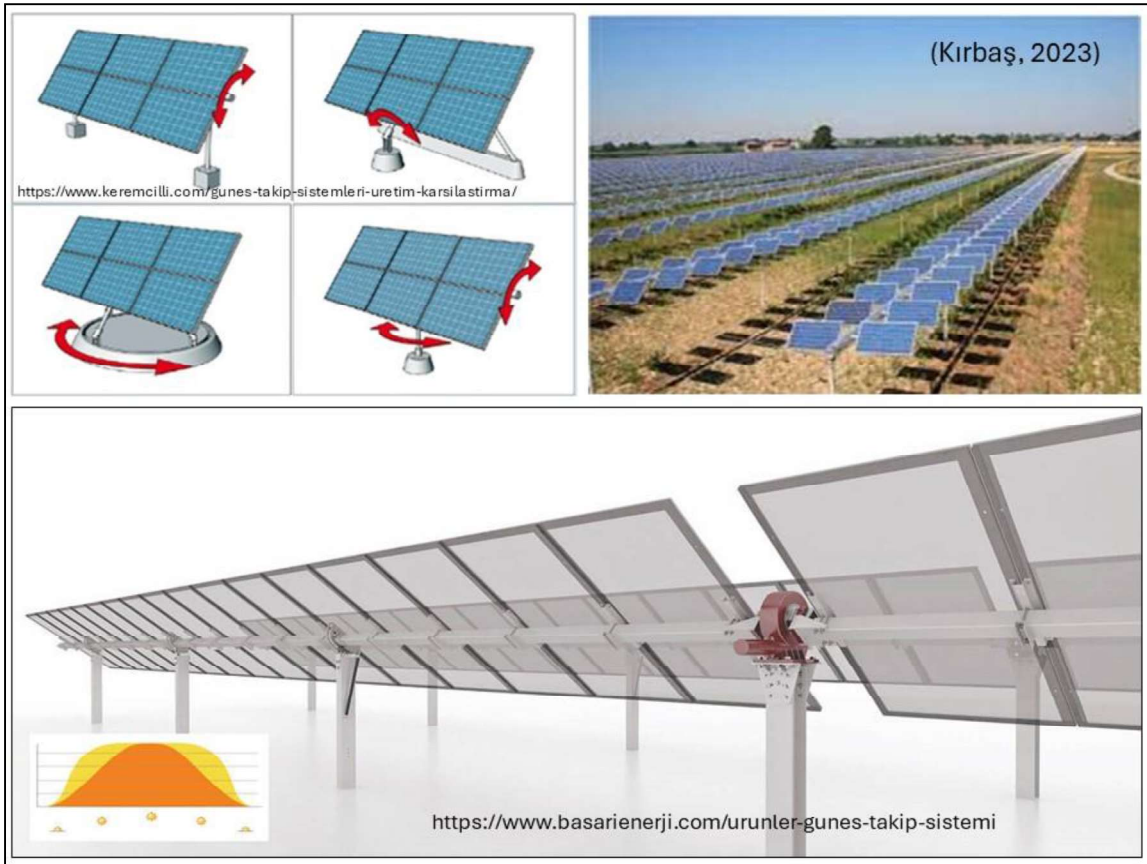
Şekil 2. Sabit agrivoltaik sistemler (Santra, 2019).



Şekil 3. Iğdır Üniversitesi PV enerji üretim sahası, sabit panel sistemi.

Güneş Takip Sistemli Paneller

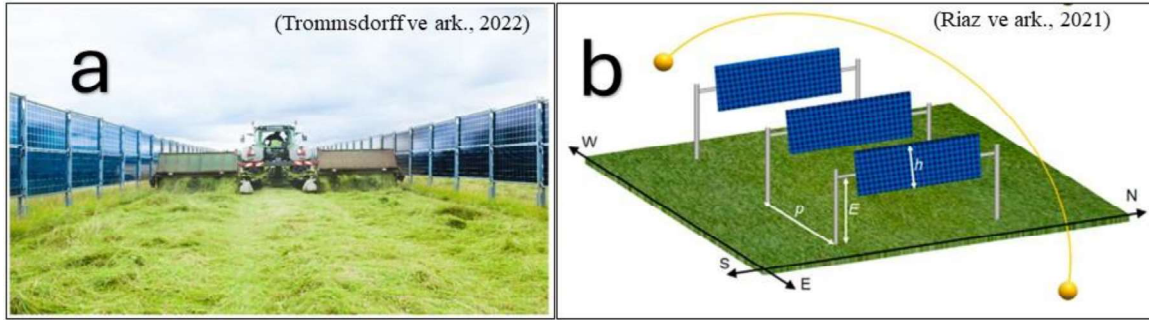
PV sistemlerde daha yüksek enerji üretimi elde etmenin bir yolu da PV modüllerin güneş takip sistemleri ile kullanılmalarıdır (Şekil 4). PV modüllerin yüzeyine gelen etkili güneş ışığı miktarı, güneş geliş açısı ve modül yüzeyinin normali arasındaki açıya bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle PV sistemlerin güneş izleyici sistemlerle beraber kullanılmasıyla, sabit açılı sistemlere göre oldukça yüksek enerji değerleri üretmeleri sağlanmaktadır. Güneş izleyici sistemlerin önemli bir başka avantajı, PV sistemlerin tesis edileceği noktadaki saha kullanım alanının sınırlı olması durumunda etkili bir çözüm sunabilmeleridir. Güneş izleyici sistemler, güneşi takip etmedeki eksen sayısına bağlı olarak, tek eksenli ve iki eksenli izleyiciler olarak sınıflandırılmaktadır. Bu sistemler görece olarak daha yüksek tesis maliyetleri ve bakım onarım giderleri oluşturabilmektedirler. İki eksenli güneş izleyicileri, hareket mekanizmaları, bu mekanizmaları yöneten elektronik denetleyiciler ve çeşitli yapısal zorlukların doğurduğu tesis maliyetleri nedeniyle, genellikle tercih edilmemektedirler (Kayri, 2023). Tek eksenli izleme sistemleri agrivoltaik sistemlerde daha öncelikli olarak tercih edilmektedir. Maliyet ve enerji verimliliği faktörlerinden bağımsız olarak, gün boyu güneşi takip eden panel sistemi, bitkiler için daha fazla gölgelemeye neden olabilmektedir. Nihayetinde tek eksenli izleyiciler, çiftçiye daha fazla esneklik ve kontrol sağlamanın yanında tarım ekipmanlarının ve makinelerinin daha rahat bir şekilde kullanılabilmesine yardımcı olacak şekilde yönlendirilebilir.



Şekil 4. Güneş izleme sistemi uygulamalarının örnek ve grafik gösterimi.

Dikey Panel Sistemleri

Dikey agrivoltaik sistemler, PV panellerinin araziye dikey olarak ve doğu/batı yönünde yerleşimini ve panellerin iki yüzeyinin de PV enerji kolektörü barındırmasını esas alan modelledir. Yükseltilmiş ya da yere yakın (Şekil 5) olabilmektedirler. Bugüne kadar agrivoltaik sistemler üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda, sabit veya dinamik olarak kontrol edilen bir eğimde kuzey/güney yönüne bakan standart tek yüzlü PV panel dizileri kullanılmıştır. Son zamanlarda, bir dizi çalışma agrivoltaik sistemler için dikey doğu/batı bakılı iki yüzeyli PV çiftliklerinin potansiyelini araştırmıştır. Riaz ve ark. (2020), agrivoltaik sistemler için dikey doğu/batı bakılı iki yüzeyli PV çiftliklerinin potansiyelini araştırmıştır. Sonuçlar, yarı PV dizi yoğunluğu için, dikey iki yüzeyli çiftliklerin, PV enerji çıkışı ve fotosentetik olarak aktif radyasyon (PAR) açısından geleneksel kuzey/güney bakı eğimli çiftliklere kıyasla eşit derecede iyi performans gösterdiğini göstermiştir.



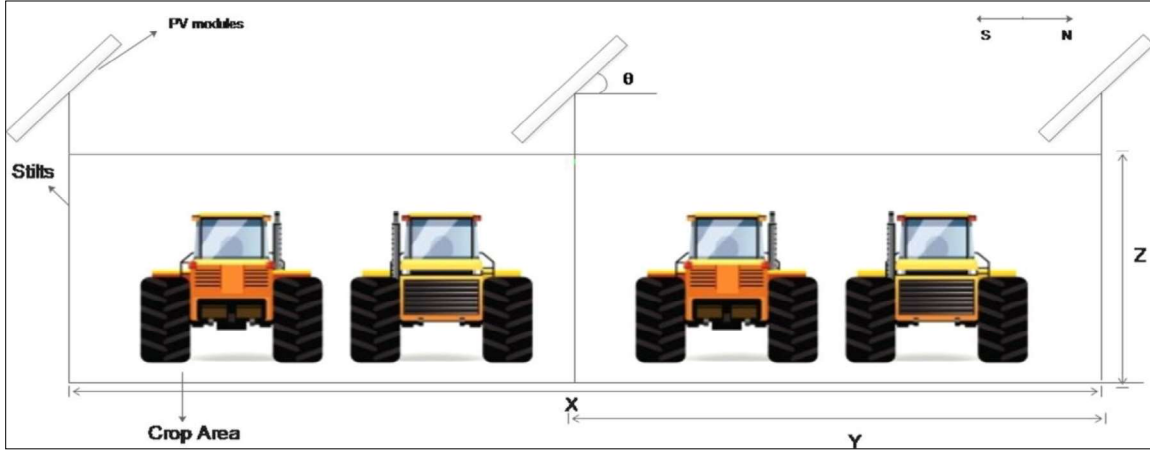
Şekil 5. Yerden (a) ve yükseltilmiş (b) dikey agrivoltaik sistem uygulaması

Dikey bir agrivoltaik sistemdeki tarım alanları, doğu/batı ekseninde kurulduğundan sabahları ve akşamları tam gölge olan ve gün ortasında olmayan düzensiz ışık dağılımına sahiptir. Bu nedenle, bazı tarımsal uygulamalar için heterojen ürün büyümesi meydana gelebilir. Bitki büyümesi için beklenen faydalar, özellikle modüllerin rüzgâr kırıcı olarak hizmet ettiği ve böylece rüzgâr kaynaklı toprak erozyonunu ve evapotranspirasyonu azaltmaya yardımcı olabileceği rüzgârlı alanlarda beklenmektedir (Trommsdorff ve ark. 2022). Riaz ve ark. (2021) ise dikey doğu/batı yönlü panel yerleşim modelinin, birleşik gıda-enerji performansı açısından üstün olmasa da panellerin altındaki gölgeler ve yağış için uzamsal homojenlik, çiftlik makinelerinin hareketliliği için uygun mimari ve kirlenmeye karşı doğal bir esneklik gibi farklı avantajları nedeniyle dikkate değer olabileceğini bildirmişlerdir.

Yükseltilmiş Paneller

Yükseltilmiş agrivoltaik sistemlerin tarımsal uygulamalar için daha fazla esneklik sağladığı bilinir. Şekil 6'da görülebileceği gibi, ayakların altındaki tüm arazi tarımsal iş ve işlemler için kullanılabilir. Dikmelerin yüksekliği ve bitişik dikmeler arasındaki aralık, standart tarım ekipmanlarının PV modüllerini etkilemeden mahsulü hasat etmek için dikmelerin altından geçebileceği şekilde dizayn edilmiştir. Bu konfigürasyon, yere monte edilen PV modüllerine kıyasla daha iyi arazi kullanımı sağlar, çünkü yer seviyesinde sabitlenmiş modüllerin altındaki arazi kullanılamaz. Bununla birlikte, arazi kullanım verimliliğindeki artışın, yükseltilmiş destek sistemi nedeniyle daha yüksek bir maliyetle sonuçlandığı da açıktır. Ürün seçimi, montaj yüksekliği, optimum eğim açısı, güneş ışınımı ve yerel iklim, kurulacak agrivoltaik sistem için PV sistem geometrisinin optimum seçiminde rol oynar. PV için konfigürasyon, PV'ye gelen güneş ışınımını en üst düzeye çıkarmak amacıyla bir optimizasyon çalışması ile belirlenir ve sıralar arası gölgelemeyi en aza indirmenin ek arazi

maliyetini hesaba katar. Gölgelemeyi ve bunun ürün verimi üzerindeki etkisini telafi etmek için, PV yoğunluğu azaltılabilir veya %50 veya daha fazla ışık geçirgenliği oranına sahip yarı şeffaf paneller kullanılabilir (Dinesh ve Pearce, 2016).



Şekil 6. Yükseltilmiş agrivoltaik sistemin görünümü (Dinesh ve Pearce, 2016).

Sonuçta yükseltilmiş sabit eğimli veya yükseltilmiş paneller, var olan en verimli ancak en pahalı güneş paneli konfigürasyonudur. Bu konfigürasyon büyük hayvanların otlatılmasını ve tarımı mümkün kılacak şekilde maksimum yatay ve dikey erişimi ve minimum gölgelemeyi sağlamaktadır.

AGRİVOLTAİK SİSTEMLERDE EKOLOJİK ETKİLEŞİM

Bilinen tüm agrivoltaik sistemlerde enerji üretimi ile tarımsal üretim arasında önemli düzeyde etkileşim mevcuttur. Elbette bu iki üretimin birlikteliği rekabet koşullarına göre değil, karşılıklı fayda ve birim arazi başına yüksek gelir yaklaşımına göre tanzim edilir (Gülsoy ve Kaya, 2023). Bu sistemlerin çok sayıda faydaları yanında sürdürülebilir tarım, küresel ısınma ve çevre hassasiyeti konularına son derece olumlu katkıları dikkate alındığında, PV/tarım birlikteliğinin bir yeni konsepti olan agrivoltaiklerde ekolojik etkileşim alanlarının bilinmesi ve sistemin sürdürülebilirlik konseptine uygun olarak optimizasyonu giderek öne çıkmaktadır. Bu çalışmanın devam eden bölümünde bazı önemli etkileşim alanları hakkında değerlendirmeler sunulmuştur.

Işık

Bir agrivoltaik sistemin en önemli ve en belirgin etkisi, PV modüllerinin zemin seviyesindeki mahsuller için mevcut ortalama ışığı azaltmasıdır. Tarla denemeleri ve deneyler, bitkilerin değişen ışık koşullarına farklı tepkiler verdiğini göstermektedir (Trommsdorff ve ark. 2022). Genel olarak, düşük ışık seviyelerinde, fotosentez oranı artan ışık yoğunluğu ile doğrusal olarak artar. Bitkiler tam büyüme potansiyellerine ulaşamadıkları için, düşük ışık yoğunlukları stres anlamına gelir (Lambers ve ark., 2008). Işık yoğunluğu arttıkça, asimilasyon oranının büyümesi, türe özgü bir ışık doygunluk noktasına ulaşılan kadar dengelenmeye başlar. Işık yoğunluğundaki daha fazla artış, ışığa bağlı fotosentetik

reaksiyonların kapasitesi sınırlı olduğu için fotosentez oranında bir değişikliğe neden olmaz (Chapin ve ark., 2011).

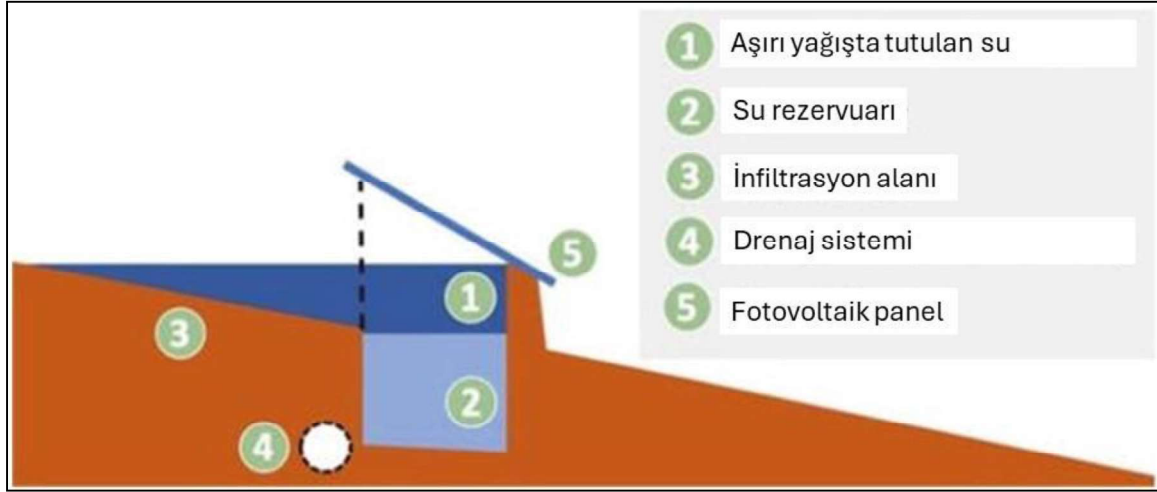
Tarla koşulları altında kanopi seviyesinde ışık tepki biçimi bitkiden bitkiye farklılık gösterir. Işık doygunluk noktası, bir agrivoltaik sistemin gölgeleme oranını tanımlamak veya sistem kurulduktan sonra sistemde yetiştirilecek ürünlerin uygunluğunu belirlemek için çok önemli bir kriterdir. Işık doygunluk noktası, bir agrivoltaik sistemin gölgeleme oranını tanımlamak veya sistem kurulduktan sonra sistemde yetiştirilecek ürünlerin uygunluğunu belirlemek için çok önemli bir kriterdir. Işık doygunluk noktası ne kadar düşük olursa, verim kaybı yaşanmadan bir ürüne o kadar fazla gölge verilebilir. Haddizatında gölgeleme oranları buna göre ayarlanırsa, bir agrivoltaik sistemde tüm ürünlerin yetiştirilmesi teorik olarak mümkündür. Bununla birlikte diğer faktörler (su, sıcaklık vb.) ürünün büyümesini zaten sınırlıyorsa, gölgelemenin mutlak anlamda bir kısıtlayıcı faktör olmadığı ve hatta su talebini azalttığı için toplamda faydalı olabileceği vurgulanmalıdır (Trommsdorff ve ark. 2022).

Güneşin değişen konumuna göre, bir tarımsal PV sisteminin PV modüllerinin gölgesi bir gün ve bir yıl boyunca değişir. Homojen ışık dağılımı, özellikle ekilebilir tarım uygulamalarında tek tip bitki büyümesi ve olgunlaşması için arzu edilir. Bunu sağlamak için Trommsdorff ve ark. (2022), gün ışığının optimum yönetimi bağlamında aşağıdaki seçenekleri önermişlerdir: “a) Modül yönünün elektriksel optimum olan güney veya kuzeyden (yarım küreye bağlı olarak) doğuya veya batıya doğru saptırılması, sahada daha homojen bir gölgeleme modeli elde edilmesini sağlar. Bu, bazı ürünlerin diğerlerinden önemli ölçüde daha az ışık aldığı "gölge çukurlarını" önleyebilir. b) Gölgenin en aza indirilmesi ve ışığın daha eşit dağılması için daha küçük modüller kullanılabilir. Bu yöntem Japonya'da sıklıkla uygulanmaktadır. c) Cam-cam (glass-glass) modüllerde, PV hücreleri aralıklı olarak yerleştirilebilir. Bu tür yarı saydam modüller, PV modüllerinin altında kısmi gölgeleme sağlar ve aynı ışık seviyesini korurken daha küçük sıra arası mesafesi imkânı sunar. Bu, özellikle bitkilerin daha büyük PV modüllerinin koruyucu özelliğinden yararlandığı bahçecilik uygulamalarında çok caziptir. d) Aynı şekilde, modüller gölgenin homojenliğini artırmak için dama tahtası şeklinde düzenlenebilir. e) Bir gün boyunca gölgenin maksimum hareketi, modül sıralarının doğu-batı hizalamasıyla gerçekleştirilir. Bu, ışık koşullarını ürüne özgü ihtiyaçlara göre bilinçli olarak ayarlamak için tek veya çift eksenli izleme ile birleştirilebilir. f) PV modüllerinin daha geniş dikey açıklığı da sahadaki ışık kullanılabilirliğini artırır.”

Toprak, su, erozyon

Toprağın kısmen modüller tarafından gölgelenmesi veya örtülmesiyle, toprak neminin ve su tutma kapasitesinin arttığı ve toprak sıcaklıklarının düştüğü gözlemlenmiştir (Elamri ve ark., 2018; Adeh ve ark., 2018) ve bu da modüllerin altında yetiştirilen salatalık ve marul veriminin artmasına katkıda bulunmuştur (Sekiyama ve Nagashima, 2019). Otlaklar için bu durum, agrivoltaik sistemin dışındaki otlatılan referans topraklara kıyasla su kullanım verimliliğinde %328'lik bir artış ve %90'lık verim artışı ile sonuçlanmıştır (Adeh ve ark., 2018). Ayrıca, toprağın alt tabakalarına ait soğutma etkilerinin varlığı da tanımlanmıştır (Schindele ve ark., 2020). Geleneksel PV tesislerinde, modüllerin altındaki evapotranspirasyonun azalması ve ekim nedeniyle daha yüksek infiltrasyon yoluyla su dengesi üzerinde oluşan olumlu etkiler, taban suyu seviyesinde bir yükselmeyi teşvik edebilir (Yapp ve ark., 2010) ancak yüzeye yakın kurumalar da zaman zaman mümkün olurken, en üst toprak tabakasının altındaki toprağın kılcal kanalları tekrar eşit bir nem dağılımı sağlar (Herden ve ark., 2009). Ancak yine de, yaklaşık 10 cm × 10 cm'lik kare modüller arasında açık şeritlere sahip yenilikçi ticari modüller homojen yağmur dağılımı sağlama konusunda yardımcı olabilir.

Güneş enerjisi çiftliklerinde bitki örtüsü oluşturulduktan sonra toprak sağlığında iyileşme, CO2 depolanmasında artış, su tutma ve infiltrasyon, yüzey akışında azalma ve erozyonda azalma gözlemlenmiştir. Toprak erozyonu tüm iklim bölgelerinde görülür ve %50'ye varan verim kaybına yol açabilir. Erozyonun önlenmesi için özelleştirilmiş agrivoltaik sistem kurulumları özellikle Şekil 7'de gösterilen eğimli ve su depolama imkânı bulunan alanlarda önerilmektedir (Wydra ve ark., 2023).

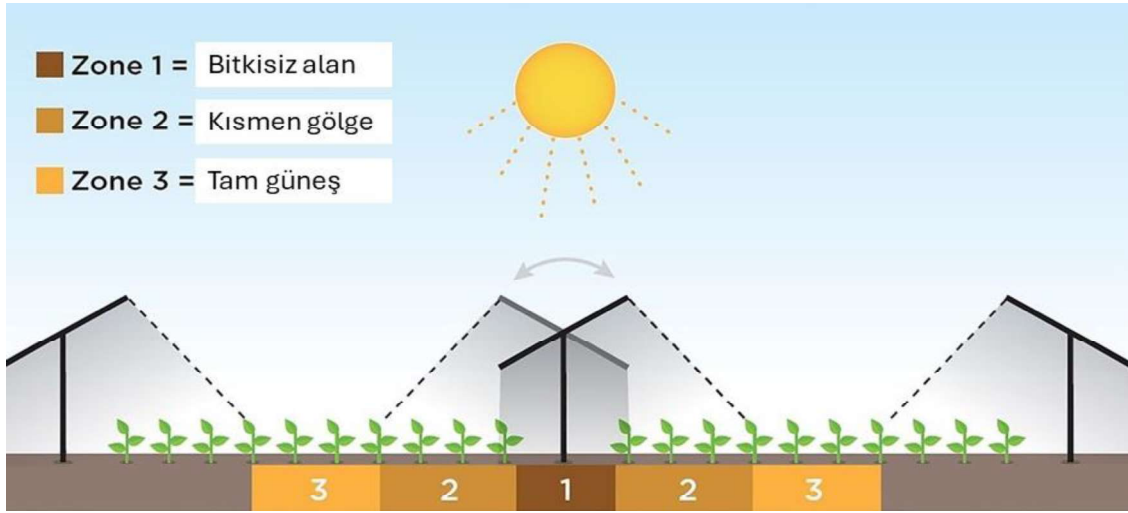


Şekil 7. Su depolamalı taşkın önleme fotovoltaiikleri (Wydra ve ark., 2023).

Mikroklima

Bitkilerin fizyolojisi, gölgelik yapıları ve ışık ve su mevcudiyeti dahil çevresel değişkenler, bir agrivoltaik sistemin maksimum bitki verimliliğini belirler. Tarımsal amaçlı bitkiler verimliliği en üst düzeye çıkarmak için tam güneşte yetiştirilir; ancak bazı türlerin kısmi gölgede daha iyi büyüdüğü bilinmektedir. Örneğin kahve, daha ağır meyveler elde etmek ve tadı iyileştirmek için genellikle gölgeli ağaçlar veya yapay gölge altında yetiştirilir. Yapay veya doğal gölgenin verimi nasıl etkilediğini araştıran çok sayıda çalışma vardır. Ancak bitkilerin gölge ağları altında veya gölgelik alt katlarında büyümeye nasıl tepki verdikleri agrivoltaik sistemlerdeki performansın göstergesi olmayabilir (Weselek ve ark., 2019). Bir agrivoltaik sisteminde gölge ve güneş koşulları PV konfigürasyonuna bağlıdır ve dinamik ve mekânsal olarak heterojendir (Şekil 8).

Geleneksel PV paneller (yani opak ve nötr yarı şeffaf sabit veya güneş takipli güneş panelleri), PV modüllerinin yoğunluğuna ve yönüne bağlı olarak genellikle güneş radyasyonunda %12'den %40'a kadar bir azalmaya neden olur (Amaducci ve ark., 2018). Bu nedenle, geleneksel sistemlerle karşılaştırıldığında AV'nin hangi koşullar altında LER'i ve verimi artırdığını anlamak için PV konfigürasyonunun (yani PV panellerin tasarımı, yüksekliği ve yoğunluğu) ve tesis seçimine odaklanan çalışmalar gereklidir (Gomez-Casanovas ve ark., 2023).



Şekil 8. Agrivoltaik sistemde güneş ve gölgeleme bölgeleri (Gomez-Casanovas ve ark., 2023).

Bazı çalışmalar agrivoltaik sistem kurulumlarında modüllerin altında hava sıcaklığında azalma ve nemde artış olduğunu bildirmiştir (Weselek ve ark., 2021; Barron-Gafford ve ark., 2016). Örneğin, yıllık ortalama nem oranı güneş panelleri altında kontrole kıyasla %2,8 daha yüksek ve günlük ortalama hava sıcaklığı agrivoltaik sistem altında ortalama 1,1°C daha düşük bulunmuş ve bu durum özellikle yaz aylarında daha belirgin olmuştur (Weselek ve ark., 2021). Adeh ve ark. (2018) ayrıca tüm ölçümler için nemde önemli bir artış bulmuştur. Güney Fransa'daki bir agrivoltaik tesisinde çevreye göre 4°C daha düşük hava sıcaklıkları ölçülmüştür (Marrou ve ark., 2013). Armstrong ve ark. (2016) minimum ve maksimum günlük hava sıcaklıklarında değişiklikler ve hava sıcaklığında daha düşük dalgalanmaların yanı sıra daha soğuk gündüz ve daha yüksek gece sıcaklıkları bildirirken, Marrou ve ark. (2013) tesis ile referans alan arasında ortalama günlük hava sıcaklığı ve nemde bir fark gözlemlenmemiştir. Bu etkiler çoğunlukla kuraklık ve sıcaklık stresini azaltır ve mahsulün su verimliliğini artırır, verim üzerinde doğrudan etkiler ve bazı durumlarda domateste gözlemlendiği gibi üç kata kadar verim artışı sağlar (Barron-Gafford ve ark., 2016). Günnewig ve ark. (2007) tarafından bildirildiği gibi, ortam sıcaklıklarına kıyasla artan gece sıcaklıkları, meyve bahçelerinde don riskini ve çiçeklerin zarar görmesini önleyebilir. Sabahın erken saatlerinde daha yüksek yaprak sıcaklıkları yapraklarda daha az çiğ oluşumuna neden olur, bunun da Hollanda'daki meyve bahçelerinde gözlemlendiği gibi hastalık etmenlerinin yayılmasını kısıtlayıcı etkilere sahip olduğu öngörülebilmektedir (Hörnle ve ark., 2021).

PV (fotovoltaik) panel verimliliği

Agrivoltaik uygulamalar, artan küresel ısınma konusunda insanlığın endişelerini gidermenin ötesinde, PV panellerinin enerji üretim verimliliğini arttırdığı için enerji sistemlerimizin iklim değişikliği karşısındaki direniş esnekliğini arttırabilir. Bir güneş paneli hücresinin sıcaklığı, termal enerji korunumu ilkeleri temelinde panelin yakın çevresindeki mikro iklimin bir fonksiyonudur. Önceki çalışmalar, dört temel mikro iklim parametresinin (izolasyon, hava sıcaklığı, rüzgâr hızı ve bağıl nem) PV dizisinin termal dengesini düzenlemede önemli bir rol oynadığını ve böylece PV enerji dönüşüm verimliliğini etkilediğini göstermiştir. Termal enerji dengesinde, güneş ışınımı radyatif ısı kaynağı olarak hareket eder, hava sıcaklığı ve rüzgâr hızı PV panel yüzeyinin potansiyel konvektif ısı transfer performansını belirler ve bağıl nem (yani su buharı miktarı) uzun dalga radyasyon miktarını düzenler (Adeh ve ark., 2019). Yakın

zamanda yapılan saha testleri, AV panellerinin sıcaklığının geleneksel güneş enerjisi çiftliklerindeki PV dizilerine kıyasla $\sim 8,9 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ daha soğuk olabileceğini ve Tucson, Arizona'da bitki yetiştirme aylarında (Mayıs-Temmuz) enerji üretiminde %3'lük bir artış olduğunu göstermiştir (Barron-Gafford ve ark., 2019). Diğerleri, PV dizilerinin altında yetiştirilen mahsullerin bitki terlemesi nedeniyle panel dizilerinin yakın çevresinde hava sıcaklığını azaltabileceğini, böylece panel sıcaklıklarını 10°C 'ye kadar azaltabileceğini ve güneş PV verimliliğini $\sim 0,5\%$ - 1% oranında artırabileceğini göstermiştir. Bu fayda agrivoltaik sistemler için defalarca kanıtlanmış olsa da bu konuda hala açık bulunan noktalar bulunmaktadır (Gomez-Casanovas ve ark., 2023). Ayrıca, PV dizileri arasındaki bitki örtüsü toprak erozyonunu önleyecek ve dolayısıyla PV modülleri üzerindeki toz yükünü en aza indirecektir (Santra ve ark., 2021).

SONUÇ

Agrivoltaik sistemler, tarım arazilerinin hem gıda hem de enerji üretimi için birlikte kullanımını esas alan tarım modelleridir. Tarım alanındaki yenilikler, enerji üretim ve tüketiminde yaşanan değişiklikler, iklim değişikliği bağlamında enerji-gıda-iklim ilişkilerindeki küresel planda yaşanan köklü anlayış değişimleri, ilk defa 1982 yılında ortaya çıkışından günümüze agrivoltaik sistemlerin de gelişim ve değişimine yol açmıştır. Sürdürülebilir tarım yaklaşımı, özellikle enerji ve tarım alanındaki etkileşimi hızlandırmış ve yenilenebilir enerjinin tarımsal üretime entegrasyon çalışmaları hız kazanmıştır. Bu çalışmada; geçmişten günümüze geliştirilmiş agrivoltaik sistemler hakkında bilgiler verilmiş, bu sistemlerin hangi avantaj ve dezavantajları taşıdığı üzerinde durulmuş, sistemin iki büyük bileşeni olarak PV sistemi ile bitkisel gıda üretiminin ekolojik etkileşim alanları vurgulanmıştır. Tüm değerlendirmeler ışığında; agrivoltaik sistemlerde bir kısım verim azalması yaşanabildiği, bunun bitki türü ve panel dizilim sistemine göre artış ya da azalış yönünde değiştiği, panellerden enerji üretiminde verim artışı sağlandığı ve mutlak olarak birim alandan daha fazla gelire ulaşıldığı değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Hassanpour Adeg, E., Selker, J. S., & Higgins, C. W. (2018). Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PloS one*, 13(11), e0203256.
- Adeg, E. H., Good, S. P., Calaf, M., & Higgins, C. W. (2019). Solar PV power potential is greatest over croplands. *Scientific reports*, 9(1), 11442.
- Amaducci, S., Yin, X., & Colauzzi, M. (2018). Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production. *Applied energy*, 220, 545-561.
- Armstrong, A., Ostle, N. J., & Whitaker, J. (2016). Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling. *Environmental Research Letters*, 11(7), 074016.
- Barron-Gafford, G. A., Minor, R. L., Allen, N. A., Cronin, A. D., Brooks, A. E., & Pavao-Zuckerman, M. A. (2016). The Photovoltaic Heat Island Effect: Larger solar power plants increase local temperatures. *Scientific reports*, 6(1), 35070.

- Barron-Gafford, G. A., Pavao-Zuckerman, M. A., Minor, R. L., Sutter, L. F., Barnett-Moreno, I., Blackett, D. T., ... & Macknick, J. E. (2019). Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus in drylands. *Nature Sustainability*, 2(9), 848-855.
- Chapin, F. S., Matson, P. A., Vitousek, P. M. (2011). *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. New York: Springer.
- Dincer, I. (2000). Renewable energy and sustainable development: a crucial review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 4(2), 157-175.
- Dincer, I., & Rosen, M. A. (1998). A worldwide perspective on energy, environment and sustainable development. *International journal of energy research*, 22(15), 1305-1321.
- Dinesh, H., & Pearce, J. M. (2016). The potential of agrivoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 299-308.
- Elamri, Y., Cheviron, B., Lopez, J. M., Dejean, C., & Belaud, G. (2018). Water budget and crop modelling for agrivoltaic systems: Application to irrigated lettuces. *Agricultural water management*, 208, 440-453.
- Goetzberger, A., & Zastrow, A. (1982). On the coexistence of solar-energy conversion and plant cultivation. *International Journal of Solar Energy*, 1(1), 55-69.
- Gomez-Casanovas, N., Mwebaze, P., Khanna, M., Branham, B., Time, A., DeLucia, E. H., ... & Miljkovic, N. (2023). Knowns, uncertainties, and challenges in agrivoltaics to sustainably intensify energy and food production. *Cell Reports Physical Science*.
- Gülsoy, E., Kaya, T. (2023). Agrivoltaik tarım sistemlerinde güneş panelleri altında sebze ve meyve yetiştiriciliği. *Ziraat & Orman, Su Ürünleri Alanında Akademik Çalışmalar*, Ankara, 173 s.
- Günnewig, D., Sieben, A., Püschel, M., Bohl, J., Mack, M. (2007). Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PV-Freiflächenanlagen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Hannover. Available from: https://www.bauberufe.eu/images/doks/pv_leitfaden.pdf
- Herden, C., Gharadjedaghi, B., & Rasmus, J. (2009). *Naturschutzfachliche Bewertungsmethoden von Freilandphotovoltaikanlagen: Endbericht*.
- Hörnle, O., Riedelsheimer, J., Trommsdorff, M., Keinath, T., Binder, F., Weinmann, E., ... & Klein, A. (2021). Durchführbarkeitsstudie zur Ermittlung Möglicher Forschungs- und Demonstrationsfelder Für Agri-Photovoltaik In Baden-Württemberg. final report, Fraunhofer Institute for Solar Energy systems, renewable energies. Freiburg Im Breisgau, Germany. S.165. Available from: <https://agri-pv.org/dokumente/49/Durchf%C3%BChrbarkeitsstudie.pdf>
- Kaygusuz, K., & Kaygusuz, A. (2002). Renewable energy and sustainable development in Turkey. *Renewable energy*, 25(3), 431-453.
- Kayri, İ. (2023). Fotovoltaik Uygulamalar İçin Kararlı Tek Eksenli Bir Güneş Takip Sistemi Tasarımı ve Uygulaması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28(2), 432-450. <https://doi.org/10.53433/yyufbed.1256765ÖXZ<CRDS0>
- Ül, Kırbaç, İ. (2023). Agrivoltaik Sistemler ve Tarım Alanlarının Hibrit Kullanımı. *Uluslararası Mühendislik Tasarım ve Teknoloji Dergisi*, 5(1-2), 9-19.
- Lambers, H., Chapin, F. S., & Pons, T. L. (2008). *Plant physiological ecology* (Vol. 2, pp. 11-99). New York: Springer.

- Marrou, H., Guillioni, L., Dufour, L., Dupraz, C., & Wery, J. (2013). Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels?. *Agricultural and Forest Meteorology*, 177, 117-132.
- Riaz, M. H., Imran, H., Younas, R., & Butt, N. Z. (2021). The optimization of vertical bifacial photovoltaic farms for efficient agrivoltaic systems. *Solar Energy*, 230, 1004-1012.
- Riaz, M.H., Imran, H., Butt, N.Z., (2020). Optimization of PV array density for fixed tilt bifacial solar panels for efficient agrivoltaic systems. In: 2020 47th IEEE Photovoltaic Specialists Conference. PVSC, IEEE, pp. 1349–1352.
- Santra, P., Meena, H. M., & Yadav, O. P. (2021). Spatial and temporal variation of photosynthetic photon flux density within agrivoltaic system in hot arid region of India. *Biosystems Engineering*, 209, 74-93.
- Schindele, S., Trommsdorff, M., Schlaak, A., Obergfell, T., Bopp, G., Reise, C., ... & Weber, E. (2020). Implementation of agrophotovoltaics: Techno-economic analysis of the price-performance ratio and its policy implications. *Applied Energy*, 265, 114737.
- Sekiyama, T., & Nagashima, A. (2019). Solar sharing for both food and clean energy production: Performance of agrivoltaic systems for corn, a typical shade-intolerant crop. *Environments*, 6(6), 65.
- Toledo, C., & Scognamiglio, A. (2021). Agrivoltaic systems design and assessment: A critical review, and a descriptive model towards a sustainable landscape vision (three-dimensional agrivoltaic patterns). *Sustainability*, 13(12), 6871.
- Trommsdorff, M. (2016). An economic analysis of agrophotovoltaics: Opportunities, risks and strategies towards a more efficient land use (No. 03-2016). The Constitutional Economics Network Working Papers.
- Trommsdorff, M., Dhal, I. S., Özdemir, Ö. E., Ketzer, D., Weinberger, N., & Rösch, C. (2022). Agrivoltaics: Solar power generation and food production. In *Solar Energy Advancements in Agriculture and Food Production Systems* (pp. 159-210). Academic Press.
- Weselek, A., Bauerle, A., Zikeli, S., Lewandowski, I., & Högy, P. (2021). Effects on crop development, yields and chemical composition of celeriac (*Apium graveolens* L. var. *rapaceum*) cultivated underneath an agrivoltaic system. *Agronomy*, 11(4), 733.
- Weselek, A., Ehmann, A., Zikeli, S., Lewandowski, I., Schindele, S., & Högy, P. (2019). Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 39, 1-20.
- Wydra, K., Vollmer, V., Busch, C., & Prichta, S. (2023). Agrivoltaic: Solar Radiation for Clean Energy and Sustainable Agriculture with Positive Impact on Nature. *IntechOpen*. doi: 10.5772/intechopen.111728
- Yapp, G., Walker, J., & Thackway, R. (2010). Linking vegetation type and condition to ecosystem goods and services. *Ecological Complexity*, 7(3), 292-301.

BAZI MEYVE TÜRLERİNİN AGRIVOLTAİK SİSTEMLERLE ETKİLEŞİMİ

INTERACTION OF SOME FRUIT SPECIES WITH AGRIVOLTAIC SYSTEMS

Doç. Dr. Tuncay KAYA

Iğdır University, Agricultural Faculty, Department of Horticulture, Iğdır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9126-4567>

ÖZET

Agrivoltaik sistemler sayesinde aynı arazinin hem tarım hem de enerji üretimi için birlikte kullanılması mümkündür. Bu sistemlerin tasarımında tarım ve güneş enerjisi üretimi alanları rakip olarak değil, birbirlerinin tamamlayıcısı olarak değerlendirilir. Bu sistem güneş enerjisinden yararlanmak için tarım arazilerine fotovoltaik paneller kurma ve aynı zamanda paneller altında ürün yetiştirilmesi esasına dayanır. Son yıllarda agrivoltaik sistemlerde katlanarak artan bir ilerleme gözlenmiş ve fotovoltaik enerji teknolojilerinin esnekliği sayesinde dünya çapında çok sayıda prototip önerilmiştir. Ancak bir agrivoltaik projesi oluşturma aşamasında ürüne özgü kriterler belirlemek ve sisteme ait tüm unsurlarının özelliklerini belirlerken (fotovoltaik panellerin şeffaflığı, boyutu, yüksekliği ve aralığı vb.) bu kriterlere sadık kalmak gerekli olabilmektedir. Bugüne kadar meyve yetiştiriciliği alanındaki araştırma çalışmaları havai konfigürasyonlar temelinde yürütülmüştür. Bu amaçla, meyve ağacı yetiştiriciliğine ve makinelerin çalışmasına izin vermek için 2 metre veya daha fazla yükseltilmiş bir destek yapısı gereklidir. Bu destek sistemi üzerine panellerin monte edilmesinde de statik eğimli, mobil güneş izleme sistemli ve mobil ürün uyarlamalı izleme sistemli montaj teknikleri kullanılmaktadır. Yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu agrivoltaik meyvecilik sisteminin enerji ve konstrüksiyon alanlarına yoğunlaşmış görünmektedir. Ancak meyve üretim tarafında da çözülmesi gereken pek çok sorun bulunduğu açıktır. Bu sorunların başında panellerin altında ve çevresinde oluşacak mikroklima koşullarının tanımlanması gelmektedir. Ardından bu yeni durumun meyve verim ve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi de çok önemlidir. Yine meyvecilikte kullanılan gölgeleme fileleri ile agrivoltaik sistemlerin birbiri yerine ikame olanakları da başlıca bir araştırma konusudur. Agrivoltaik meyve yetiştiriciliği alanında yapılan çalışmalar çok sınırlı olduğundan, bu çalışmada agrivoltaik meyve tarımı ve olası etkileşimleri konularında çözümler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Meyve yetiştirme; Agrivoltaik; Fotovoltaik; Agrivoltaik mikroklima

ABSTRACT

Agrivoltaic systems make it possible to use the same land for both agriculture and energy production. In the design of these systems, agriculture and solar energy production areas are not considered as competitors, but as complementary to each other. This system is based on the principle of installing photovoltaic panels on agricultural land to utilize solar energy and at the same time growing crops under the panels. In recent years, an increasingly exponential progress has been observed in agrivoltaic systems and numerous prototypes have been proposed worldwide due to the flexibility of photovoltaic energy technologies. However, in the process of creating an agrivoltaic project, it may be necessary to set product-specific

criteria and to adhere to these criteria when determining the characteristics of all the elements of the system (transparency, size, height and spacing of photovoltaic panels, etc.). To date, research work in the field of agrivoltaic fruit growing has been carried out based on overhead configurations. For this purpose, a raised support structure of 2 meters or more is required to allow the cultivation of fruit trees and the operation of machinery. Installation techniques such as static tilt, mobile solar tracking system and mobile crop adaptive tracking system are used to install the panels on this support system. Most of the studies seem to be focused on the energy and construction areas of the agrivoltaic fruit growing system. However, there are many problems to be solved on the fruit production side. The first of these problems is to define the microclimate conditions that will occur under and around the panels. Then, it is also very important to determine the effects of this new situation on fruit yield and quality. In addition, the possibility of interchangeability of shading nets and agrivoltaic systems used in fruit growing is also a major research topic. Since the studies on agrivoltaic fruit cultivation are very limited, this review presents analyses on agrivoltaic fruit production and possible interactions.

Keywords: Fruit growing; Agrivoltaic; Photovoltaic; Agrivoltaic microclimate

GİRİŞ

İklim değişikliği sorunu ile aynı hızla artan enerji talebinin karşılanması, fosil yakıt tüketiminin yaygın biçimde azaltılmasını ve toprak ve su kaynaklarımızın verimli bir şekilde optimize edilmesini gerekli kılmaktadır . Gıdayı sürdürülebilir bir şekilde güvence altına alırken aynı zamanda bu hedeflerin de karşılanması elzemdir. Ne yazık ki, bu temel unsurlardaki ilerleme sınırlı olmuştur. Gıda ve enerji sektörlerinden kaynaklanan su ve sera gazı ayak izleri artık son on yıllara göre daha büyük seviyelere ulaşmıştır (Pehl ve ark., 2017; Crippa ve ark., 2021). Diğer taraftan 2050 yılına kadar tahmin edilen gıda taleplerini karşılamaya yetmeyen ürün iyileştirme oranlarının etkisiyle ekim alanlarının küresel ölçekte genişlemeye devam etmesi beklenmektedir (Schmitz ve ark., 2014).

Bu bağlamda sürdürülebilir stratejilerin geliştirilmesi adına gıda, enerji ve su sistemleri kesişiminde daha bütünleştirici bir yaklaşım kritik önem taşımaktadır. Agrivoltaik sistemler (AV) gıda-enerji ilişkileri bağlamındaki yüksek potansiyeli nedeniyle son yıllarda çok sayıda çalışmaya konu olmuştur. Açık alanları kaplamak için PV modüllerine dayalı yeni tasarımlara sahip tarım projeleri, sulama ihtiyacını azaltırken ve aşırı hava olaylarına karşı koruma sağlarken ışık kullanılabilirliğini optimize ederek umut verici sonuçlar vermiştir (Toledo ve Scognamiglio, 2021).

Günümüzde artan nüfusun beslenme ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla sürdürülebilir tarımsal üretim yöntemleri hızla benimsenmektedir. Sınırlı arazi varlığı ve mevcut arazilerin yoğun ve bilinçsizce kullanılması, toprakların verimsizleşmesine ve birim alandan alınan ürün miktarında azalmalara yol açmıştır (Muhie, 2022). Bu büyüyen sorun karşısında insanlık, optimum verim elde etmeyi amaçlayan yeni üretim tekniklerine yönelmek zorunda kalmıştır. Bu teknikler, kıt kaynakların etkili bir şekilde kullanılmasını sağlayarak sürdürülebilir bir üretim modeline geçiş yapılmasını hedeflemektedir.

Sürdürülebilir tarım konseptinde alternatif enerji kaynaklarının tarıma uygulaması oldukça önem arz etmektedir. Bu bağlamda yapılan birçok araştırmada tarımsal atıklardan yakıt üretimi, güneş enerji sistemli seralar, sulama sistemleri gibi birçok alanda çalışmalar yapılmaktadır (Gorjian ve ark., 2022). Özellikle tarımsal üretimde güneş panellerinden ısı amaçlı yararlanılması ile ısınma, soğutma gibi gereksinimler karşılanmaktadır (Schmela ve ark., 2023).

Güneş panellerinin daha verimli kullanılması için belirli özelliklere sahip arazi ve iklim koşullarında tesis edilmesi gerekmektedir. Ancak bazı durumlarda etkili bir enerji üretimi için güneş panelleri verimli tarım topraklarına tesis edilmesi de gerekebilmektedir (Al-Shahri ve ark., 2021). Böylesi bir durumda üretici daha karlı olarak nitelendirdiği enerji üretimini tarımsal üretime tercih etme durumunda kalmaktadır. Bu olumsuzluğu bertaraf etmek adına agrivoltaik tarım günümüzde gittikçe benimsenen bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Trommsdorff ve ark., 2022).

Arazi kullanım verimliliğini artırmak amacıyla geliştirilen agrivoltaik sistemin temelinde güneş enerjisi (fotovoltaik) panellerinin tesis edildiği alanların altında tarımsal üretime devam etmek yatmaktadır (Kumpanalaisatit ve ark., 2022). Bu sayede hem evrende en fazla olan yenilenebilir enerji kaynağı güneşten yararlanılmakta hem de tarımsal üretime devam edilmektedir. Bu yaklaşım sayesinde verimli arazilerde dahi güneş enerjisinin olanaklarından faydalanılabilmektedir.

Agrivoltaik ya da tarımsal fotovoltaik sistem, aynı alanın gıda (birincil kullanım) ve enerji üretimi (ikincil kullanım) amacıyla, eldeki kaynakların her iki alanı kapsayacak şekilde verimli kullanımı temelinde, tarım ve yenilenebilir enerji yönetiminin simbiyotik bir konfigürasyonu olarak anlaşılmaktadır (Wydra ve ark., 2023). Çeşitli tasarımlara sahip PV sistemleri (yükseklik, modül teknolojisi vb.) ekilebilir arazilere ve otlaklara veya bahçe bitkilerinin bulunduğu alanlara kurulmakta olup, çoğunlukla bitkilere ve toprağa dolu, fırtına, şiddetli yağmur, kuraklık, sıcaklık, güçlü UV radyasyonu ve geç donlar gibi aşırı hava koşullarına ve güneş yanığına karşı mümkün olan en yüksek korumayı sağlayacak ve toprağı kuraklık ve erozyondan koruyacak şekilde tasarlanmaktadır (Barron-Gafford ve ark., 2019). Buna ek olarak, üretilen güneş enerjisi elektriği hem işletmenin kendi kullanımı ve hem de fazlasının şebekeye verilmesi şeklinde paralel olarak üretilmektedir.

Agrivoltaik sistemler hem (i) doğrudan koruma, rüzgârın azaltılması, toprak neminin artırılması, toprak kaybının azaltılması, yağmur suyu hasadı seçenekleri ve ürünlerin kalitesini ve hasat zamanını kontrol etme imkânı (olgunlaşma gecikmesi, şeker depolama, besin bileşimi, bitki hastalıklarının azaltılması) şeklinde tarım için hem de (ii) üretilen bitkilerinin üzerindeki düşük modül sıcaklığı nedeniyle modül verimliliği için faydalar ortaya çıkarmaktadır (Marshall ve Brockway, 2020).

Meyve bahçeleri gibi kalıcı ürünlerin bulunduğu tarımsal üretim sistemlerine odaklanan agrivoltaik konulu araştırmalar az miktardadır. Yapılan çalışmaların çoğu tahıllar ve patates gibi ekonomik pazar değeri daha düşük olan tarla bitkilerine odaklanmıştır (Willockx ve ark., 2020a). Meyve bahçesi ürünleriyle (meyveler ve sert kabuklu yemişler) ilgili çalışmalara çok az ilgi gösterilmiştir. Bu durum kısmen, meyve türlerinin çoğunun

üretimi için çok fazla güneş ışığına ihtiyaç duyması ve gölgeye karşı sınırlı tolerans göstermesi ile açıklanabilir.

Bununla birlikte, agrivoltaik sistemlerin meyve bitkileri ile kullanılmasının birçok faydası bulunabilmektedir. Şöyle ki; meyve bitkileri: 1) Daha küçük makineler gerektirir veya daha küçük açıklıklar ve potansiyel olarak daha hafif ve daha ucuz PV agrivoltaik yapılarla sonuçlanan el emeği kullanır; 2) Yıllık rotasyona sahip değildir, bir alan 20 yıldan fazla bir süre boyunca tek bir ürün türü için kullanılır; 3) PV modüllerinin rüzgar, şiddetli yağmur, dolu ve güneş yanığına karşı optimum koruma sağlayabileceği ve mevcut geçici plastik korumaların yerini alabileceği düzenli sıralara yerleştirilir; 4) Genellikle hasat sonrası yerinde depolama için soğutma gerektirir, bu da öz tüketim oranını artırır ve iş durumunu iyileştirir; 5) Daha yüksek bir ekonomik piyasa değerine sahiptir, bu da üretilen enerjinin ekonomik değeri ile daha iyi bir denge sağlar (Willockx ve ark., 2020b).

AGROVOLTAİK SİSTEMLERİN TEMEL PRENSİPLERİ

Agrivoltaik tarımın uygulandığı alanlarda bir nevi mikroklima özellikleri elde edilmektedir. Paneller güneş ışığını kısmen filtrelediklerinden dolayı panel altında konumlandırılan bitkiler aşırı sıcaktan korunmaktadır (Weselek ve ark., 2021). Ayrıca bu tarz bir üretim şekli ile toprağın nem oranı diğer sistemlere göre daha fazla olmaktadır. Bunun en önemli sebebi panellerin güneş ışığını doğrudan toprağa yansıtması ve buharlaşmanın azalmasıdır. Bu sayede bitki ve meyve gelişimi için gerekli olan iklim koşullarında üretim yapılabilir. Agrivoltaik sistemlerin tesisinde dikkat edilmesi gereken konulardan biri panellerin bitki gelişimleri için ihtiyaç duydukları ışık miktarını engellemeden konumlandırılmalarıdır. Bu amaç doğrultusunda tesisin kurulum aşamasında panel yüksekliği, eğimi ve panel aralıkları özenle seçilmelidir (Zainol Abidin ve ark., 2021).

Agrivoltaik sistemle üretim yapmayı tercih eden üreticiler tarımsal üretimde kullanacağı ekipmanların tasarlayacakları agrivoltaik sistem ile uyumlu olmasına özen göstermelidir. Agrivoltaik sistemlerde meyve yetiştiriciliğinin planlanması halinde, yetiştiricilikte kullanılan yüksek destek yapılarının fotovoltaiik panellerin montajı için özel olarak dizayn edilmesi gerekmektedir (Mamun ve ark., 2022). Bu sayede paneller sayesinde hem güneş enerjisinden yararlanılabilir hem de üretim aşamasında bakım, budama, gübreleme, sulama gibi kültürel işlemler rahatlıkla yapılabilir.

Agrivoltaik sistemler yenilenebilir enerji kullanımını sürdürülebilir tarımsal üretim teknikleri ile birleştiren çevreci ve ekonomik bir üretim modeli olarak karşımıza çıkmaktadır (Agostini ve ark., 2021). Tesisin kurulum aşamasında yetiştirilecek ürün deseni ve kültürel faaliyetler dikkate alındığında uzun yıllar kullanılacak sürdürülebilir bir üretim yapılabilir. Bu araştırmada agrivoltaik sistemler ile yapılacak meyve yetiştiriciliğinde dikkat edilmesi gereken konular ele alınarak üreticilere önerilerde bulunulmuştur.

Agrivoltaik sistemler ile üretim yapılmaya karar verildiğinde tesis kurulum aşamasında; alan seçimi, güneş panellerinin tasarımı ve konumlandırılması, su yönetimi ve enerji yönetimi, gibi dikkat edilmesi gereken bazı konular bulunmaktadır (Abidin ve ark., 2022).

Alan Seçimi

Agrivoltaik bir sistemin tesisinde ilk adım sistemin uygun bir araziye konumlandırılmasıdır. Bu aşmada dikkat edilecek konuların başında arazinin güneşlenme potansiyelidir (Toledo ve Scognamiglio, 2021). Etkili bir tesis tasarımında agrivoltaik alanın güneş ışığına maruz kalma süresi ve yoğunluğu analiz edilmelidir. Bu sayede birim alanda elde edilecek güneş enerjisi hakkında net bilgiler elde edilebilir. Güneş panellerinin doğru konumlandırılması ile güneş ışığının panellere düşüş açısı ve süresi optimum bir hale getirilebilir. Güneş panellerinin konumlandırılmasında; yönlendirme açısı (azimut açısı), eğim açısı (Tilt açısı), gölgeleme, havalandırma gibi teknik özellikler dikkate alınmalıdır (Hafez ve ark., 2017).

Güneş panelleri güneşten en fazla ışık alacak şekilde konumlandırılmalıdır. Temel bir yaklaşımla kuzey yarım kürede bir tesis kurulacaksa panellerin güneye doğru; güney yarım kürede kurulacak bir tesiste ise kuzeye doğru bir yönlendirme açısına ihtiyaç duyulur.

Panellerin eğim (Tilt) açısı buldukları enleme ve farklı dönemlerdeki güneş ışığının açısına bağlı olarak belirlenmelidir. Genel bir teamüle göre panellerin eğim açısı bulunduğu yerin enlem derecesine yakın bir değerde olmalıdır. Ancak günümüzde teknolojik gelişmeler doğrultusunda güneşi takip eden sistemler geliştirilmiş ve güneş ışığından maksimum düzeyde yararlanılmaya başlanmıştır (Issaq ve ark., 2023).

Panel tesisinde dikkat edilmesi gereken bir diğer konu da gölgelemedir. Güneş panelleri gün içinde gölge düşmeyecek şekilde konumlandırılması gerekmektedir. Panellerin yakınında yer alan binalar, ağaçlar diğer yapılar gölgeleme yaparak panel verimliliğini düşürebilir. Panel yerleşimi potansiyel gölgeleme kaynaklarının analizi ile belirlenmelidir. Gölge analizi sayesinde farklı periyotlarda panellerin ne kadarlık bir bölümünün gölgede kalacağı belirlenebilir.

Panellerin verimlilikleri ısındıkça azalma eğilimindedir. Bu nedenle panel altında havalandırmaya olanak tanıyacak kadar bir alanın olması önemlidir. Özellikle agrivoltaik sistemlerde bu faktör dahada önemli bir hal almaktadır. Panel altında yetiştirilecek ürünün maksimum boyunu dikkate alınarak panel yükseklikleri ayarlanmalıdır (Dubey ve ark., 2013).

Kar yağışının fazla olduğu bölgelerde panellerin kar birikintilerinden nasıl temizleneceği konusu da sistemin sürdürülebilirliği açısından önemli bir konudur. Bu tarz bir iklimde yapılacak tesiste eğim faktörü dikkate alınmalıdır. Ayrıca rüzgârın yoğun olduğu alanlarda kurulan tesislerde panel ve montaj sistemlerinin rüzgâr yüklerine dayanacak özellikte tasarlanması gerekmektedir.

Güneş Panellerinin Tasarımı ve Yerleşimi

Agrivoltaik sistemlerde panellerin yüksekliği ve eğimi altında yetiştirilecek bitkilere göre ayarlanmalıdır. Bu aşamada yapılacak planlamalar sayesinde bitkilere zarar vermeden maksimum enerji üretim potansiyeli elde edilebilir. Paneller arası mesafenin gölgeleme etkisini minimize edecek şekilde planlanmalıdır. Gölge etkisi bitkilerin fotosentez mekanizmalarını olumsuz yönde etkileyebilir (Kumpanalaisatit ve ark., 2022).

Su Yönetimi

Agrivoltaik sistemler suyun etkili şekilde kullanılmasını hedefler. Bu nedenle agrivoltaik sistemler ile yapılan üretimde damla sulama gibi doğrudan kök bölgesine yapılan sulama yöntemleri tercih edilmelidir. Buna ilaveten bazı agrivoltaik sistemlerde yağmur suyu toplama üniteleri yer almaktadır. Toplaçlardan elde edilen yağmur suları damla sulama hattında kullanılarak sürdürülebilir bir döngü elde edilmektedir (Hussain ve ark., 2023).

Enerji Verimliliği ve Yönetimi

Agrivoltaik sistemlerde kullanılan panellerden elde edilen enerji miktarı günün belirli saatlerinde pik yapar. Bu sistemlerde kullanılan enerji depolama üniteleri sayesinde enerji depolanabilir ve gerekli görüldüğünde kullanılabilir. Depolanan bu enerji tarımsal uygulamalar ve üretim periyodunda ihtiyaç duyulan her türlü enerji gereksinimi için rahatlıkla kullanılabilir (Sarr ve ark., 2023).

Fotovoltaik Panellerin Boyutu

Panel boyutları, mevcut alanın büyüklüğüne ve projenin enerji ihtiyaçlarına göre seçilir. Büyük paneller daha fazla alanı kaplar ancak daha fazla enerji üretir, küçük paneller ise daha esnek yerleşim seçenekleri sunar. Agrivoltaik sistemler genellikle modüler tasarıma sahiptir, bu da sistemin farklı boyut ve şekillerdeki arazilere uyum sağlamasını kolaylaştırır. Panellerin yüksekliği, altındaki veya çevresindeki bitkilerin türüne ve büyüme özelliklerine göre ayarlanabilir. Yüksek yerleştirilen paneller, hem tarım makinalarının geçişine olanak tanır hem de bitkilere yeterli güneş ışığı ulaşmasını da sağlar (Jain ve ark., 2021).

Bitki Türleri ve Tarımsal Uygulamalar

Agrivoltaik sistemlerde farklı bitki türlerinin ışık gereksinimleri göz önünde bulundurularak paneller arası optimum aralıklar belirlenir. Bu aşamada tarımsal uygulamalara (ekim, bakım, hasat) müdahale etmeyecek şekilde bir düzenleme yapılır.

MEYVE YETİŞTİRİCİLİĞİNE ENTEGRASYON

Agrivoltaik sistemlerde meyve yetiştiriciliği son yıllarda kullanımın yaygınlaştığı bir üretim tekniğidir. Ancak koşullarda yapılacak bir üretim de dikkat edilmesi gereken bazı konular yer almaktadır. Bunlar arasında yetiştirme aşamasında kullanılacak destek yapılar, yükselticiler ön plana çıkmaktadır (Trommsdorff ve ark., 2022).

Meyve ağaçları doğası gereği kendi başlarına yetişebilen güçlü bitkilerdir. Ancak Agrivoltaik sistemlerde yapılan üretimde ağaçların normal şartlara göre daha düzgün gelişmesi panellerden maksimum düzeyde faydalanılması açısından önemli bir husustur. Meyve ağaçlarının paneller altında homojen bir gelişim göstermesi gölgelenme gibi faktörlerin

olumsuz etkilerini bertaraf etme noktasında önemlidir. Bu amaç doğrultusunda destek yapılarından yararlanır. Günümüzde kullanılan en yaygın destek yapıları trellis (Asma) sistemleri ve destek direkleridir.

Özellikle sarmaşık türündeki meyve ağaçları için, güneş panellerinin altında veya yanında yer alacak şekilde trellis sistemleri kurulabilir. Bu sistemler, ağaçların yatay olarak büyümesini sağlayarak, güneş ışığını daha etkin kullanmalarına ve aynı zamanda panellere gölge düşürmeden verimli bir şekilde meyve vermelerine olanak tanır. Asma bağları bu sistemle yönetilebilir (Almadhhachi ve ark., 2022).

Genç ağaçlar veya rüzgârın güçlü olduğu alanlardaki ağaçlar, doğru büyüme yönünü sağlamak ve kök sistemlerinin güçlenmesine yardımcı olmak için destek direkleriyle sabitlenebilir. Bu, ağaçların hem sağlıklı büyümesini sağlar hem de güneş panellerine zarar verme riskini azaltır.

Agrivoltaik sistemlerde, güneş panelleri ve meyve ağaçlarının bir arada etkili bir şekilde çalışabilmesi için yükselti düzenlemeleri önemlidir. Güneş panelleri, meyve ağaçlarının yetişkin boyutlarına ulaştığında bile, ağaçların üzerinde yeterli ışık alabilmesi için yeterince yüksek monte edilmelidir (Jain ve ark., 2021). Panel yüksekliğinin ayarlanabilir olması, ağaçların büyüme evrelerine göre düzenlemeler yapılabilmesine olanak tanır. Bu, özellikle hızlı büyüyen ağaç türleri için önemlidir. Ağaçlar, güneş panellerinin altında veya yanında, gölgeleme etkisini en aza indirecek ve her ağacın yeterli güneş ışığı almasını sağlayacak şekilde düzenlenmelidir. Bu, genellikle ağaçların ve panellerin yerleşim planını dikkatlice planlamayı gerektirir. Örneğin, panellerin arasındaki boşluk, güneşin en düşük olduğu zamanlarda bile ağaçların yeterli ışık almasına izin verecek şekilde ayarlanabilir.

Agrivoltaik Meyve Yetiştiriciliğinde Mikroklima Koşulları

Mikroklima belirli bir coğrafyada yer alan özel iklim koşullarıdır. Agrivoltaik sistemlerde mikroklima koşulları güneş panellerinin neden olduğu gölgeleme ve ışık dağılımı gibi faktörlere göre değişkenlik gösterir. Yetiştirme alanında bu tarz değişimler meyve ağaçlarını olumlu ve olumsuz yönde etkileyebilir (Mislán ve Helmuth, 2008).

Güneş panelleri, altındaki bitkilere düşen güneş ışığı miktarını azaltarak gölge oluşumuna yol açar. Sıcak ve kurak iklim bölgelerinde yapılan yetiştiricilikte panellerden kaynaklanan gölgeleme buharlaşmanın azalmasını sağlayarak bitkilerin strese girmesine engel olabilir. Bu sayede suyun daha etkili bir şekilde kullanımı sağlanmış olur. Agrivoltaik sistemlerde panel altında nem seviyesi daha fazladır (Yavari ve ark., 2022). Bu durum özellikle çiğ oluşumuna yol açar ve oramın daha nemli bir hal almasına yol açar. Panellerden kaynaklı oluşan gölge günün en sıcak saatlerinde bitkilerin bulunduğu alanda sıcaklık düşüşlerine neden olur. Bu sayede bitkilerin strese girmesinin önüne geçilir. Rüzgârlı havalarda paneller rüzgârın hızını ve yönünü değiştirerek doğrudan meyve ağaçlarına ulaşmasını engeller ve rüzgârın kurutucu etkisini azaltır. Bu sayede daha kolay ve başarılı tozlaşma elde edilir.

Agrivoltaik sistemlerde kullanılan panellerin meyveler üzerinde bazı olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Bunlardan biri gelişme döneminde yetersiz ışığa sebep olabilmesidir. Aşırı gölgeleme, özellikle gölgeye daha az toleranslı meyve türleri için fotosentez oranlarını

düşürebilir, bu da büyüme ve meyve veriminde azalmaya neden olabilir. Bir diğer olumsuz yanı da bitkilerin bulunduğu alanda aşırı nem düzeyleridir. Yüksek nem seviyeleri, bazı bitki hastalıklarının ortaya çıkması için uygun koşullar yaratabilir, bu da bitki sağlığını ve verimi olumsuz etkileyebilir (Weselek ve ark., 2019).

Agrivoltaik sistemlerde meyve yetiştiriciliğinde bu olumsuz koşullar sistem tasarımında önceden yapılan planlamalarla aşılabilir. Özellikle panellerin seçimi, konumlandırılması, havalanma durumu ve gölge analizi gibi yapılacak ön tetkikler ile sürdürülebilir bir üretim sağlanabilir.

SONUÇ

Sürdürülebilir tarım günümüzde artık kaçınılmaz bir hal almıştır. Geleneksel yöntemlerle yapılan tarımsal üretim toprakların kalite kriterlerinde azalmaya neden olmuş hatta birçok tarım toprağı aşırı sulama ve gübreleme gibi yanlış uygulamalar sonucunda tarım arazisi vasfını kaybetmiştir. Bu olumsuz durum tarla bitkileri yetiştiriciliğinde olduğu gibi bahçe bitkileri ve meyve yetiştiriciliği alanlarında da hızla artış göstermiştir.

Agrivoltaik sistemler ile yapılan tarımsal üretimde hem güneş panelleri sayesinde enerji elde edilmekte, hem de panellerin altında tarımsal üretim yapılabilmektedir. Meyve yetiştiriciliğinde kısıtlayıcı faktörlerin başında iklim özellikleri yer almaktadır. Agrivoltaik sistemler ile yapılan meyvecilikte panel altında oluşan mikroklima özelliği sayesinde bu sorun bazı meyveler için nispeten çözülebilir. Bu yöntem de su tüketiminin minimum olması da sürdürülebilir bir üretim açısından oldukça önemlidir.

Agrivoltaik sistemlerden optimum düzeyde yararlanılması tesisin kurulum aşamasında yapılacak mühendislik hesaplamaları ile mümkün olabilmektedir. Agrivoltaik tesisler planlanırken; arazi koşulları, güneşlenme durumu, sistemin çatı yüksekliği, yetiştirilecek meyve ağaçlarının fiziksel özellikleri ve üretim periyodu boyunca yapılması gereken kültürel işlemler dikkate alınmalıdır. Bu ön koşullara göre tasarlanmış bir tesiste üretim aşamasında daha az sorunla karşılaşacak ve sürdürülebilir bir üretim modeline geçiş sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

Abidin, M. A. Z., Mahyuddin, M. N., & Zainuri, M. A. A. M. (2022). Agrivoltaic Systems: An Innovative Approach to Combine Agricultural Production and Solar Photovoltaic System. Proceedings of the 11th International Conference on Robotics, Vision, Signal Processing and Power Applications, Singapore.

Agostini, A., Colauzzi, M., & Amaducci, S. (2021). Innovative agrivoltaic systems to produce sustainable energy: An economic and environmental assessment. Applied Energy, 281, 116102. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.116102>

Almadhhachi, M., Seres, I., & Farkas, I. (2022). Significance of solar trees: Configuration, operation, types and technology commercialization. Energy Reports, 8, 6729-6743. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.05.015>

Al-Shahri, O. A., Ismail, F. B., Hannan, M. A., Lipu, M. S. H., Al-Shetwi, A. Q., Begum, R. A., Al-Muhsen, N. F. O., & Soujeri, E. (2021). Solar photovoltaic energy optimization methods, challenges and issues: A comprehensive review. *Journal of Cleaner Production*, 284, 125465. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125465>

Barron-Gafford, G. A., Pavao-Zuckerman, M. A., Minor, R. L., Sutter, L. F., Barnett-Moreno, I., Blackett, D. T., ... & Macknick, J. E. (2019). Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus in drylands. *Nature Sustainability*, 2(9), 848-855.

Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F. N., & Leip, A. J. N. F. (2021). Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food*, 2(3), 198-209.

Dubey, S., Sarvaiya, J. N., & Seshadri, B. (2013). Temperature Dependent Photovoltaic (PV) Efficiency and Its Effect on PV Production in the World – A Review. *Energy Procedia*, 33, 311-321. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.egypro.2013.05.072>

Hafez, A. Z., Soliman, A., El-Metwally, K. A., & Ismail, I. M. (2017). Tilt and azimuth angles in solar energy applications – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 147-168. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.131>

Hussain, F., Maeng, S.-J., Cheema, M. J. M., Anjum, M. N., Afzal, A., Azam, M., Wu, R.-S., Noor, R. S., Umair, M., & Iqbal, T. (2023). Solar Irrigation Potential, Key Issues and Challenges in Pakistan. *Water*, 15(9), 1727. <https://www.mdpi.com/2073-4441/15/9/1727>

Issaq, S. Z., Talal, S. K., & Azooz, A. A. (2023). Empirical modeling of optimum tilt angle for flat solar collectors and PV panels. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(33), 81250-81266. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28142-3>

Jain, P., Raina, G., Sinha, S., Malik, P., & Mathur, S. (2021). Agrovoltaics: Step towards sustainable energy-food combination. *Bioresource Technology Reports*, 15, 100766. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100766>

Kumpanalaisatit, M., Setthapun, W., Sintuya, H., Pattiya, A., & Jansri, S. N. (2022). Current status of agrivoltaic systems and their benefits to energy, food, environment, economy, and society. *Sustainable Production and Consumption*, 33, 952-963. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.08.013>

Mamun, M. A. A., Dargusch, P., Wadley, D., Zulkarnain, N. A., & Aziz, A. A. (2022). A review of research on agrivoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 161, 112351. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112351>

Marshall, Z., & Brockway, P. E. (2020). A net energy analysis of the global agriculture, aquaculture, fishing and forestry system. *Biophysical Economics and Sustainability*, 5(2), 9.

Mislan, K. A. S., & Helmuth, B. (2008). Microclimate. In S. E. Jørgensen & B. D. Fath (Eds.), *Encyclopedia of Ecology* (pp. 2389-2393). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00520-6>

Muhie, S. H. (2022). Novel approaches and practices to sustainable agriculture. *Journal of Agriculture and Food Research*, 10, 100446. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100446>

Pehl, M., Arvesen, A., Humpenöder, F., Popp, A., Hertwich, E. G., & Luderer, G. (2017). Understanding future emissions from low-carbon power systems by integration of life-cycle assessment and integrated energy modelling. *Nature Energy*, 2(12), 939-945.

Sarr, A., Soro, Y. M., Tossa, A. K., & Diop, L. (2023). Agrivoltaic, a Synergistic Co-Location of Agricultural and Energy Production in Perpetual Mutation: A Comprehensive Review. *Processes*, 11(3), 948. <https://www.mdpi.com/2227-9717/11/3/948>

Schmela, M., Rossi, R., Lits, C., Chunduri, S. K., Shah, A., Muthyal, R., Moghe, P., Kalam, S., Jamkhedkar, A., Goel, S., & Saratchandra, P. (2023). Advancements in solar technology, markets, and investments – A summary of the 2022 ISA World Solar Reports. *Solar Compass*, 6, 100045. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.solcom.2023.100045>

- Schmitz, C., Van Meijl, H., Kyle, P., Nelson, G. C., Fujimori, S., Gurgel, A., ... & Valin, H. (2014). Land-use change trajectories up to 2050: insights from a global agro-economic model comparison. *Agricultural economics*, 45(1), 69-84.
- Toledo, C., & Scognamiglio, A. (2021). Agrivoltaic Systems Design and Assessment: A Critical Review, and a Descriptive Model towards a Sustainable Landscape Vision (Three-Dimensional Agrivoltaic Patterns). *Sustainability*, 13(12), 6871. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/12/6871>
- Trommsdorff, M., Dhal, I. S., Özdemir, Ö. E., Ketzer, D., Weinberger, N., & Rösch, C. (2022). Agrivoltaics: solar power generation and food production. In *Solar energy advancements in agriculture and food production systems* (pp. 159-210). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89866-9.00012-2>
- Gorjian, S., & Campana, P. E. (Eds.). (2022). *Solar energy advancements in agriculture and food production systems*. Academic Press.
- Weselek, A., Bauerle, A., Hartung, J., Zikeli, S., Lewandowski, I., & Högy, P. (2021). Agrivoltaic system impacts on microclimate and yield of different crops within an organic crop rotation in a temperate climate. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(5), 59. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00714-y>
- Weselek, A., Ehmann, A., Zikeli, S., Lewandowski, I., Schindele, S., & Högy, P. (2019). Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 39(4), 35. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0581-3>
- Willockx, B., Herteleer, B., & Cappelle, J. (2020a). Techno-economic study of agrovoltaic systems focusing on orchard crops. 37th EU PVSEC, Date: 2020/09/07-11, Proceedings.
- Willockx, B., Herteleer, B., & Cappelle, J. (2020b). Combining photovoltaic modules and food crops: first agrovoltaic prototype in Belgium. 18th International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'20) Granada (Spain), 1st to 2nd April 2020.
- Wydra, K., Vollmer, V., Busch, C., & Prichta, S. (2023). Agrivoltaic: Solar Radiation for Clean Energy and Sustainable Agriculture with Positive Impact on Nature. *IntechOpen*. doi: 10.5772/intechopen.111728
- Yavari, R., Zaliwciw, D., Cibin, R., & McPhillips, L. (2022). Minimizing environmental impacts of solar farms: a review of current science on landscape hydrology and guidance on stormwater management. *Environmental Research: Infrastructure and Sustainability*, 2(3), 032002. <https://doi.org/10.1088/2634-4505/ac76dd>
- Zainol Abidin, M. A., Mahyuddin, M. N., & Mohd Zainuri, M. A. A. (2021). Solar Photovoltaic Architecture and Agronomic Management in Agrivoltaic System: A Review. *Sustainability*, 13(14), 7846. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/14/7846>

SCREENING OF BIOCONTROL EFFECTS OF ENDOPHYTIC ROOT BACTERIA AGAINST *Rhizoctonia solani* IN POTATO PLANTS

ENDOFİTİK KÖK BAKTERİLERİNİN PATATES BİTKİSİNDE *Rhizoctonia solani* 'YE KARŞI BİYOKONTROL ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Mustafa AKBABA

İğdır üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7029-9461>

Tuba GENÇ KESİMCİ

İğdır üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2022-0193>

ÖZET

Besin değeri yüksek olan yumruları nedeniyle dünya çapında temel gıda olarak tüketilen patates (*Solanum tuberosum* L.), çok yıllık otsu bir bitki olmasına rağmen tarım alanlarında tek yıllık ürün olarak yetiştirilmektedir. Patates bitkilerinde yumru kalitesini ve pazar değerini düşüren çok sayıda viral, fungal ve bakteriyel hastalık etmeni bulunmaktadır. *Rhizoctonia solani* Kühn en önemli tohum ve toprak kaynaklı fungal patojenlerden biri olup, patatesten gövde kanseri ve siyah kabukluluk hastalığına neden olmaktadır. Hastalık etmeninin mücadelesi oldukça zor olmakta, hiçbir geleneksel yöntem bu hastalığı güvenilir bir şekilde kontrol edememektedir. Bununla birlikte hastalık etmenin mücadelesinde yararlı bakterilerin biyokontrol ajanları olarak kullanılması alternatif bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Yararlı bakterilerin önemli bir grubunu oluşturan endofitik bakteriler, bitkilerin içsel dokularını kolonize ederek, çeşitli mekanizmalarla bitki büyümesini arttırmakta, biyotik ve abiyotik stresin bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmaktadır. Bu çalışmada *in vitro* koşullarda endofitik kök bakterilerinin, *R. solani*'nin misel gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, patates yumrularından izole edilen *R. solani* AGR1 izolatına karşı tuz stresine maruz kalan domates bitkilerinin köklerinden izole edilen ve bitki gelişimini teşvik edici özellikleri (siderofor üretimi, fosfatı çözme aktivitesi, IAA üretimi ve nitrojen fiksasyon aktivitesi) önceki çalışmalarda belirlenmiş olan 54 endofitik bakteri izolatının biyokontrol özellikleri ikili kültür yöntemi ile test edilmiştir. Çalışmanın 7. gün sonuçlarına göre, test edilen bakteri izolatları arasında K14, K19, K78, K83, K154, K188 ve K193 izolatları etkili bulunmuş ve bu izolatların *R. solani*'nin misel gelişimini farklı oranlarda engellediği tespit edilmiştir. Bu endofitik bakterilerin inhibisyon oranlarına bakıldığında K193 izolatının % 47.84 inhibisyon oranıyla, *R. solani*'ye karşı en iyi performansı gösteren izolat olduğu belirlenmiştir. Patojenin misel gelişimi üzerine en düşük oranda etkili olan izolat ise % 4.71 inhibisyon oranı ile K19 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma, endofitik kök bakterilerinin *R. solani*'nin biyolojik mücadelesinde etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Patates, Biyolojik mücadele, *Rhizoctonia solani*, Endofitik bakteriler

ABSTRACT

Potato (*Solanum tuberosum* L.), being consumed as a staple food worldwide for its tubers with high nutritional value, is cultivated as an annual crop in agricultural areas, despite being a perennial herbaceous plant. Several viral, fungal, and bacterial pathogens reduce tuber quality and market value in potato plants. *Rhizoctonia solani* Kühn is one of the most important seed- and soil-borne fungal pathogens that causes root-rot, stem canker and black scuff diseases in potato. Control of the pathogen is difficult, and no traditional method can reliably control this disease. The use of beneficial bacteria as biocontrol agents is considered an alternative approach for controlling pathogens. Endophytic bacteria, which form an important group of plant-beneficial bacteria, colonize the internal tissues of plants and increase plant growth through various mechanisms, reducing the negative effects of biotic and abiotic stresses on plants. The objective of the present study was to determine the effects of endophytic root bacteria on *R. solani* mycelial growth *in vitro*. In this study, the biocontrol traits of 54 endophytic bacterial isolates from the roots of tomato plants exposed to salt stress against *R. solani* isolate AGR1 isolated from potato tubers were tested using the dual culture method. The plant growth-promoting traits (siderophore production, phosphate solubilization activity, IAA production, and nitrogen fixation activity) of these isolates have been determined in previous studies. According to the results on the 7th day of the study, isolates K14, K19, K78, K83, K154 K188 and K193 were found to be effective among the tested bacterial isolates, and these isolates inhibited the mycelial growth of *R. solani* at different rates. When the inhibition rates of these endophytic bacteria were examined, it was determined that the K193 isolate was the isolate with the best performance against *R. solani* with an inhibition rate of 47.84 %. The isolate with the lowest effect on mycelial growth of the pathogen was K19, with an inhibition rate of 4.71 %. This study showed that endophytic root bacteria can be used effectively in the biocontrol of *R. solani*.

Keywords: Potato, Biological control, *Rhizoctonia solani*, Endophytic bacteria

GİRİŞ

Besin değeri yüksek olan yumruları nedeniyle dünya çapında temel gıda olarak tüketilen patates (*Solanum tuberosum* L.), çok yıllık otsu bir bitki olmasına rağmen tarım alanlarında tek yıllık ürün olarak yetiştirilen önemli bir kültür bitkisidir. Anavatanı Güney Amerika olan patates, yüksek adaptasyon kabiliyetine sahip olması nedeniyle günümüzde yaklaşık 126 ülkede yetiştirilmektedir (Daşcı & Aslan, 2023). Çin, yıllık 95.570.055,48 tonluk patates üretimi ile Dünya’da ilk sırada yer alırken, Rusya, Hindistan, Ukrayna ve ABD patates üretimi içerisinde en fazla paya sahip olan diğer ülkeler olarak sıralanmaktadır (FAO, 2022). Dünya genelinde yetiştirilen patatesin yaklaşık yarısı taze olarak tüketilmekte, geri kalanı ise işlenmiş gıda ürünü, hayvan yemi, endüstriyel nişasta ve tohumluk olarak kullanılmaktadır (Öztürk & Polat, 2017).

Kafkaslar (Rusya) üzerinden 1800’lü yılların ortalarında Anadolu’ya gelen ve başlangıçta Karadeniz yaylaları ile Doğu Anadolu’da yetiştirildiği belirtilen patates ülkemizin her bölgesinde yetiştirilebilmektedir. Ülkemizde yaklaşık 150 yıllık bir yetiştirilme geçmişine sahip olan patates, günümüzde ülkemizin en önemli tarımsal ürünlerinden biri haline gelmiş; üretimi, endüstrisi, pazarlaması ve tüketimi ile başlı başına bir sektör haline dönüşmüştür. Ülkemiz sahip olduğu ekolojik şartların zenginliği ile yıl boyu patates üretimini mümkün olduğu ender ülkelerden birisidir (Öztürk & Polat, 2017). Türkiye’nin yıllık patates üretimi 5.700.000 tondur. Türkiye’nin patates üretiminde Niğde ili yıllık 757.480 ton’luk patates

üretimi ile ilk sırada yer alırken, bunu sırasıyla Kayseri, Afyonkarahisar, İzmir ve Konya illeri takip etmektedir (TUIK, 2023).

Patates üretiminde hastalık ve zararlıların neden olduğu verim ve kalite kayıpları üreticilerin karşılaştığı en önemli problemlerin başında gelmektedir. Patates bitkilerinde yumru kalitesini ve pazar değerini düşüren çok sayıda hastalık etmeni bulunmaktadır. Bu etmenler arasında bakteriler, funguslar, virüsler, viroidler ve fitoplazmalar yer almaktadır (Agrios, 2005). Fungal hastalıklardan biri olan *Rhizoctonia solani* Kühn (Eşeyli dönem: *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk) geniş bir konukçu dizisine sahip olup en az 200 bitki türünü enfekte etmektedir (Lehtonen et al., 2008). Gövde kanseri ve siyah kabukluluk hastalığına neden olan bu etmen patateste önemli nicel ve nitel kayıplara neden olmaktadır (Tsrör, 2010; Demirci & Döken, 2011; Kara & Arıcı, 2017). Nicel kayıplar, yumru boyutunu ve sayısını azaltan gövde, stolon ve kök enfeksiyonu nedeniyle meydana gelirken, nitel kayıplar şekilsiz yumru veya yumru kabuğundaki siyah renk değişiklikleri ile meydana gelmektedir (Kankam et al., 2021). Hastalık etmeni fungusun, ülkemizde patates üretiminin yoğun olarak yapıldığı İç ve Doğu Anadolu bölgelerinde yaygınlık gösterdiği rapor edilmiştir (Tuncer & Erdiler, 1990; Demirci & Döken, 1993). *R. solani*'nin tohum ve toprak kökenli olması, yumru ile kolay taşınması ve patojenin çok sayıda alternatif konukçusunun olması nedeniyle hastalık etmeninin mücadelesi oldukça zordur (Boosalis & Scharen, 1959; Kara & Arıcı, 2017). Bu patojenle mücadelede bitki atıklarının yok edilmesi, solarizasyon, ekim nöbeti ve fungusit uygulamaları önerilmektedir. Ancak fungusit uygulamalarının çevresel ve ekonomik nedenlerden dolayı uygulanmasının zor ve tehlikeli olması, patojenin fungusitlere karşı dayanıklılık oluşturması mücadelesini zorlaştırmaktadır (Çapar, 2012; Panth et al., 2020).

Konvansiyonel tarım şeklinin yaygınlaşmasıyla tarımda yoğun kimyasal kullanımının yol açtığı çevresel sorunlar küresel nitelikte sorunlara neden olmuş, bu durum sosyal ve ekonomik sorunları da beraberinde getirmiştir. Bu sorunlarla birlikte, gelecek nesiller için doğal kaynakları koruyan ve çevreye zarar vermeyen tarımsal üretim tekniklerinin kullanıldığı sürdürülebilir tarım anlayışı ortaya çıkmıştır (Eryılmaz & Kılıç, 2018). Dünya'da son yıllarda kullanılmaya başlayan sürdürülebilir tarım kavramının en belirgin tanımı, 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından 'Bugünkü kaynakların gelecek nesillere, kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneklerini tehlikeye atmadan aktarılması' olarak yapılmıştır (Saber, 2001). Sürdürülebilir tarımın devamlılığı için çevre sağlığı hayati önem taşımaktadır. Günümüzde çevre sağlığını korumak ve kimyasalların mevcut zararlarını azaltmak veya yok etmek için biyofumigasyon, biyogübre, biyoremidasyon ve biyopestisit kavramları oldukça popüler hale gelmiştir. Son yıllarda bitki hastalıklarının biyolojik mücadelesi için bitki büyümesini teşvik eden ve çeşitli bitki hastalıklarını kontrol altına alan bakterilerin kullanılması oldukça yaygındır (Latha et al. 2019; Akbaba & Genc Kesimci, 2023). Bu bakterilerin önemli bir alt-grubunu oluşturan endofitik bakteriler (EB); bitkilerin içsel dokularını kolonize ederek, çeşitli mekanizmalarla bitki büyümesini artırmakta, biyotik ve abiyotik stresin bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmaktadır (Akbaba & Özaktan, 2018; Altunlu, 2020). EB'lerin fungal patojenlere karşı etkili olduğu yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Berg & Hallmann, 2006).

Bu çalışmanın amacı bitki gelişimini teşvik edici özellikleri bilinen endofitik kök bakterilerinin, *in vitro* koşullarda *R. solani*'nin misel gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesidir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Test patojeni ve endofitik bakteri izolatları

Bu çalışma için test patojeni olarak, patates yumrularından izole edilen ve Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fitopatoloji laboratuvarı kültür koleksiyonunda bulunan *R. solani* AGR1 izolatı kullanılmıştır. Bu izolat, Patates Dekstroz Agar (PDA) içeren test tüpte 5°C'de depolanmaktadır. Ayrıca Iğdır ilinde 2021 yılında yapılan sörveylerde Tuzluca, Aralık, Karakoyunlu ve Merkez ilçelerinden toplanan tuz stresine maruz kalan domates bitkilerinin köklerinden izole edilmiş, ön tanı bilgileri, bitki gelişimini teşvik edici özellikleri (siderofor üretimi, fosfatı çözme aktivitesi, IAA üretimi ve nitrojen fiksasyon aktivitesi) ve tuz toleransı Akbaba & Özden (2023)'de belirlenmiş olan 54 endofitik bakteri izolatı kullanılmıştır. Ayrıca Triptik Soya Agar (TSA), King's medium B (KB), Nutrient Agar (NA) ve Nutrient Broth (NB) gibi besi ortamlarından bakteri kolonilerinin geliştirilebilmesi aşamasında yararlanılmıştır (Schaad et al., 2001).

In vitro'da fungal patojenlere karşı rizobakterilerin ikili kültür testleri

R. solani ile endofitik bakteri izolatları arasındaki antagonistik ilişkiyi belirlemek için ikili kültür yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde *R. solani* PDA içeren besi ortamında 7 gün geliştirilmiştir. Bununla birlikte rizobakteri izolatları da TSA besiyerinde 48 saat boyunca 24 ± 2°C'de geliştirilmiştir. Fungal izolatlara ait kültürlerden 5 mm çapında alınan 1 disk, PDA içeren petrielerin (9 cm) merkezine yerleştirilmiştir. Endofitik bakteri izolatları ise aynı anda petri kabının 1 cm içerisinden karşılıklı olacak şekilde ekim yapılmıştır. Petrieler 24 ± 2°C'de inkübasyona bırakılmıştır (Hang et al., 2005; Dönmez et al., 2015). Deneme 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Bakteri inokule edilmeyen, sadece fungus ekimi yapılan petrieler kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. *In vitro* deneme sonunda inhibisyon oranının ölçümü, *R. solani* AGR1 izolatının petri kapını tamamen kapladığı 7. günün sonunda yapılmıştır. İnhibisyon oranı (%), kontrol petrielerindeki fungus koloni yarıçapı ile bakteri inokulasyonu yapılan petrielerdeki fungus koloni yarıçapı ölçülerek, aşağıdaki formüle (1) göre % engelleme oranı hesaplanmıştır (Çubukçu, 2007).

$$\text{Engelleme oranı (\%)} = \frac{(\text{Kontroldeki fungus koloni yarıçapı} - \text{Uygulamadaki fungus koloni yarıçapı})}{\text{Kontroldeki fungus koloni yarıçapı}} \times 100$$

In vitro'da başarılı olan endofitik bakteri izolatlarının moleküler tanısı

In vitro test sonuçlarına göre *R. solani*'ye karşı başarılı bulunan EB'lerin moleküler tanısı, 16S rRNA gen bölgesine göre tasarlanmış, universal primerler 27F (5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3') ve 1492R (5'-CTACGGCTACCTTGTACGA-3') kullanılarak yapılmıştır (Hou et al., 2018). PCR için DNA ekstraksiyonu ticari DNA ekstraksiyon kiti (BS423 - Biobasic, Canada) kullanılarak yapılmıştır. EB kültürleri, TSA besiyerinde 24-48 saat 25 °C'de gelişmeleri için inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen EB kültürleri steril saf su ile süspansiyon edilerek DNA ekstraksiyonu için uygun yoğunlukta (OD600nm, 0.1) hazırlanmıştır. Akbaba & Ozaktan, (2018) tarafından optimize edilmiş PCR protokolü ve EB'lerden ekstrakte edilmiş DNA örnekleri kullanılarak reaksiyon gerçekleştirilmiştir. PCR ürünleri, RedSafeT (2000x, iNtRON Biotechnology) nükleik asit boyama solusyonu ile boyanmış, 0.5 x TAE buffer (50xTrisacetate-EDTA, Fermentas) içeren % 1,5'lik agaroz jelde, 80 V'ta 90 dk boyunca yürütülmüştür. GeneRulerTM100 bp DNA ladder (Fermentas) kullanılarak, 1465 bp ortaya çıkan bantlar UV ışık altında görselleştirilmiştir. PCR ürünlerinin pürifikasyon ve Sanger dizileme işlemleri Macrogen (Hollanda) şirketi tarafından gerçekleştirilmiştir. Sekansların temizlenmesi ve düzenlenmesi Geneious Prime (Version 2024.0.1) ile yapılmıştır. DNA sekansları, BLASTn software

(<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/>) kullanılarak GenBank sekansları ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışmadaki EB'lere ait 16S rRNA sekansları, GenBank database içerisine erişim numaraları ile kayıt edilmiştir.

İstatistiksel analizler

Çalışmada elde edilen veriler SPSS (IBM SPSS Statistics, version 18.0) istatistik programında analize tabi tutulmuştur. Uygulamalar arasında fark olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile belirlenmiş olup, bu belirlenen farklılıklar için gruplara ayrılma işlemi DUNCAN çoklu karşılaştırma testi kullanılarak yapılmıştır ($p < 0.05$).

SONUÇ VE TARTIŞMA

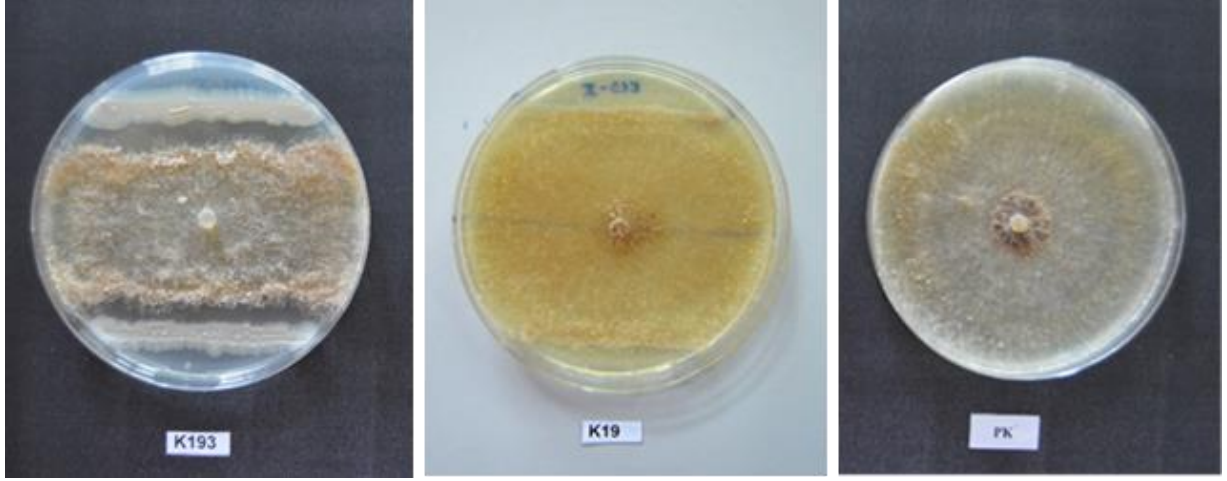
Çalışmada test edilen 54 endofitik bakteri izolatı arasında K14, K19, K78, K83, K154, K188 ve K193 izolatları etkili bulunmuştur. Çizelge 1'de sunulduğu gibi bu izolatların *R. solani* AGR1 izolatının misel gelişimini % 4.71- 47.85 arasında değişen düzeylerde engellediği tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Endofitik bakteri uygulamalarının *Rhizoctonia solani*'ye karşı *in vitro* da biyokontrol etkileri

İzolat Kodu	Bakteri Koloni Yarıçapı Ortalama(cm)	Fungus Koloni Yarıçapı Ortalama(cm)	İnhibisyon oranı (%)
K14	0,43	3,90±0,068 c*	8,24
K19	0,35	4,05±0,022 d	4,71
K78	0,42	3,93±0,042 cd	7,45
K83	0,35	3,97±0,055 cd	6,67
K154	0,48	3,70±0,036 b	12,94
K188	0,45	3,93±0,033 cd	7,45
K193	0,57	2,22±0,060 a	47,84
K7, K8, K9, K11, K12, K13, K18, K20, K27, K31, K32, K39, K40, K41, K62, K63, K65, K69, K70, K71, K72, K73, K76, K84, K97, K98, K99, K103, K104, K105, K106, K114, K115, K116, K117, K127, K128, K134, K135, K138, K147, K158, K160, K161, K170, K185, K192	Belirlenmedi	4,25±0,000 e	0,00
Kontrol	0,00	4,25±0,000 e	0,00

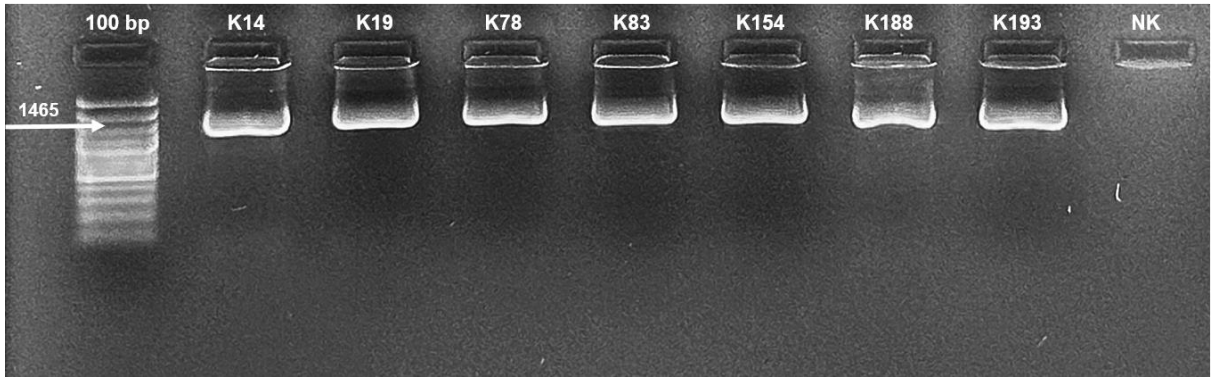
*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P < 0.05$ 'e göre önemsizdir.

Endofitik bakteri uygulamalarından, K193 kodlu izolatın % 47.84 inhibisyon oranıyla, *R. solani*'ye karşı en iyi performansı gösteren izolat olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Benzer şekilde patojenin misel gelişimi üzerine en düşük oranda etkili olan izolat ise % 4.71 inhibisyon oranı ile K19 kodlu izolat olarak tespit edilmiştir.



Şekil 1. Endofitik bakteri uygulamalarının *Rhizoctonia solani*'nin misel gelişimi üzerine etkisi

In vitro denemelerde kullanılan ve *R. solani*'ye karşı biyokontrol etkiye sahip olan 7 izolatın 16s rDNA bölgesine göre tasarlanan 27F-1492R primerleri kullanılarak moleküler düzeyde tanıları gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. 16s rRNA gen bölgesi için elde edilen PCR ürününün jel görüntüsü (NK: Negatif Kontrol)

Bu izolatlara ait ön tanı testleri ve sekans analizi sonuçlarına göre, Çizelge 2' de görüldüğü gibi K14 izolatı *Serratia liquefaciens*, K78 ve K83 izolatları *Enterobacter ludwigii*, K154 izolatı *Enterobacter cloacae* ve K193 izolatı ise *Bacillus mojavensis* olarak tanılanmıştır. K19 ve K188 izolatlarının ise sekans analizi sonucunda düşük kalitede sekanslar elde edilmesi nedeni ile moleküler düzeyde tanıları yapılamamıştır.

Çizelge 2. Endofitik bakteri izolatları NCBI blast bilgileri ve erişim numaraları

Kodu	NCBI erişim numarası	NCBI'da eşleştiği tür ve erişim numarası	Benzerlik(%)
K14	PP455485	<i>Serratia liquefaciens</i> strain CIP 103238 (NR_042062.1)	99.62
K78	PP455486	<i>Enterobacter ludwigii</i> strain EN-119 (NR_042349.1)	99.64
K83	PP455487	<i>Enterobacter ludwigii</i> strain EN-119 (NR_042349.1)	99.32
K154	PP455488	<i>Enterobacter cloacae</i> strain NBRC 13535 (NR_113615.1)	98.16
K193	PP455489	<i>Bacillus mojavensis</i> strain NBRC 15718 (NR_112725.1)	96.79

Agrobacterium, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia*, *Stenotrophomonas*, *Streptomyces* ve *Xanthomonas* dahil olmak üzere çok sayıda bakteri cinsine ait türlerin, fungal ve bakteriyel patojenlere karşı farklı etki mekanizmaları kullanarak bitkileri hastalıktan koruma aktivitesine sahip olduğu bilinmektedir (Bonaterra et al., 2022). Bu çalışmada tanısı yapılan ve *R. solani*'ye karşı biyokontrol etki

gösteren bakteri izolatları da, *Bacillus*, *Serratia* ve *Enterobacter* cinsleri içerisinde yer almaktadır.

Büyüme teşvik etme ve bitki hastalıklarının kontrolünü sağlama yeteneğine sahip endofitik bakteriler, biyolojik mücadelede ve sürdürülebilir tarımda başarılı olabilir (Pirttilä et al., 2021). Bu kapsamda çalışmamızda, biyolojik mücadele açısından önemli bakteri cinsleri içerisinde yer alan 7 endofitik bakteri izolatının *in vitro* koşullarda *R. solani*'nin misel gelişimini sınırladığı tespit edilmiştir. Patatesden izole edilen endofitik bakterilerin, toprak kökenli patates patojenleri *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae*, *Streptomyces scabies* ve *Ralstonia solanacearum*'a karşı ikili kültür yöntemiyle değerlendirildiği benzer bir çalışmada, bu patojenlere karşı yüksek derecede antagonistik aktiviteye sahip bakterilerin *Bacillus subtilis*, *Bacillus mojavensis* ve *Klebsiella variicola* türlerine ait izolatlar olduğu rapor edilmiştir (Shirazi et al., 2022). Domates ile ilişkili rizobakteri izolatlarının antimikrobiyal etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada, *Rhizoctonia* kök çürüklüğü hastalık şiddetini azaltan en etkili bakterilerin *Bacillus thuringiensis* B2, *Bacillus subtilis* B8 ve B10, *Enterobacter cloacae* B16, ve *Bacillus amyloliquefaciens* B21 izolatları olduğu rapor edilmiştir (Abdeljalil et al., 2016). Ayrıca çalışmamızda *R. solani*'nin milselyal gelişimini sınırlayan *Serratia liquefaciens*'in *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinerea* ve *Alternaria alternata* dahil olmak üzere çeşitli fitopatojenik funguslara karşı antifungal aktivite gösterdiği rapor edilmiştir (Michail et al., 2022). *Serratia* spp.'nin uyarılmış sistemik direncin (ISR) aktivasyonu yoluyla bir bitkinin çeşitli fitopatojenlere karşı savunma mekanizmalarını tetiklediği bildirilmiştir (Kshetri et al., 2019). Bu çalışma ve literatürdeki örnekleri incelendiğinde, endofitik bakterilerin *R. solani*'nin biyolojik mücadelesinde etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir. Ayrıca endofitik bakteri izolatlarından bazılarının bitki gelişimini teşvik edici özelliklerinin de oldukça iyi olduğu önceki çalışma sonuçlarında tespit edilmiştir (Akbaba & Özden, 2023). İzolatların moleküler tanımlarının tamamlanmasının ardından, *in vivo* koşullarda *R. solani*'ye karşı etkilerinin belirlenmesi gelecekteki çalışmalar arasında planlanmıştır. Tarımın sürdürülebilirliği için, çevre sağlığını, doğal dengeyi korumak ve kimyasalların mevcut zararlarını azaltmak veya yok etmek gereklidir. Bu nedenle biyogübre, biyoremidasyon ve biyopestisit gibi konulara odaklanılmalıdır.

KAYNAKLAR

Abdeljalil, N.B., Vallance, J., Gerbore, J., Bruez, E., Martins, G., Rey, P., & Daami-Remadi, M. (2016). Biocontrol of *Rhizoctonia* root rot in tomato and enhancement of plant growth using rhizobacteria naturally associated to tomato. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, 7(6), 356.

Agrios, G.N. (2005). How plants defend themselves against pathogens. In: *Plant Pathology*, (Ed., Agrios G. N.) Elsevier Academic Press, London. pp 207-248.

Akbaba, M., & Genc Kesimci, T. (2023). Domateste toprak kökenli fungal patojenlerin mücadelesinde rizobakterilerin kullanılma potansiyeli. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 60(4), 705-721. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.1342790>

Akbaba, M., & Özaktan, H. (2018). Biocontrol of angular leaf spot disease and colonization of cucumber (*Cucumis sativus* L.) by endophytic bacteria. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28, 14. doi: 10.1186/s41938-017-0020-1

Akbaba, M., & Özden, E. (2023). Salt tolerance of endophytic root bacteria and their effects on seed germination and viability on tomato plants. *Brazilian Journal of Microbiology*, 54, 3147–3162. <https://doi.org/10.1007/s42770-023-01127-7>

Altunlu, H. (2020). Tuz stresi altındaki biberde (*Capsicum annuum* L.) mikoriza ve rizobakteri uygulamasının bitki gelişimi ve bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57 (4), 501-510. doi: 10.20289/zfdergi.655491

Berg, G., & Hallmann, J. (2006). Control of plant pathogenic fungi with bacterial endophytes. In: Schulz, B.J.E., Boyle, C.J.C., Sieber, T.N. (eds) *Microbial Root Endophytes*. *Soil Biology*, vol 9. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-33526-9_4.

Bonaterre, A., Badosa, E., Daranas, N., Francés, J., Roselló, G., & Montesinos, E. (2022). Bacteria as biological control agents of plant diseases. *Microorganisms*, 10(9), 1759. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10091759>

Boosalis, M.G., & Scharen, A.L. (1959). Methods for microscopic detection of *Aphanomyces euteiches* and *Rhizoctonia solani* and for isolation of *Rhizoctonia solani* associated with plant debris. *Phytopathology*, 49, 192-198.

Çapar, E. (2012). Patateste farklı sklerot düzeylerinin *Rhizoctonia solani* infeksiyonlarındaki rolünün ve hastalıkla mücadelede yumru ilaçlamalarının etkinliğinin araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Yüksek Lisans Tezi, Adana, 71 s.

Daşcı, E., & Aslan, İ. (2023). Su ve azot uygulamalarının patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say) ve doğal düşman popülasyonuna etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(1), 15-21. <https://doi.org/10.5152/AUAF.2023.220404>

Demirci, E., & Döken, M. T. (2011). Erzurum yöresinde gövde kanseri ve siyah kabukluluk hastalığının (*Rhizoctonia solani* Kühn) patates tarla ve depolarında yaygınlığı ve hastalık oranları ile etmenin kışlama yollarının belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2), 11-20.

Demirci, E., & Döken, M.T. (1993). Anastomosis group and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* Kühn isolates from potatoes in Erzurum. *Journal of Turkish Phytopathology*, 22, 95-102.

Dönmez, M.F., Uysal, B., Demirci, E., Ercişli, S. & Çakmakçı, R. (2015). Biological control of root rot disease caused by *Rhizoctonia solani* Kühn. on potato and bean using antagonist bacteria. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 14 (5), 29-40

Eryılmaz, G.A., & Kılıç, O. (2018). Türkiye’de sürdürülebilir tarım ve iyi tarım uygulamaları. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(4), 624-631.

FAO, (2022). Production of Potatoes: top 10 producers. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> (Erişim Tarihi: 04 Mart 2022).

- Hang, N.T.T., Oh, S.O., Kim, G.H., Hur, J.S., & Koh, Y.J. (2005). *Bacillus subtilis* S1-0210 as a biocontrol agent against *Botrytis cinerea* in strawberries. *The Plant Pathology Journal*, 21(1), 59-63.
- Hou, Q., Bai, X., Li, W., Gao, X., Zhang, F., Sun, Z., & Zhang, H. (2018). Design of Primers for Evaluation of Lactic Acid Bacteria Populations in Complex Biological Samples. *Frontiers in microbiology*, 9, 2045. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02045>
- Kankam, F., Larbi-Koranteng, S., & Adomako, J. (2021). *Rhizoctonia* disease of potato: Epidemiology, toxin types and management. *Egyptian Journal of Phytopathology*, 49(1), 197-209.
- Kara, A., & Arıcı, Ş.E. (2017). Patateste *Rhizoctonia solani*'ye karşı in vivo koşullarında gama ışını uygulamasının etkinliğinin belirlenmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(1), 148-159.
- Kshetri, L., Naseem, F., & Pandey, P. (2019). Role of *Serratia* sp. as biocontrol agent and plant growth stimulator, with prospects of biotic stress management in plant. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Sustainable Stress Management: Volume 2: Rhizobacteria in Biotic Stress Management*, 169-200.
- Latha, P., Karthikeyan, M., & Rajeswari, E. (2019). Endophytic bacteria: prospects and applications for the plant disease management. *Plant Health Under Biotic Stress: Volume 2: Microbial Interactions*, 1-50.
- Lehtonen, M.J., Somervuo, P. & Valkonen, J.P.T. (2008). Infection with *Rhizoctonia solani* induces defense genes and systemic resistance in potato sprouts grown without light. *Phytopathology*, 11, 1190-1198.
- Michail, G., Reizopoulou, A., & Vagelas, I. (2022). Evaluation of the biocontrol efficacy of *Serratia proteamaculans* and *S. liquefaciens* isolated from bats guano pile from a subterrestrial cave (Greece). *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya (Agricultural Biology)*, 57, 566–578.
- Öztürk, E., & Polat, T. (2017). Tohumluk patates yetiştiriciliği ve önemi. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 32(1), 99-104. <https://doi.org/10.28955/alinterizbd.285638>
- Panth, M., Hassler, S.C., & Baysal-Gurel, F. (2020). Methods for management of soilborne diseases in crop production. *Agriculture*, 10 (425), 1-16.
- Pirttilä, A.M., Mohammad Parast Tabas, H., Baruah, N., & Koskimäki, J.J. (2021). Biofertilizers and biocontrol agents for agriculture: How to identify and develop new potent microbial strains and traits. *Microorganisms*, 9(4), 817.
- Saber, M.S.M. (2001). Clean biotechnology for sustainable farming. *Engineering in Life Sciences*, 1(6), 217-223.
- Schaad, N.W., Jones, J.B. & Chun, W. (2001). Laboratory guide for the identification of plant pathogenic bacteria. American Phytopathological Society (APS Press). 3rd Edition, St. Paul, 373 pp.

Shirazi, K., Ketabchi, S., & Kargar, M., (2022). Screening of endophytic bacteria from potato tubers and their antagonistic activity against soil-borne potato pathogens. *Journal of Biological Research - Bollettino della Società Italiana di Biologia Sperimentale* 96. <https://doi.org/10.4081/jbr.2023.10625>

Tsrer, L. (2010). Biology, epidemiology and management of *Rhizoctonia solani* on potato. *Journal of Phytopathology*, 158(10), 649-658.

TUIK, (2023). Bitkisel Üretim İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 4 Mart 2023)

Tuncer, G., & Erdiler, G. (1990). The identification of *Rhizoctonia solani* Kuhn. Anastomosis groups isolated from potato and some other crops in central anatolia. *Journal of Turkish Phytopathology*, 19, 89-93.

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİNİN İNOVASYON SÜREÇLERİ ve TÜRKİYE MODELİ

INNOVATION PROCESSES OF AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY and TURKEY MODEL

İbrahim YILDIZHAN

Iğdır University, Graduate Education Institute, Iğdır, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-6611-088X>

Baris EREN

Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Iğdır,
Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3852-6476>

ÖZET

İnovasyon kavramı son yirmi beş yılda evrimsel modele ve sistem odaklılığına doğru gelişmektedir. Çünkü, inovasyon kavramı farklı aktörlerin birbirleriyle kurdukları etkileşimi sonucu doğrultusunda ortaya çıkmaktadır. İnovasyon, kelime anlamı olarak mevcut durumu geliştirme veya tamamen yeni bir yaklaşım geliştirme süreci olarak ifade edilmektedir. Tarımsal faaliyetler insanlığın varoluş ve varlığını devam ettirmedeki en önemli amacı olduğu ve artan dünya nüfusunun beslenmesi için geliştirilmesi gereken öncelikli alan olduğu unutulmamalıdır. Yanlış tarım faaliyetleri sonucu oluşabilecek gıda krizi ve artan nüfusun beslenmesinde umut olacak en önemli gelişme hiç şüphesiz biyoteknolojik yöntemler olduğu bilinmektedir. Biyoteknoloji terimi, tarımda doğal kaynak eksikliğinden yada yanlış tarımsal faaliyetler sonrası oluşan gıda, sağlık ve enerji açığını kapatma yeteneğine sahip teknolojilerin tümünü ifade etmektedir. Bu teknolojiler tıbbi, endüstriyel, çevresel ve tarımsal sektörlerle doğrudan bağlantılıdır.

İnovasyon sistemi, küçük veya büyük, kamu veya özel firmalar, üniversiteler ve kamu kurumları tarafından bilim ve teknoloji üretilmesini amaçlayarak, ulusal sınırlar içindeki kurum, kuruluş ve firmalar arasındaki etkileşimle ortaya çıkan yeni bilimsel ve teknolojik gelişmelerin düzenlenmesini, finanse edilmesini ve korunmasını sağlar. Bu gelişmeler, söz konusu kuruluşlar arasındaki etkileşimin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Türkiye, biyoteknoloji ve inovasyon alanlarında önemli adımlar atmış ve hızla gelişen bir ekosisteme sahip olmuştur. Bununla birlikte, Türkiye'nin biyoteknoloji ve inovasyon alanındaki potansiyelini tam anlamıyla realize etmesi için daha fazla Ar-Ge yatırımı, eğitim olanakları ve işbirliği imkanları sağlanması gerekmektedir. Türkiye'nin biyoteknoloji ve inovasyon modeli, kamu-özel sektör işbirliği, üniversite-sanayi işbirliği ve girişimcilik ekosistemi gibi unsurları içermelidir. Bu şekilde, Türkiye biyoteknoloji ve inovasyon alanında daha fazla büyüme ve kalkınma sağlayabilir, yerel ve küresel düzeyde rekabet gücünü artırabilir.

Anahtar Kelimeler: Tarımsal Biyoteknoloji; İnovasyon; Ar-Ge

ABSTRACT

Over the past twenty-five years, the concept of innovation has evolved towards an evolutionary model and systems orientation. This is because the concept of innovation emerges from the interaction of different actors. Innovation is literally defined as the process of improving the current situation or developing a completely new approach. It should not be forgotten that agricultural activities are the most important purpose of humanity for the continuation of its existence and survival, and that it is the priority area to be developed in order to feed the growing world population. It is well known that biotechnological methods are undoubtedly the most important development that will be the hope for the food crisis that may occur as a result of wrong agricultural activities and feeding the growing population. The term biotechnology refers to all the technologies that have the ability to fill the food, health and energy deficit caused by the lack of natural resources in agriculture or after incorrect agricultural activities. These technologies are directly related to the medical, industrial, environmental and agricultural sectors.

The innovation system aims at the production of science and technology by small or large, public or private firms, universities and public institutions, ensuring the regulation, financing and protection of new scientific and technological developments that emerge through the interaction between institutions, organisations and firms within national borders. These developments emerge as a result of the interaction between these organisations. Turkey has taken important steps in the fields of biotechnology and innovation and has a rapidly developing ecosystem. However, in order for Turkey to fully realise its potential in biotechnology and innovation, more R&D investments, training opportunities and cooperation opportunities need to be provided. Turkey's biotechnology and innovation model should include elements such as public-private sector co-operation, university-industry co-operation and entrepreneurship ecosystem. In this way, Turkey can achieve further growth and development in biotechnology and innovation and increase its competitiveness at local and global level.

Key Words: Agricultural Biotechnology; Innovation; R&D

GİRİŞ

Günümüzde son yirmi beş yılda inovasyon terimi evrimsel modeller ile sistem odaklılığı arasında gelişmektedir. Çünkü, inovasyon dönemi farklı faktörlerin birbirleriyle kurdukları etkileşimin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Geels, 2004). İnovasyon sisteminin belirmesinde oldukça önemli bir statüde olan Lundvall'a göre öğrenme ile bu süreçlerin etkileşiminde aktörler önemli bir yere sahiptir (Lundvall, 2008).

İnovasyon teorileri ve bu teorilerin faaliyete girmesi ile gelişen sistemler, artan bir ivmeyle ve karmaşıklıkla, en alt basamakta yer alan firma veya girişimcilerden başlayarak en üst basamakta yer alan kurumlar, insan kaynakları ve hükümet programları gibi sistemlere kadar uzanmaktadır (Porter, 1985).

İnovasyona dayalı kalkınma literatüründe, gelişmemiş veya gelişmekte olduğu düşünülen ülkelerdeki işletmelerin kurumsal Ar-Ge yetkinlik dereceleri ile sahip oldukları patent sayıları arasında önemli bir fark olmadığı gerçeğine önemli ölçüde vurgu yapılmaktadır. Yenilikçi işletmelerin sayısındaki artış, ulusların ekonomik kalkınmasında önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir (OECD, 2005). Ayrıca, firmaların teknoloji ve inovasyon faaliyetlerinin değerlendirilmesine yönelik araştırmalar da bu ilişkinin bir sonucu olarak ağırlık kazanmaktadır. Makro düzeydeki sistemlerde oluşmakta olan araştırma, geliştirme ve

yenilikçi eko-sistemler henüz gelişme sürecindeyken, mikro düzeydeki işletmeler teknolojik açıdan daha ileri ve yaratıcıdır.

Translated with DeepL.com (free version)Bu bilgiler doğrultusunda Ulusal İnovasyon Sistemi'ni açıklamak gerekirse; Kamu veya özel firmaların küçük veya büyüklüğüne bakılmaksızın, üniversite ve kamu kurumlarının etkileştiği ulusal sınırlar, kurum, kuruluş ve firmalar arası bu etkileşimler sonucu ortaya çıkan yeni teknolojik ve bilimsel gelişmelerin finansal kaynakları, teknik, ticari, yasal ve sosyal çerçevesi olarak tanımlanmaktadır (Freeman, 1987; Lundvall, 1988; Lundvall, 1992; Nelson, 1993).

Biyoteknolojik İnovasyon Sistemleri

- Biyoteknolojinin belirli bir alanda gelişip büyümesi için belirli kurumsal yetkinliklerin ve inovasyon sistemlerinin olması gerekmektedir. Bu yetkinlikler ve sistemler arasında;
- Temel araştırmalara yönelik ulusal desteğin büyüklüğü ve kapsamı,
- Sektördeki önemli yurtdışı araştırma enstitüleri ile ilişkiler.
- Temel bilimler ve diğer bilimsel alanlarda ulusal düzeyde eğitim.
- Araştırma kurumlarının, araştırmalarından elde ettikleri bulguları ticarileştirme kapasitesi.
- Uzmanların akademik dünya ile iş dünyası arasındaki hareketi.
- Risk sermayesi piyasasının büyüklüğü.
- Hükümetlerin ve kuruluşların teknolojiyi dağıtma sürecindeki başarıları.
- Birbiriyle bağlantılı sektörlerdeki teknoloji birikiminin boyutu.
- En ileri teknolojiyi üretebilen ve tüm dünyada tanınan saygın profesörlere ve araştırmacılara sahip üniversiteler.
- Hem aktif hem de iyi işleyen risk sermayesi yapıları.
- Hem hızlı hem de başarılı patent ofisleri.
- En son gelişmelere ayak uydurabilen düzenleyici kurumlar.
- İleri biyoteknoloji alanında işbirliği.
- Kamu test ve araştırma laboratuvarları.
- Biyoteknoloji ürünlerine duyarlı bilinçli müşteriler.
- Çiftçiler tarafından kullanılanlardan daha sofistike olan tarımsal prosedürler.
- Biyoteknoloji alanında çok sayıda yüksek teknolojiye küçük ve orta ölçekli işletme bulunmaktadır.
- Yeni gelişmeleri kısa sürede test edip onaylayabilen sağlık ve değerlendirme kuruluşları.
- Aralarından seçim yapabileceğiniz bilimsel parklarımız ve bölgelerimiz var (Nelson, 1997).

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ

Tarımsal biyoteknolojide avantajların kısa süreli ve gözlemlenebilir olması ve artan dünya nüfusunun gıda ihtiyaçlarına yetişilememesi, tarımsal biyoteknolojinin ortaya çıkmasını sağlayan en önemli etkenler olarak sıralanmaktadır. Günümüzde ise, Genetiği değiştirilmiş (GD) teknolojisinin tarımsal biyoteknoloji uygulamalarının dünyadaki canlı çeşitliliği üzerindeki oluşturabileceği olumsuz risk olasılıkları ve toplum öngörülerini biyoteknolojik çalışmalar önündeki büyük engeller arasında gösterilmektedir. Bu olumsuzluklara rağmen günümüzde GD'li tarımsal ürünlerin üretimi çok büyük rakamlara ulaşmıştır.

GD'li ürünler üzerindeki çalışmalar ilk kez ABD kökenli büyük şirketler tarafından start verilmiştir. Tarımsal denemeleri ise 1985 yılında olmuştur. Ticari anlamdaki ekimler ise 1996

yılında başlamıştır. GD'li ürünlerin dünya üzerindeki ülke dağılımına bakılacak olunursa; Çin, Brezilya, Arjantin, Kanada, ABD, Pakistan ve Hindistan gibi yüksek nüfuslu ülkelerde yapılmaktadır. Özellikle ülke ekonomisine büyük katkı sağlayan yağlı tohumlar, soya fasülyesi ,mısır, pamuk gibi besinlerin üretimi GD'li besinler arasında en yüksek yeri tutmaktadır (OECD, 2009).

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİNİN UYGULAMA ALANLARI VE ÜRÜNLERİ

Bu ürünleri gıda, yem içerikleri, sanayi ürünler, elyaf gibi ürünleri elde etmek için yetiştirilen bitki ve hayvanlarda istenilen özelliklere sahip olunmasında, geleneksel çaprazlama yöntemleri ve biyoteknolojik çalışmaların kullanımı son 20 yıl içinde önemli gelişme alanına sahip olmuştur (OECD, 2009).

Bu amaçlar için yetiştirilen tarımsal bitkilerin istenilen karakterdeki özelliklerin ortaya çıkması için birincil modern biyoteknolojik yöntemleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

✓ Bu yöntemler içinde birinci sırada kendi aralarında döllenerek çoğalamayan türler arasında, genetik değişiklikler yapılarak yapay melezlemenin oluşturulmasıdır. Günümüzde de devam etmekte olan tarımsal biyoteknoloji alanında, bitkiler üzerinde yapılan genetiği değiştirilme çalışmaları bazı ülkeler de yüksek bir ticari alana sahiptir.

✓ İkinci sırada yer alan uygulama ise gen karışımı uygulaması ile genetik yapıyı değiştirmeye dayanır. Bu türler arasında gerekli özellik kombinasyonlarını elde etmek için, biyoteknologlar deneysel bağlamlarda gerekli gen karışımları üzerinde kontrol uygulayabilmektedir. Bunu yapmak için iki farklı yöntem kullanılmaktadır. İlk yöntemde genler, kesme enzimleri olarak da bilinen restriksiyon enzimleri aracılığıyla daha küçük parçalara ayrılır. Daha sonra bu parçalar, mutasyon yoluyla istenen özelliği üretmek için DNA ligaz enzimi aracılığıyla çeşitli şekillerde birleştirilir. İkinci yöntemde gen kesme ve yeniden birleştirme amacıyla sırasıyla DNase 1 enzimi ve polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) metodolojisi kullanılır (Wikipedia, 2013). Bir tarımsal ürünün, istenilen bir çeşidinin geleneksel eşleştirmelerle ortaya çıkması için 25 yıl sürerken, DNA içerikli sistemler ile bu 7 ile 10 yıla kadar geriletebilir (ISAAA, 2006a).

✓ Üçüncü sırada yer alan yöntem ise, genetik metaryale dokunmadan gösterge yardımıyla yapılan seçim işlemidir. Gösterge Yardımıyla Seçim (Marker Assisted Selection, MAS) olarak bilinen bu yöntemde, bir canlıda tanımlanmış genetik özelliğin olup olmadığına işaret eden göstergeler) belirlenmekte, sonra bu göstergenin varlığı dikkate alınarak döllemenin hangi canlılar arasında olmasının arzu edilen özellikleri ortaya çıkaracağı öngörülmektedir.

Bu yöntem ile döllenmede daha doğru seçimler ve da hızlı üretimler amaçlanmaktadır. MAS sisteminde 4 önemli kriter dikkate alınmaktadır (Wikipedia, 2013b)

a) DNA yapılı veya moleküler sistemler (Yine aynı canlıya ait DNA diziliminin belirlenmesi ve gösterge olarak kullanılabilmesi.)

b) Hücresel belirtiler (Boyama uygulama çalışmaları ile üretilmesi düşünülen özellikteki canlının kromozom bantlarını gösterge olarak kullanılabilmesi.)

c) Biçimsel belirtiler (Örneğin, yaprak sayısı fazla marulları üretmek için seçilen marul tohumlarının iri olması için gerekli bilgi ve birikim yöntemleri.)

d) Biyokimyasal belirtiler (İstenilen özelliklere sahip bir bitkideki izoenzimler gibi protein içerikleri belirlenerek, üretme işleminde kullanılacak tohum bu protein yapısını içerenlerden elde etmek gibi).

Bu yöntemler aşağıdaki genetik sistemlerin elde edilmesine yönelik çalışmalarda kullanılmaktadır.

- ✓ Bitki zararlılarına karşı direnç.
- ✓ Verimlilik üzerinde etkisi olan çevresel faktörler.
- ✓ Bitkisel besinlerin renk, koku, tat, yağ, nişasta miktarlarının değiştirilerek besleyici yapılarının geliştirilmesi, ürünün dayanıklılığının artırılarak ezilme, çürüme ve raf ömrünün uzatılması.
- ✓ Bitki öldürücülere karşı tolerans(Herbicide Tolerance, HT) bitkinin, herbisitlere karşı dayanıklılığını artırmaktadır. Bunun yanı sıra GD teknolojisi ile çeşitli başka yöntem sistemler kullanılmaktadır.

Biyoteknolojik tarımsal bitkiler ticari olarak ekimi yaygın olarak şu şekilde sıralanabilirler; Soya Fasulyesi, Mısır, Pamuk, Kolza Tohumu (Canola), Şeker Pancarı, Papaya, Alfalfa, Kabak, Tatlı Biber, Kavak şeklinde sıralanmaktadır.

İŞ OLANAKLARINDA TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ SEKTÖRÜ

Tarımsal biyoteknoloji sektörü 1996 yılında toplam cirosu 9,1 milyar (ABD) doları iken, 2007 yılına gelirken 84,8 milyar (ABD) doları, 2012 yılında ise 14,4 milyar (ABD) doları tahmini cirosu ile biyoteknoloji sektörünün % 6,3'ünü oluşturmaktadır. Önümüzdeki 5 yıl içerisinde ise öngörülen büyüme rakamları % 11,4 düzeyindedir. 2017'de ise 24,8 milyar (ABD) doları tarımsal biyoteknoloji ile çalışan ve bağlantılı olan alt sektörlerin cirosu olarak hedeflenmektedir (SEARCA, 2012). Genetiği ile oynanmış tarımsal bitkilerin cirosunun bu değerlerin çok üzerinde olmasına rağmen, sadece tarımsal biyoteknoloji cirosu tohum satışlarından elde edilen gelir üzerinden değerlendirilmektedir (ISAAA, 2012b).

TÜRKİYE'DE BİYOTEKNOLOJİ SANAYİSİNE KISA BİR BAKIŞ

Biyolojik sistemler ve biyolojik çeşitlilik bakımından oldukça zengin bir ülke olarak Türkiye'nin, biyoteknoloji sektörü için oldukça geniş bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyeli ülkemizin ulusal kalkınma alanında kullanılması oldukça önemlidir. Biyoteknoloji çalışmaları diğer ülkeler de olduğu gibi bizim ülkemizde de strateji çalışmalarında ilk kullanılan alanlardan biri olarak görülmektedir.

Türkiye'de ilk kez 1980'li yılların başlarında, TÜBİTAK ile 1982'de "Enzim Teknolojisi İhtisas Komisyonu" ile 1984'te, "Biyoteknolojide Türkiye'nin Önceliklerini Saptamaya Yönelik İhtisas Komisyonu" oluşturulmuştur. Bu komisyonlar araştırma politikalarının belirlenmesi için öncül çalışmalar yapmışlardır. 1985'te ise, TÜBİTAK Temel Bilimler Araştırma Grubu Biyoteknoloji İhtisas Komisyonunca, Biyoteknoloji alanında Türkiye ve Geliştirme Politikası, başlıklı rapor hazırlanarak Türkiye için bir durum analizi yapılmış ve politikalar ortaya konulmuştur. TUSİAD 2006-2009 yılları arasında kurulmuş firmaların araştırılması sonucu yeni liste oluşturulmuştur. Bu yeni listeye göre Türkiye'deki biyoteknoloji firmalarının sayısı 103'tür. Bu sektörlerin yüzdelik dağılımlarına baktığımızda ilk sırada ve yüksek oranda % 58'i Tıp, % 9'u tarım sanayi, % 8'i kimya sektörü, % 9'u gıda sanayisi, % 7'si enerji sanayisi, % 6'sı ilaç sanayisi, % 6'sı ise çevredir. TUSİAD (2006) raporuna göre firmaların % 23'ü 10 milyon (ABD) dolarının üzerinde bir satış verilerine sahiptirler. Ayrıca firmaların ihracatları satışlarına oranla oldukça düşük miktarlardadır. Firmaların % 64'ü 100 bin (ABD) dolarının altında ihracat yapmaktadırlar. İhracat veri analizlerine bakıldığında ise, firmaların çoğunlukla Türkiye iç pazarına yönelik üretimler geliştirdikleri ortaya çıkmaktadır. 2004 yılında firmaların toplam bütçe paylarından Ar Ge' ye ayırdıkları pay %1'in altında olanlar firmaların toplamı içerisinde beşte biriyken, % 10'un

üzerinde ayıranlar ise firmaların toplamı içinde dörtte biri kadardır. Sektörde bulunan firmaların % 60'ında patent faaliyeti çalışmaları yürütülmektedir. Sektörde bulunan firmalardan en çok patente sahip firmanın patent sayısı ise 10'dur (Basaga, Çetindamar, 2000).

BIYOTEKNOLOJİ SEKTÖREL İNOVASYON SİSTEMİ

Biyoteknoloji terim olarak ilk kez 1919' da Karl Ereky adlı Macar mühendis tarafından ortaya atıldı. Biyoteknolojinin genel olarak kabul gören tanımı ise 1992 tarihli Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Anlaşması'nda şöyle ifade edilmiştir; Belirli bir kullanıma yönelik olarak ürünlerin ve proseslerin oluşturulması veya iyileştirilmesi için biyolojik sistemlerin, canlı organizmaların ya da bunların türevlerinin kullanıldığı her türlü teknolojik uygulama biyoteknoloji olarak tanımlanır (Sasson, 2005)

Neolitik çağlardan beri (12.000 yıl öncesinden) insanoğlu yeni ürünler ve üretim yöntemlerini geliştirmek için birçok iyileştirme yöntemi uygulamışlardır. Bunlardan bazılarını sıralarsak:

- Melezleme sistemiyle, var olan koşullara en uygun tahılları yetiştirip üreterek çeşitli gıda maddeleri üretmek.
- Fermantasyon (mayalanma) tekniği ile ekmek, yoğurt, turşu, peynir gibi gıda maddelerini üretmek.
- Melezleme yöntemi ile var olan vahşi hayvanlardan (at, koyun, köpek vs gibi) insanlara faydalı hayvanlar üretmek.

Tarımsal biyoteknoloji alanında, öncül bilimsel çalışma örneklerini son 200 yıl içerisinde örneklerini görmekteyiz. Bunlardan öncül bir örnek olarak 1866 yılında, Gregor Johann Mendel'in, bitkilerdeki öz yapı öğelerinin nesilden nesile nasıl aktarıldığı üzerine, yaptığı matematiksel genetik işleyiş çalışmaları halen günümüzde geçerli olan bir model olarak gösterilmektedir.

Günümüzde yerini bilimsel yöntemlerin aldığı biyoteknolojik uygulamalarda büyük bir oluşum görülmektedir. Bunlar arasında daha verimli, daha besleyici ve çevre şartlarına daha dirençli bitkiler, raf ömrü uzun daha dayanıklı bitki türleri geliştirilmiştir (Amgen, 2009).

SONUÇ

Dünyada artan hızlı nüfusun, karşı karşıya olduğu açlık ve yetersiz beslenme sonucu ortaya çıkan açlık sorunları, küresel ısınmanın şiddetini olağan derecede hissettirmesi, kuraklık etkisi gibi birçok etmenlerden kaynaklı, besin olarak tüketilen bitki biyoçeşitliliğinin azalması ve zarar görmesi bize tarımsal biyoteknolojinin reçetelerini kullanmamız gerektiğini açıkça göstermektedir. Tarımda biyoteknolojik uygulamaları yenileştirmek, geliştirmek, değiştirmek daha verimli süreçler, ürün ve hizmetleri ortaya çıkaracaktır. Bu gibi çalışmalar yapılırken mutlaka doğal dengenin bozulmaması ve biyoçeşitliliğinin korunmasına azami dikkat etmelidirler. Sistem düzenleyici aktörler, biyoteknolojik inovasyon süreçleriyle dünyadaki insanların refahı için çalışmalı ve üretmelidir.

KAYNAKLAR

Amgen (2009). Amgen, Introduction to (Medical) Biotechnology, 2009, http://www.amgen.com/pdfs/misc/An_Introduction_Biotechnology.pdf, erişim tarihi: 09.09.2013

Bartholomew S.,(1997), “National Systems of biotechnology innovation:complex interdependence in the global system”, *Journal of International Business Studies*, 28(2),241-267

Basaga, H. ve D. Çetindamar. 2000. *Uluslar arası Rekabet Stratejileri: Biyoteknoloji*. No: TÜSİAD-T/2000/12-289, İstanbul: Türk Sanayicileri ve İş adamları Derneği

Basaga, H. ve D. Çetindamar. 2006. *Uluslar arası Rekabet Stratejileri: Türkiye’de Biyoteknoloji İşbirlikleri*. No: TÜSİAD-T/2006/06-421, İstanbul: Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği

Freeman C. (1987), “Technology policy and economic performance: lessons from Japan”, F. Pinter, London.

Geels, F.W.,(2004), “From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: insights about dynamics and change from sociology and institutional theory” *Research Policy* 33, pp. 897-920.

ISAAA (2006a). “Molecular Breeding and Marker-Assisted Selection”, ISAAA, Mayıs 2006, <http://www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/document/Doc-Pocket%20K19.pdf> , erişim tarihi: 19.10.2013

ISAAA (2012b). James, Clive, “Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2012 – Executive Summary”, s: 4, ISAAA, 2012, <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/44/executivesummary/pdf/Brief%2044%20-%20Executive%20Summary%20-%20English.pdf> , erişim tarihi: 18.10.2013

Lundvall B.A. (2008), “Higher education and development” *Annual World Bank Conference on Development Economics*.

Lundvall, B. Å. (1988) “Innovation as an Interactive Process: from User-Producer Interaction to the National System of Innovation”, in Dosi, G. et al. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*,London: Pinter, pp. 349-369.

Lundvall, B. A. (1992), “National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning”, London: Pinter Publishers.

Nelson R.(1993), “National Innovation Systems: a comparative study”, Oxford University Press, Oxford.

OECD (2009). *OECD, Biobusiness to 2030*, OECD Publishing, Paris, 2009, http://www.postdoctorat.ro/Documente/Biblioteca%20virtuala/Strategii%20BIOECONOMIE/06%20The%20Bioeconomy%20to%202030_OCDE.pdf , erişim tarihi: 25.09.2030

Oecd, E. (2005). *Oslo manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data*. Paris 2005, Sp, 46, 1-34.

Porter, M.E. (1985) “Competitive Advantage”,Free Press, New York,

Sasson, A (2005). Sasson, A., “Medical Biotechnology: Achievements, Prospects, and Perceptions”, United Nations University Press, s: 1,2, Tokyo, 2005, [Sasson, A (2005)

SEARCA (2012). “Agricultural biotechnology market to hit \$14.4 billion”, SEARCA Biotechnology Information Center, <http://www.bic.searca.org/news/2012/aug/global/02.html> , erişim tarihi: 19.10.2013

Wikipedia (2013a). “Gene Shuffling”, *Wikipedia the Free Encyclopedia*, http://en.wikipedia.org/wiki/DNA_shuffling , erişim tarihi: 18.10.2013

Wikipedia (2013b). “Marker Assisted Selection”, *Wikipedia the Free Encyclopedia*, http://en.wikipedia.org/wiki/Marker_assisted_selection , erişim tarihi: 29.08.2013

IN OVO BESLEME YÖNTEMİ

IN OVO FEEDING METHOD

Ar. Gör. Dr. Ramazan TOSUN

Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

Doç. Dr. Ali İhsan ATALAY

Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

Özet

Beyaz et; kırmızı ete göre ucuz, üretim periyodunun kısa olması ve daha kolay ulaşılabilirliği açısından insan beslenmesinde kritik rol almaktadır. İnsanların hayvansal kökenli protein ihtiyacını karşılamada önemli rolü olan beyaz et üretiminin artırılması için entansif etlik piliç üretimi yapan işletme sayısı, kapasitesi ve birim alandan elde edilen hayvansal ürün miktarı giderek artmaktadır. Birim alandan hayvansal ürün miktarını artırmak ve aynı zamanda üretim periyodunun kısaltılması için hibrit ırkların geliştirilmesi, birim alanda hayvan sayısının artırılması, etlik piliçlerin gereksinimlerinin hassas biçimde belirlenmesi ile bu doğrultuda hassas beslemenin yapılması ve yem katkı maddelerinin kullanılması gibi birçok gelişmeler yaşanmıştır. Bu gelişmelerin ardından kümes hayvanlarının verimliliği arttıkça, embriyoların besin maddelerine olan talebi de değişmiştir. Ancak, yumurtanın kimyasal bileşimi neredeyse hiç değişmeden kalmıştır. Bu sebeple embriyoların gelişimini teşvik eden besin ve katkı maddelerinin sağlanması araştırılmaya başlanmıştır. Bu bağlamda son yıllarda in ovo olarak adlandırılan yumurta içi besleme yöntemi embriyo beslenmesine imkan sağlamıştır. Bu sayede kuluçkanın herhangi bir döneminde embriyoya veya embriyonik keselere besin ve katkı maddelerinin solüsyon şeklinde enjeksiyonu ile uygulanmaktadır. Kuluçka esnasında besin ve katkı maddelerinin enjeksiyonu kuluçkadan çıkış öncesi ve sonrası bağışıklığı, kas ve sindirim sisteminin gelişimi etkileyebilmektedir. Bununla birlikte, in ovo enjeksiyonun yolu, dozu, yöntemi ve zamanı ile konakçı faktörleri varyasyona ve dolayısıyla sonuçlarda tutarsızlıklara neden olabilir. Bu yöntemi kullanan çalışmaların büyük çoğunluğu farklı tek biyoaktif bileşiklerin enjeksiyonunun faydalarını ortaya koymuştur. Ancak kümes hayvanı üretiminde başarılı olmak için araştırmacıların uygun enjeksiyon yolunu ve zamanını, optimum dozu ve farklı bileşiklerin etkili kombinasyonunu tam olarak bilinmesi gerekmektedir. Sonuç olarak in ovo tekniğinin kullanımı kanatlı sektöründe özellikle de etlik piliç yetiştiriciliğinde üreticinin karlılığını arttırabilecek önemli bir yöntem olacaktır. Bu çalışmada, kanatlı hayvanların performans ve sağlık parametreleri üzerinde in ovo besleme ile ilgili mevcut uygulamalar ve bulgular hakkında bilgiler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: kanatlı, in ovo besleme, kuluçka, embriyo

Poultry meat plays a critical role in human nutrition in terms of being cheaper than red meat, having a short production period and being more easily accessible. In order to increase white meat production, which has an important role in meeting the protein needs of people of animal origin, the number, capacity and the amount of animal products obtained from unit area of intensive broiler chicken production are gradually increasing. In order to increase the amount of animal products per unit area and at the same time shorten the production period, there have been many developments such as the development of hybrid breeds, increasing the number of animals per unit area, determining the requirements of broiler chickens precisely, making sensitive feeding in this direction and using feed additives. These developments, as poultry productivity has increased, the demand for nutrients from embryos has changed. However, the chemical composition of the egg has remained almost unchanged. For this reason, the provision of nutrients and additives that promote the development of embryos has been investigated. Herein in recent years, the in ovo feeding method has enabled embryo feeding. In this method, it is applied by injection of nutrients and additives in the form of a solution into the embryo, or embryo sacs of embryos at any time of incubation. The injection of nutrients and additives during incubation affects immunity, muscular and digestive system development before and after hatching. However, the route, dose, method and timing of in ovo injection, as well as host factors, can cause variation and thus inconsistencies in results. Studies using this method have demonstrated the benefits of injection of different single bioactive compounds. However, to be successful in poultry production, researchers need to know exactly the appropriate route and time of injection, the optimum dose and the effective combination of different compounds. As a result, the use of in ovo technique will be an important method that can increase the profitability of the producer in the poultry sector, especially in broiler breeding. In this review, the effects of in ovo feeding on performance and health parameters of poultry were investigated.

Keywords: poultry, in ovo feeding, hatching, embryo

GİRİŞ

Genetik gelişmeler ve hayvanlarının gereksinimlerinin hassas biçimde belirlenmesi ile bu doğrultuda hassas beslemenin yapılması sayesinde son 50 yılda kümes hayvanlarında büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Öyle ki, yumurtacı bir tavuk 52 hafta yumurtlama periyodunda 300'den fazla yumurta verimine kadar ulaşmaktadır. Benzere şekilde Figüre 1'de de görüldüğü üzere etlik piliçlerde kesime kadar ki süreçte yumurtadan çıkış ağırlığının 50-60 katına kadar ulaşabilmektedir (Druyan, 2010; Kucharska-Gaca vd., 2017). Bu gelişmelerin ardından kümes hayvanlarının verimliliği arttıkça, embriyoların besin maddelerine olan talebi de değişmiştir. Ancak, yumurtanın kimyasal bileşimi neredeyse hiç değişmeden kalmıştır (Kucharska-Gaca vd., 2017). Bu nedenle asites, iskelet anormallikleri, bağışıklık sisteminde hassasiyetlik gibi birtakım dezavantajlarda söz konusu olmuştur. Söz konusu dezavantajların

azaltılması veya yok edilmesi için birçok araştırma yürütülmektedir. Son yıllarda ise in ovo olarak adlandırılan yumurta içi besleme yöntemi embriyonal dönemde embriyoların gelişimini teşvik eden besin ve katkı maddelerinin sağlanması araştırılmaya başlanmıştır.

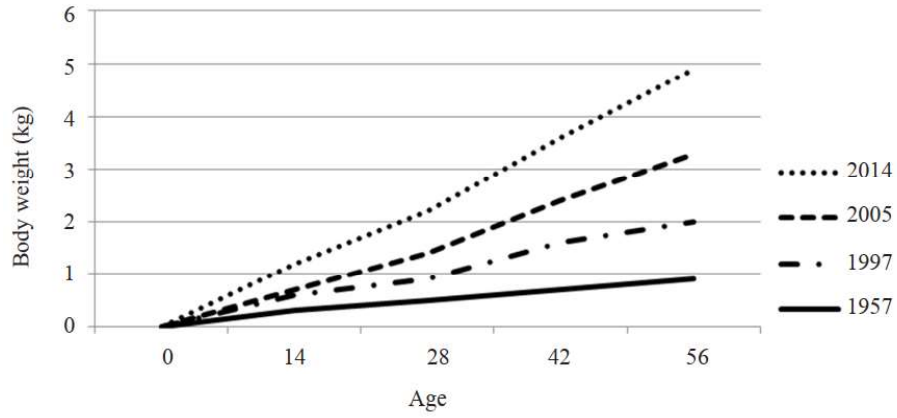


Figure 1. 1957'den 2014 yılına kadar etlik piliçlerin (Ross-308) canlı ağırlık değişimi (Zuidhof vd., 2014)

İN OVO BESLEME YÖNTEMİ

İN ovo besleme, kuluçkanın herhangi bir döneminde sıvı formda besin veya katkı maddelerinin embriyoya veya embriyonik keselere enjeksiyonunu kapsayan bir yöntemdir (Figure 2) (Herfiana, 2007). İn ovo besleme araştırmaları son yıllarda hız kazansa da endüstriyel kümes hayvanı üretim sisteminde bildirilen ilk in ovo besleme 1946 yılında kuluçka ve kuluçka sonrası yaşamdaki etkiyi gözlemlemek için civciv embriyolarına tiyoüre enjeksiyonunun yapılması ile başlamıştır (Adams ve Bull, 1949).

İN ovo besleme yöntemi inkubasyonun herhangi bir döneminde uygulanabilmektedir. Inkubasyon dönemine göre besleme yapılan bölgede farklılık olduğu belirtilmiştir (Ebrahimi vd., 2012). Örneğin inkubasyonun başlangıç aşamasında germinal diske mümkün olduğunca yakın, embriyonun gelişiminin son dönemlerinde ise hava veya sarı kesesine uygulanmasının daha uygun olduğu ileri sürülmüştür (Ebrahimi vd., 2012; Das vd., 2021). Diğer taraftan Figure 2'de de görüldüğü üzere embriyoya, albümine veya hava kesesi, amniyotik kese gibi farklı bölgelere de enjeksiyon yapılmaktadır (Arain vd., 2022).

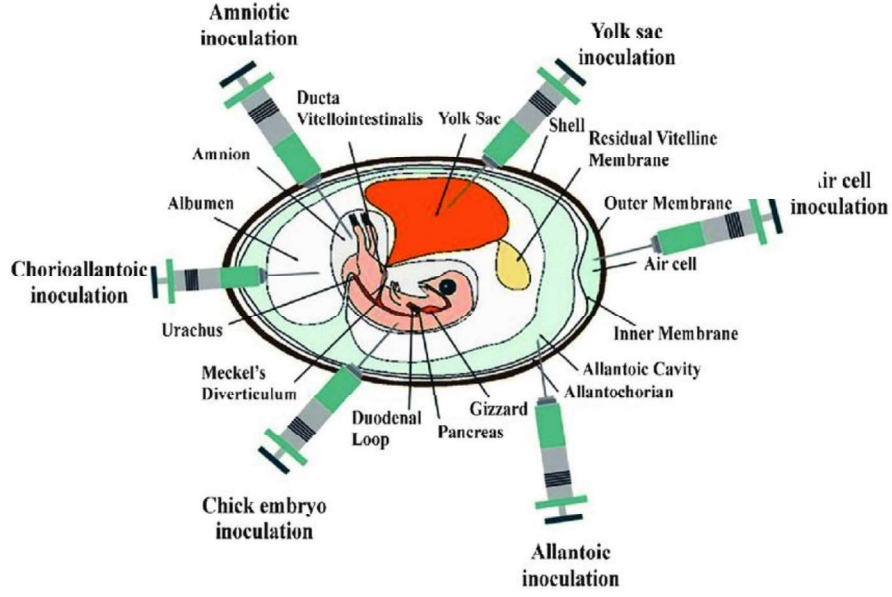


Figure 2. İn ovo enjeksiyon bölge örnekleri (Arain vd., 2022)

İN OVO BESLEME UYGULAMALARI

Yumurta içi besleme olarak da bilinen in ovo besleme yöntemi kuluçka döneminde civcivlere birtakım avantajlar ve çıkım öncesi aşılama gibi farklı amaçların gerçekleşmesini sağlamaktadır. İn ovo besleme ile farklı besin ve katkı maddelerinin civcivlerin bağışıklık sistemini güçlendirdiği, kas ve iskelet gelişimini artırdığı, sindirim kapasitesi ve performansı iyileştirdiğine dair çalışmalar mevcuttur (Tako vd., 2004; Kadam vd., 2009; Kornasio vd., 2011; Bello vd., 2014; Coşkun vd., 2014; Zhang vd., 2019; Ma vd., 2020).

Etlik damızlık yumurtalarına inkubasyonun 16'ncı gününde amniyotik sıvıya DL-metiyonin enjeksiyonunun kuluçka randımanı ve civciv ağırlığına etkisi araştırılmıştır (Coşkun vd., 2014). Araştırmacılar DL-metiyonin ilavesinin oransal civciv ağırlığını %3.8 oranında artırdığını belirtmişlerdir. Etlik damızlık yumurtalarında yürütülen başka bir çalışmada ise inkubasyonun 18'inci gününde hava kesesine 4.5 mg üzüm çekirdeği ekstraktı veya 3 mg vitamin C enjeksiyonunun günlük canlı ağırlık artışı ve yem tüketimini artırdığını ve 4.5 mg üzüm çekirdeği ekstraktının kuluçka randımanını iyileştirdiğini, ileum kaliform ve E. coli popülasyonunu azalttığı bildirilmiştir (Hajati vd., 2014). Soltani vd. (2019) yürütülen çalışmada ise etlik damızlık yumurtalarına inkubasyonun 15'inci gününde amniyotik sıvıya 3 veya 6 mg dozlarda vitamin C enjektisinin etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar 6 mg vitamin C enjektisinin kuluçka randımanı, Tibia'nın direnci ve kırılma mukavemetinin iyileştirdiğini, her iki dozunda canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma değerine etkisinin olmadığını saptamışlardır (Soltani vd., 2019). Etlik damızlık yumurtalarına inkubasyonun 4'üncü gününde albümine glikosaminoglikanlar veya vitamin C ilavesinin etlik piliçlerde kemik gelişimini iyileştirdiği belirtilmiştir (Santos vd., 2019). Gholami vd. (2016) etlik damızlık yumurtalarına inkubasyonun 12'nci gününde hava kesesine betain veya kolin enjeksiyonunun civcivlerin yumurtadan çıkış ve deneme sonu (42 gün) ağırlığı ile yemden yararlanma pozitif etkilediğini ve abdominal yağ oranını düşürdüğü bildirilmiştir.

Kuluçkanın çıkım döneminde civcivler yumurtadan çıkım için ihtiyaç duyduğu enerjiyi karaciğer ve glikolitik kaslardan karşılamaktadır. Glikojen kaynağının ihtiyaç duyduğu enerjiyi karşılayamaması durumunda glukoneojenez ile kas proteinlerini yıkarak enerji ihtiyacını karşılamakta olup, bu durumda civcivin çıkış sonrası gelişim ve büyümesini sınırlandırmaktadır (Salmanzadeh vd., 2012; Sözcü ve Curabay, 2014). İpek vd. (2004) etlik damızlık yumurtalarına kuluçkanın 18'inci gününde hava kesesine civcivlerin kuluçka randımanı ve çıkış ağırlığını iyileştirmek amacıyla ek enerji kaynağı olarak glukoz enjekte etmişlerdir. Araştırmacılar glukoz enjeksiyonunun kuluçka randımanı ve civciv ağırlığı üzerine etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmanın aksine Salmanzadeh vd. (2012) ise etlik damızlık yumurtalarına kuluçkanın 7'nci gününde albümine enjekte edilen glukoz ve glukoz magnezyum karışımının civcivlerin çıkış ağırlığını artırdığı ancak kuluçka randımanını düşürdüğü tespit edilmiştir. Benzer şekilde kuluçkaya glukoz enjeksiyonunun kuluçka randımanını düşürdüğüne dair araştırmalar mevcuttur (Adriane vd., 2006; Leitao vd., 2008). Glukoz enjeksiyonunun aksine kuluçkanın son döneminde maltoz, sükroz ve desktrin karışımı ile oluşturulan solüsyon ve β -hidroksi- β -metilbütirat enjeksiyonunun civcivlerin çıkış ağırlığının %5-6 oranında artırdığı saptanmıştır (Uni vd., 2005). Etlik damızlık yumurtalarına inkubasyonun 18'inci gününde hava kesesine propolis enjeksiyonunda çıkış randımanını artırdığını ancak civciv ağırlığını düşürdüğü bildirilmiştir (Kop Bozbay vd., 2016). Benzer bir çalışmada Aygun (2016) tarafından Japon bıldırcın yumurtalarında yürütülmüştür. Araştırmacı inkubasyonun 14'üncü gününde amniyon kesesine %1, %2 ve %3 oranlarında propolis ekstraktı enjekte edildiğinde %1 propolis ekstraktının herhangi bir etkisinin olmadığı, %2 ve %3 dozlarının ise embriyonik ölümleri artırdığını ve kuluçka randımanını düşürdüğünü tespit etmiştir. Japon bıldırcın yumurtalarında yürütülen başka bir çalışmada ise yumurtaları inkubasyona alınmadan (0. gün) L-arginin enjeksiyonunun etkisi araştırılmıştır (Al-Daraji vd., 2012). Araştırma sonuçlarına göre çıkış gücü, civciv ağırlığı, deneme sonu ağırlık ve yemden yararlanma oranını artırdığı, yem tüketimine ise etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Al-Daraji vd., 2012). L-arginin etlik damızlık yumurtalarına inkubasyonun 17'nci gününde amniyon kesesine enjekte edildiğinde ise erkek civcivlerin 21 gün göğüs kasını artırdığı tespit edilmiştir (Yu vd., 2018). Maiorano vd. (2012) yaptıkları çalışmada etlik damızlık yumurtalarına inkubasyonun 12'nci gününde prebiyotik ve sinbiyotik enjeksiyonunun etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar prebiyotik ve sinbiyotik enjeksiyonlu grupların kontrol grubuna göre 42 günlük deneme sonunda etlik piliçlerin karkas randımanı ve yemden yararlanma oranının negatif etkilendiğini belirtmişlerdir.

Tablo 1. İn ovo enjeksiyonlarına yönelik yapılan bazı araştırma sonuçları

Hayvan grubu	Enjekte edilen madde	Enjeksiyon bölgesi	Enjeksiyon zamanı, gün	Etki	Kaynak
Broyler	Üzüm çekirdeği ekstraktı	Hava kesesine	18	Günlük canlı ağırlık, yem tüketimi ve kuluçka randımanını artırdığı	Hajati vd. (2014)
Broyler	Prebiyotik Sinbiyotik	Hava kesesine	12	Etlik piliçlerin karkas randımanı ve yemden yararlanma oranının kötüleştiği	Maiorano vd. (2012)
Broyler	Betain Kolin	Hava kesesine	12	Canlı ağırlık ve yemden yararlanma değerini pozitif etkilediği	Gholami vd. (2016)
Broyler	Glukoz	Hava kesesine	18	Kuluçka randımanı ve civciv ağırlığı üzerine etkisinin olmadığı	İpek vd. (2004)
Broyler	Propolis ekstraktı	Hava kesesine	18	Çıkış randımanını artırdığı, civciv ağırlığını düşürdüğü	Kop Bozbay vd. (2016)
Broyler	Glukoz Glukoz+Mg	Albümin kesesine	7	Civcivlerin çıkış ağırlığını artırdığı, kuluçka randımanını düşürdüğü	Salmanzadeh vd. (2012)
Broyler	Vitamin C	Amniyon kesesine	15	Canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma değerine etkisinin olmadığı	Soltani vd. (2019)
Broyler	L-arginin	Amniyon kesesine	17	Erkek civcivlerin 21 gün göğüs kasını artırdığı	Yu vd. (2018)
Bıldırcın	L-arginin	-	0	Çıkış gücü, civciv ağırlığı, deneme sonu ağırlık ve yemden yararlanma oranını artırdığı, yem tüketimine ise etkisinin olmadığı	Al-Daraji vd. (2012)
Bıldırcın	Propolis ekstraktı	Amniyon kesesine	14	Embriyonik ölümleri artırdığını ve kuluçka randımanını düşürdüğü	Aygun (2016)

SONUÇ

Endüstriyel kümes hayvancılığındaki gelişmelerin ardından kümes hayvanlarının verimliliği arttıkça, embriyoların değişen veya artan besin madde ihtiyaçlarını karşılamada in ovo besleme yöntemi önemli bir çözüm yolu olarak gözükmektedir. Ayrıca iskelet anormallikleri,

bağışıklık sisteminin güçlenmesi ve kuluçka randımanına olumlu etkileri olduğu önceki çalışmalarda belirtilmiştir. Bununla birlikte, in ovo enjeksiyonun dozu, yöntemi ve zamanı ile ilgili sonuçlar arasında çelişkiler vardır. Bundan sonraki yürütülecek çalışmalarda uygun enjeksiyon yolunu ve zamanını, optimum dozu ve farklı bileşiklerin etkili kombinasyonunu tam olarak bilinmesi durumunda kanatlı beslemede önemli bir yöntem olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Adams, A.E. & Bull, A.L. (1949). The effect of antithyroid drugs on chick embryos. *The Anatomical Record*, 104:421–43.
- Adriana, A.P., Leandro, S.C., Karina, L., De, A.M.L., Nadja, S.M.L., Matcos, B.C. & Jose, H.S. (2006). Nutrient inoculation in eggs from heavy breeders. *Rev. Bras. Zootecn.* 5, 2018-2026.
- Al-Daraji, H.J., Al-Mashadani, A.A., Al-Hayani, W.K., Al-Hassani, A.S. & Mirza, H.A. (2012). Effect of in-ovo injection with L-arginine on productive and physiological traits of Japanese quail. *South African Journal of Animal Science*, 42:139-145.
- Araın, M.A., Nabi, F., Marghazani, I.B., Hassan, F.U., Soomro, H., Kalhor, H., Somro, F. & Buzdar, J.A. (2022). In ovo delivery of nutraceuticals improves health status and production performance of poultry birds: a review. *World's Poultry Science Journal*, 78(3), 765-788.
- Aygun, A. (2016). The effects of in-ovo injection of propolis on egg hatchability and starter live performance of Japanese quails. *Brazilian Journal of Poultry Science* 2(Spec Iss): 087-094
- Bello, A., Hester, P.Y., Gerard, P.D., Zhai, W. & Peebles, E.D. (2014). Effects of commercial in ovo injection of 25-hydroxycholecalciferol on bone development and mineralization in male and female broilers 1, 2. *Poult Sci.* 93:2734–9.
- Coşkun, İ., Erener, G., Şahin, A., Karadavut, U., Altop, A. & Okur, A.A. (2014). Impacts of in ovo feeding of DL-methionine on hatchability and chick weight. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 2:47-50.
- Das, R., Mishra, P. & Jha, R. (2021). In ovo feeding as a tool for improving performance and gut health of poultry: a review. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 754246.
- Druyan S. (2010). The effects of genetic line (broilers vs. layers) on embryo development. *Poultry Sci.*, 89: 1457–1467.
- Ebrahimi, M.R., Jafari, Ahangari, Y., Zamiri, M.J., Akhlaghi, A. & Atashi, H. (2012). Does pre-incubational in ovo injection of buffers or antioxidants improve the quality and hatchability in long-term stored eggs? *Poultry Science*, 91:2970-2976.
- Gholami, J., Qotbi, A.A.A., Seidavi, A., Meluzzi, A., Tavaniello, S. & Maiorano, G. (2015). Effects of in ovo administration of betaine and choline on hatchability results, growth and carcass characteristics and immune response of broiler chickens. *Ital J Anim Sci.* 14:187–92.
- Hajati, H., Hassanabadi, A., Golian, A., Nassiri Moghaddam, H. & Nassiri, M. (2014). The effect of in ovo injection of grape seed extract and vitamin C on hatchability, antioxidant activity, yolk sac weight, performance and ileal micro flora of broiler chickens. *Res Opin Anim Vet Sci.* 4:633–638.
- Herfiana, I.M. (2007). The effect of glutamine, dextrin and its combination through in ovo feeding on immune response, blood profiles and the carcass composition of male broiler chicken. Msc thesis. Sekolah Pascasarjana, Institute pertanian, Bogor.
- Ipek, A., Sahan, U. & Yilmaz, B. (2004). The effect of in ovo ascorbic acid and glucose injection in broiler breeder eggs on hatchability and chick weight. *Arch. Geflügelk.* 63, 132-135.

- Kadam, M.M., Bhanja, S.K., Mandal, A.B., Tyagi, P.K. & Patil, A.R. (2009). Influence of in ovo threonine injection site on early post-hatch growth and digestive organ development of broiler chicken. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 44:203-205
- Kop Bozbay, C., Konanç, K., Ocak, N. & Öztürk, E. (2016). The effects of in ovo injection of propolis and injection site on hatchability, hatching weight and survival of chicks. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3: 48-54
- Kornasio, R., Halevy, O., Kedar, O. & Uni, Z. (2011). Effect of in ovo feeding and its interaction with timing of first feed on glycogen reserves, muscle growth, and body weight. *Poult Sci.* 90:1467–77.
- Kucharska-Gaca, J., Kowalska, E. & Dębowska, M. (2017). In ovo feeding-technology of the future-a review. *Ann. Anim. Sci.* 17(4), 979-992.
- Leitao, R.A., Lrandro, N.S.M., Cafe, M.B., Stringhini, J.H., Pedroso, A.A. & Chaves, L.S. (2008). Inoculation of glucose in ovo of broiler breeders/eggs: incubation parameters and initial performance. *Ciencia Anim. Brasileira*, 9(4): 847-855.
- Ma, Y.B., Zhang, F.D., Wang, J., Wu, S.G., Qi, G.H. & Zhang, H.J. (2020). Effect of in ovo feeding of β -hydroxy- β -methylbutyrate on hatchability, muscle growth and performance in prenatal and posthatch broilers. *J Sci Food Agric.* 100:755–63.
- Maiorano, G., Sobolewska, A., Cianciullo, D., Walasik, K., Elminowska-Wenda, G., Slawińska, A, Tavaniello, S., Zylinska, J., Bardowski, J. & Bednarczyk, M. (2012). Influence of in ovo prebiotic and synbiotic administration on meat quality of broiler chickens. *Poult Sci*, 91:2963–9.
- Salmanzadeh, M., Ebrahimnezhad, Y., Aghdam Shahryar, H. & Beheshti, R. 2012. The effects of in ovo injection of glucose and magnesium in broiler breeder eggs on hatching traits, performance, carcass characteristics and blood parameters of broiler chickens. *Archive Animal Breeding*, 76:277-284.
- Santos, E.T., Sgavioli, S., Castiblanco, D.M.C., Borges, L.L., De Quadros T.C.O., De Laurentiz, A.C., Shimano, A.C. & Baraldi-Artoni, S.M. (2019). Glycosaminoglycans and vitamin C affect broiler bone parameters. *Poult Sci.* 98:4694–704.
- Soltani, T., Salarmoini, M., Afsharmanesh, M. & Tasharrofi, S. (2019). The effects of in ovo injection of ascorbic acid on hatchability, growth performance, intestinal morphology, and Tibia breaking strength in 36h post hatch fasted broiler chickens. *Poult Sci J.* 7:43-9.
- Sözcü, A. & Curabay, B. (2014). Kuluçkada Yumurta İçi (In Ovo) Besleme Uygulamaları. *Hayvansal Üretim*, 55(1), 46-50.
- Tako, E., Ferket, P.R. & Uni, Z. (2004). Effects of in ovo feeding of carbohydrates and beta-hydroxybetamethylbutyrate on the development of chicken intestine. *Poultry Science* 83:2023-2028.
- Uni, Z., Ferket, P.R., Tako, E. & Kedar, O. (2005). In ovo feeding improves energy status of late-term chicken embryos. *Poultry Science*, 84(5), 764-770.
- Yu, L.L., Gao, T., Zhao, M.M., Lv, P.A., Zhang, L., Li, J.L., Jiang, Y., Gao, F. & Zhou, G.H. (2018). Effects of in ovo Feeding of L-arginine on breast muscle growth and protein deposition in post-hatch broilers. *Animal*, 12: 2256–2263.
- Zhang, H., Elliott, K., Durojaye, O., Fatemi, S., Schilling, M. & Peebles, E. (2019). Effects of in ovo injection of L-ascorbic acid on growth performance, carcass composition, plasma antioxidant capacity, and meat quality in broiler chickens. *Poultry Science*, 98: 3617–3625
- Zuidhof, M.J., Schneider, B.L., Carney, V.L., Korver, D.R. & Robinson, F.E. (2014). Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poultry science*, 93(12), 2970-2982.

DIGITAL TRANSFORMATION AND DEVELOPMENTS IN AGRICULTURE

TARIMDA DİJİTAL DÖNÜŞÜM VE GELİŞMELER

Biset TOPRAK

Istanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,
Department of Industrial Engineering, Istanbul, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1009-789X>

Emine Elif NEBATİ

Istanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,
Department of Industrial Engineering, Istanbul, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3950-4279>

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Meeting the increasing food demand in line with the growing world population is becoming increasingly challenging. Climate change and limited resources have directed the agricultural sector towards reshaping through digital transformation. In this study, the contributions of Industry 4.0 technologies to the agricultural sector were investigated, as well as the role of robots in agricultural tasks and the effects of digitalization on the agricultural sector, were examined. **Materials and Methods:** A systematic literature review was conducted to propose a decision model. **Results:** The current state and applications of Industry 4.0 in agriculture were studied as part of a literature review and sector analysis. Industry 4.0 applications in agriculture have the potential to direct the sector toward a more efficient and sustainable future. **Discussion and Conclusion:** Factors such as high labor costs and physical challenges in the agricultural sector have encouraged the proliferation of robotic applications. Industry 4.0 implementations play a significant role in increasing agricultural productivity, optimizing decision-making processes, and promoting sustainable agricultural practices. This study aims to contribute to the literature by evaluating recent developments in agriculture within digital transformation.

Key Words: Agricultural Sector, Digital Transformation, Industry 4.0, Smart Agriculture

ÖZET

Giriş ve Amaç: Artan dünya nüfusuyla birlikte gıda talebinin karşılanması giderek zorlaşmaktadır. İklim değişikliği ve sınırlı kaynaklar, tarım sektörünü dijital dönüşümle yeniden şekillendirmeye yönlendirmiştir. Bu çalışmada, Endüstri 4.0 teknolojilerinin tarım sektörüne sağladığı katkılar araştırılmış, robotların tarımsal faaliyetlerdeki rolü ve tarım sektöründeki dijitalleşmenin sonuçları incelenmiştir. **Gereç ve Yöntem:** Sistematik literatür taraması yapılarak bir karar modeli önerilmiştir. **Bulgular:** Endüstri 4.0'ın tarım sektöründeki konumu ve uygulamaları, literatür taraması ve sektörel araştırmalar çerçevesinde incelenmiştir. Endüstri 4.0'ın tarım sektöründeki uygulamaları, sektörü daha etkin ve sürdürülebilir bir geleceğe doğru yönlendirme potansiyeline sahiptir. **Tartışma ve Sonuç:** Tarım sektöründeki yüksek işçilik maliyetleri ve fiziksel zorluklar gibi faktörler, robotik uygulamaların

yaygınlaşmasını teşvik etmiştir. Endüstri 4.0 uygulamaları; tarımsal verimliliği artırmak, karar verme süreçlerini optimize etmek ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını teşvik etmek açısından önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışma, dijital dönüşüm ile tarımdaki son gelişmelerin değerlendirilmesiyle literatüre katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tarım Sektörü, Dijital Dönüşüm, Endüstri 4.0, Akıllı Tarım

GİRİŞ

2050 yılında 9,7 milyara ulaşması beklenen dünya nüfusunun küresel gıda talebini %70 oranında artıracığı tahmin edilmektedir. Artması beklenen gıda talebinin karşılanabilmesi, tarımsal üretimin birim alan başına maksimuma çıkarılmasını gerektirse de iklim değişikliği nedeniyle tarımsal üretim %10 oranında azalması öngörülmektedir (Alem vd., 2023). Bu durum, tarımsal sürdürülebilirliği sağlamak için çeşitli dijital teknolojilerin tarım sektörüne entegre edilerek akıllı tarım sistemlerinin geliştirilmesine zemin hazırlamıştır (Mendes vd., 2022). Tarım sektöründe, gelişen teknolojiyle birlikte geleneksel tarım uygulamaları yerini akıllı tarım uygulamalarına bırakmıştır. Bu kapsamda; sensörler, uzaktan algılama sistemleri, yapay zekâ ve otomasyon gibi akıllı teknolojilerin tarıma entegre edilmesi tarım operasyonlarını daha verimli, çevre dostu ve sürdürülebilir hale getirme potansiyeline sahiptir. Endüstri 4.0'ın tarım sektörü ile ilişkisi; tarım sektörünü daha akıllı, daha verimli ve sürdürülebilir bir geleceğe yönlendiren önemli bir dönüşümü temsil eder. Tarımsal işçiliğin fiziksel zorluğu, tarımsal faaliyetlerin doğası gereği tekrarlanan işlerden oluşması ve işçilik maliyetlerindeki artış, tarımda robotik ve mekatronik uygulamaları hızlandırmıştır (Mekonnen & Hoekstra, 2016). Bu teknolojik gelişmeler, çiftçilere daha fazla kaynak ve etkili adımlarla daha fazla verimlilik sunarak sürdürülebilir tarım hedeflerine katkıda bulunabilir.

Modern robotik; düşük maliyetli, hafif ve akıllı bileşenler kullanılarak oluşturulabilme avantajına sahiptir. Cep telefonları, oyun konsolları ve mobil bilgi işlem sistemleri gibi tüketici elektroniğinde yaygın kullanılan yüksek kaliteli kameralar ve gömülü işlemciler bu tür platformlara çok düşük maliyetle yerleştirilebilmektedir (Shamshiri et al., 2018). Tarım arazilerinde kullanılan robotlar, belirli görevleri yerine getirmek için tasarlanmışlardır. Ancak, bu robotlar genellikle sınırlı bir alanda ve belirli bir sınırdaki çalışabilmektedirler. Son zamanlarda ise, çok sayıda farklı görevi yerine getirebilen çok amaçlı robotlar geliştirilmeye başlanmıştır. Ancak, bu sistemlerin bir zayıf noktası, genellikle çeşitli gerçek saha koşullarına, örneğin çamur, yağmur, sis, düşük ve yüksek sıcaklıklara dayanıklı olmamalarıdır. Tarım robotlarının, zorlu, dinamik ve örneğin seralarda olduğu gibi yarı yapılandırılmış ortamlarda hareket etmeleri gerekmektedir. Yer robotlarının engebeli, homojen olmayan, çamurlu topraklarda hareket etmesi, hava araçlarının ise farklı hava koşullarında uzun süre çalışabilmesi gerekmektedir. Ancak, seralarda raylar üzerinde veya beton zeminde, açık alanlarda ise aşırı çamurlu ve zorlu arazilerde hareket etmekte zorluklar yaşanabilmektedir.

Bu noktada, tarımsal robotlarının dayanıklılığını artırmak ve görevlerini gerçek saha koşullarında etkin bir şekilde yerine getirebilmeleri için daha fazla Ar-Ge ve inovasyon çalışmalarına ihtiyaç vardır. Ayrıca, tarımsal robotlarının tasarımında uyumluluğa odaklanmak da önemlidir. Böylelikle, tarımsal robotların mevcut tarım ekipmanlarına kolayca entegre edilmesiyle farklı görevleri yerine getirebilen robotların geliştirilmesi de mümkün olabilir. Robotik uygulamaların daha da geliştirilmesi, tarımın daha verimli ve sürdürülebilir hale gelmesine katkıda bulunabilir. Ancak, çevresel şartlar ve teknolojik sınırlamalar da göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu çalışmada, Endüstri 4.0 teknolojilerinin tarım sektörüne sağladığı katkılar araştırılarak tarımsal faaliyetlerdeki rolü ve tarım sektöründeki dijitalleşmenin sonuçları incelenmiştir. Literatürdeki çalışmalardan yola çıkarak bir tarımda dijital dönüşüm için bir karar modeli önerilmiştir. Endüstri 4.0'ın tarım sektöründeki konumu ve uygulamaları, literatür taraması ve sektörel araştırmalar çerçevesinde değerlendirilmiştir. Çalışma, dijital dönüşüm ile tarımdaki son gelişmelerin değerlendirilmesiyle literatüre katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu bölümde, tarımda dijital dönüşüm ile ilgili literatürde yer alan çalışmalara yer verilmiştir. Şahin (2022), dijital tarımda yükselen trendler, karşılaşılan temel problemler ve geleceğin tarım uygulamalarında kurumlar arası ortak stratejilerin nasıl geliştirilebileceği sorularına cevaplar aranmıştır. Makalede literatür taraması yapılarak, akıllı tarım teknolojilerinin çiftçilerin hizmetine sunulması gerektiğini sonucuna varılmıştır. Liu vd. (2020) endüstriyel tarımın mevcut durumunu inceleyerek endüstriyel tarım-gıda tedarik zincirlerini değerlendirilmiştir. Özellikle, gelişen teknolojilerin tarım sektöründeki temel uygulamalarına ve karşılaşılan araştırma zorluklarına odaklanılmıştır. Abdalla ve El-Ramady (2022) tarafından yapılan çalışmada tarımın önemi vurgulanarak, özellikle biyoinformatik alanında yapılan ilerlemelerin tarım sektörünü esnek ve gelişmiş bir noktaya getireceği belirtilmiştir. Çalışmada, araştırmacılardan akıllı tarımın çeşitli yönlerini, özellikle sulama, gübreleme ve benzeri uygulamalardaki uygulamalarını inceleyen makaleler sunmalarını istenerek, bu konuda daha fazla bilgi ve deneyimin geliştirilmesine katkıda bulunulması amaçlanmıştır. Dayıoğlu ve Turker (2021), su-enerji-gıda kaynaklarına dayanarak tarımsal dijital dönüşüm kapsamında sürdürülebilir kalkınma için bütünsel çözümler sunmuşlardır. Tarım 4.0 kapsamında ele alınan dijital tarım, izleme, kontrol, tahmin ve lojistik alanlarına değinmişlerdir. Çalışma, IoT, bulut bilişim, büyük veri, yapay zekâ, karar destek sistemleri gibi dijital teknolojileri örneklerle açıklamaktadır. Aydın (2022), tarımın evrimine odaklanmıştır. Dijital tarımın, nesnelerin interneti, veri yönetimi, akıllı ağlar gibi konseptleri içerdiği belirtilmiş ve bu sayede çiftçilerin bilinçli kararlar alabildiği ve üretimde artış sağlayabildiği vurgulanmıştır. Dijitalleşmenin, toprağın korunması, organik madde artışı, çeşitlendirmenin teşvik edilmesi ve girdi kullanımının azaltılması gibi sürdürülebilirlik hedeflerine nasıl katkı sağlayabileceği ifade edilmiştir. Ertaş (2020), yaptığı çalışmada genel ve özel araştırma yöntemleri kullanarak Hollanda, Tayvan, İsrail, Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri'nin akıllı tarım uygulama deneyimleri incelenmiş ve Türkiye için genel durum çözümlenmesi yapmıştır. Alekseeva vd. (2021), tarımın modern koşullarda yenilikçi gelişiminin yüksek bir seviyede olduğunu ve dijitalleşmenin tarımın istikrarlı işleyişi ve verimliliğinin büyümesi için önemli bir ivme kazandıracağını belirtmiştir. Tarımda dijital dönüşümün, makine ve hassas tarım teknolojilerini içeren teknolojilerin kullanımında yeni bir seviyeye geçişi içerdiği belirtilmiştir. Hrustek (2020), tarım sektöründe dijital teknolojilerin sürdürülebilirlik hedeflerine nasıl katkıda bulunabileceğini ve tarımın bu süreçte lider bir rol oynayabileceğini açıklamıştır. Dijital teknolojilerin tarım süreçlerini nasıl etkileyebileceğine dair bir genel bakış sunmuş ve bu dönüşümün tarımın ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için nasıl bir araç olabileceğini tartışmıştır. Nemchenko vd. (2020), dijital teknolojinin tarımsal üretimi nasıl etkileyebileceğini ve bu dönüşümün temel hedefinin gıda güvenliğini sağlamak ve tarım üretiminin rekabet avantajları elde etmesini sağlamak olduğunu vurgulamışlardır. Zorluklara rağmen, tarım sektöründe dijital dönüşümün sürdürülebilir bir ekonomik ve organizasyonel seviyeye taşınmasından başka bir alternatifinin olmadığı belirtilmiştir.

Tarımda Dijital Dönüşüm Model Önerisi

Yapılan literatür araştırması sonucunda, mevcut tarım sistemlerinin dijitalleşme sürecinde insani ve çevresel boyutların göz ardı edilerek, yalnızca yüksek teknolojinin kullanımına odaklanıldığına ve tarımda dijitalleşme süreçlerini objektif olarak değerlendirebilecek bir aracın bulunmadığı gözlemlenmiştir (Büyük vd., 2021). Martins vd. (2023), tarımda dijital dönüşüm için tutarlı kriterlerin bulunmamasının proje geliştirme ve endüstriyel uygulamalara yönelik ilerlemeyi kısıtlayabileceğine değinmiştir. Bu nedenle, bu çalışma kapsamında tarım sektöründe dijital dönüşümün değerlendirilmesi sürecinde göz önünde bulundurulması gereken ana kriterlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Literatür taramasında bu amaca yönelik tasarlanmış modellerin sınırlı olması ve bütüncül bir karar verme mekanizmasının bulunmaması da araştırma alanında bir eksiklik olarak değerlendirilmiş ve akademik motivasyon kaynağı olarak görülmüştür. Tablo 1’de farklı sektörlerde yapılan dijital dönüşüm ve dijital olgunluk ile ilgili çalışmalarda önerilen ana kriterlere yer verilmiştir. Tabloda yer alan ve Zhang vd. (2019), Büyük vd. (2021), Mendes vd. (2021), Safiullin vd. (2022), ve Martins vd. (2023) tarafından yapılan çalışmalar tarım sektörü ile ilgili olup, bu alandaki tüm çalışmaların ele alınarak tarımda dijital dönüşüm için kapsamlı bir kriter seti geliştirilmesi gelecek çalışmalar için motivasyon sağlamaktadır.

Tarımda dijital dönüşümün değerlendirilmesi kapsamında ulusal ve uluslararası literatürde öne çıkan kriterler Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1. Tarımda Dijital Dönüşüm Alanında Öne Çıkan Kriterler

Referanslar / Kriterler	Strateji	Liderlik	Yönetim	Müşteriler	Ürünler	İşlemler/Süreçler	Kültür	Çalışanlar, Bilgi ve Beceriler	Teknoloji	Organizasyon	Ekonomi	Çevresel Sürdürülebilirlik	Altyapı	İş Birliği	Değişim	Yenilik	Akıllı Ürünler	Akıllı Servisler	Akıllı Üretim	Akıllı Çiftlik	Akıllı Tesis	İzleme ve Kontrol	Veri Analizi ve Yönetimi	Bilgi Yönetimi	Otomasyon	Verimlilik	Süreklilik
Schumacher vd. (2016)	X	X	X	X	X	X	X	X	X																		
De Carolis vd. (2017)						X			X	X												X					
Klötzer and Pflaum (2017)	X													X			X										
Tupa vd. (2017)								X																			
Wagire vd. (2020)	X									X							X	X									
Von Leipzig vd. (2017)	X	X	X		X	X	X	X	X																		
Wibowo and Taufik (2017)																											
Ataman (2018)	X					X																					
Eke (2018)																											
Bibby and Dehe (2018)	X						X	X																			
Keskin et al. (2019)	X									X																	
Kayar (2019)	X					X			X	X						X											
Zhang vd. (2019)	X						X		X															X			
Büyüközkan and Güler (2020)							X		X	X																	
Hizam-Hanafiah vd. (2020)	X	X				X		X	X							X											
Baltacı (2020)										X																	
Büyük vd. (2021)	X							X	X											X	X		X				
Baki and Serdar (2020)	X							X		X							X										
Kaya vd. (2020)		X	X	X	X	X	X	X	X	X																	
Etkeser and Apilioğulları (2021)	X							X		X									X								
Borštnar and Pucihar (2021)	X																										
Kıyıklık vd. (2022)	X			X					X	X																	
Mendes vd. (2022)			X					X	X		X	X	X	X	X												
Simetinger and Basl (2022)	X								X	X																	
Heinz vd. (2022)																	X	X									
Ting vd. (2022)																											
Chen vd. (2022)	X															X											
Safullin vd. (2022)			X		X		X	X	X														X				
Martins vd. (2023)																							X	X	X	X	X

ENDÜSTRİ 4.0'IN TARIM SEKTÖRÜNDEKİ YERİ VE UYGULAMALARI

Endüstri 4.0, tarım sektörünün daha verimli, sürdürülebilir ve rekabetçi hale gelebilmesinde yeni imkanlar sunmaktadır. Tarımda Endüstri 4.0'ın getirdiği yenilikleri anlamak çiftçilere ve tarım sektörüne avantajlar sağlamaktadır. Tarımın Endüstri 4.0 ile ilişkisi, sektördeki işlemlerin dijitalleşmesi ve akıllı tarım uygulamalarının yaygınlaşması sonucu ortaya çıkan yenilik ve verimlilik artışını içermektedir. Tarımda dijital dönüşümün geleceğinde etkin rol oynayacak dört temel teknoloji; sensörler, otomasyon ve robotik sistemler, büyük veri ve biyolojik aktörlerdir (Berger, 2019; Dayıoğlu ve Turker, 2021). Bu bölümde, Endüstri 4.0'ın tarım alanında öne çıkan uygulamalarından bazılarına yer verilmiştir.

Nesnelerin İnterneti (IoT): Fiziksel olarak tanımlanan nesnelerin birbirleriyle veya daha büyük sistemlerle insan müdahalesi olmadan internet aracılığıyla bağlantılı olduğu iletişim ağıdır. Nesnelerin interneti teknolojisi; enerji sistemleri, haberleşme, lojistik, tarım, sağlık, endüstri gibi birçok alanda kullanılır (Bıçakçı 2019; Gökrem ve Bozuklu 2016; Kirmikil ve Ertaş, 2020). Tarım arazilerine yerleştirilen sensörler aracılığıyla çiftçiler toprağın nemini, sıcaklığını ve çevresel uzaktan ölçebileceklerdir. Ek olarak, nesnelerin interneti tarım arazisine hangi tohumları ekileceğinden, gerekli gübre miktarına, değişen iklim koşullarının takip edilmesine kadar birçok konunun takip edilmesine de olanak sağlar (Ercan vd.,2019). Ayrıca, bu sensörler sayesinde makinelerin çalışma performansı da incelenebilmektedir.

Robotik Sistemler: Endüstri 4.0, tarım işlemlerinde robotların daha yaygın olarak kullanılmasına olanak tanıyacaktır. Tarımsal faaliyetlerde teknolojinin maliyetini karşılayabilmek için büyük ölçekli tarım arazileri gereklidir. Otonom biçerdöverlerin kullanılmasıyla ürünlerin saplarının daha verimli bir şekilde ayırt edilebileceği, otonom traktörler ve tarım makinelerinin kullanılmasıyla arazilerin daha hassas bir şekilde sürülerek hassas tohumlama yapılabileceği, robotlar yardımıyla en verimli noktalara ekim yapılabileceği, arazideki zararlı otlarla mücadelede iş gücü oranının düşürülebileceği ifade edilmiştir (Uzun, vd., 2018). Özellikle tekrarlı işlemlerde ve hasat süreçlerinde maliyetleri düşürerek verimliliği arttırmaya yardımcı olacaktır.

Büyük Veri: Tarımda, çiftçinin yetiştirdiği ürünler ve tarla koşulları ile ilgili davranışlarını daha iyi anlamak için büyük veriler kullanılabilir (Aydın, 2022). Yapay zekâ ve büyük veri analizi gibi teknolojilerin etkin kullanımı ile, tarla koşullarının ölçülmesi ve bu verilerin girdi ve çıktı fiyatlarıyla karşılaştırılması, çiftçilerin emeğini daha verimli kullanmalarını, girdi satın alımını optimize etmelerini ve üretim uygulamalarını iyileştirmelerini sağlamaya yardımcı olacaktır (Asare-Kyei, 2020).

Bulut Bilişim: Bulut bilişim, bilgisayar veya bilgi teknolojisi altyapısının internet üzerinden sunulduğu bir teknoloji türüdür. Bu yenilikçi yaklaşım, müşterilerin esnek taleplerini internet aracılığıyla en az çaba harcayarak veya servis sağlayıcı ile etkileşim kurarak karşılamayı amaçlar. Bulut bilişim sayesinde internet üzerinden paylaşılan kaynaklar, yazılımlar, uygulamalar ve hizmetler erişilebilir hale gelir. Bu teknoloji; toprak, hava, araştırma, mahsul ve çiftçi verileri gibi tarımla ilgili bilgilerin merkezi bir konumda depolanmasını sağlayarak veri kullanılabilirliğini artırır. Böylelikle çiftçiler; tarım uygulamaları, bitki girdileri, tarımsal yenilikler, pestisitler, tohumlar, gübreler, besin maddeleri ve yabancı ot direnci ile ilgili çeşitli uzman tavsiyelerinin de bulunduğu bilgi temelli depoları kullanabileceklerdir (Duman ve Özsoy,2019).

SONUÇ

Tarımda sürdürülebilir bir gelecek sağlamak için Türkiye’de kapsamlı bir politikaya, tarımda dijitalleşmeye, Ar-Ge ve bilimsel çalışmalara ve hükümet desteğine ihtiyaç bulunmaktadır. Gelecekte en önemli üç stratejik kaynağın, gıda/tarım, temiz su ve yenilenebilir enerji olacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda, sürdürülebilir tarımsal kalkınmayı gerçekleştirmek için bu kaynakların daha verimli kullanılması bir zorunluluktur. Verimi arttırmak için de dijital ve akıllı teknolojilerin çiftçilerin hizmetine sunulması gerekmektedir.

Endüstri 4.0 ile birlikte tarımsal makineler ve robotlar, nesnelerin interneti, büyük veri, yapay zekâ, insansız hava araçları, insansız yer araçları ve robotik gibi teknolojiler güvenli, sürdürülebilir ve yüksek verimli gıda üretimini destekleyerek artmakta olan dünya nüfusunun ihtiyaçlarına cevap verebilecektir. Ancak, tarım robotlarının ve diğer teknolojik uygulamaların saha koşullarına tam anlamıyla uyum sağlamadığı ve çeşitli zorluklarla karşılaştığı da yadsınamaz bir gerçektir. Bu nedenle, sonraki araştırmaların, bu teknolojilerin dayanıklılığını artırmaya ve çiftçilerin ihtiyaçlarına daha uygun hale getirilmesine yardımcı olmaya yönelik olması araştırmacılara yön verecektir.

Ek olarak; devlet, üniversiteler ve özel sektör arasında iş birliği sağlanarak tarım teknolojilerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için ortak projeler yürütülebilir. Başarılı tarım projelerinin örnekleri duyurulmalı ve yaygınlaştırılmalıdır. Böylelikle, diğer çiftçilerin de bu projelerden faydalanması sağlanabilir. Küçük ölçekli tarım işletmelerinin de teknolojiye yararlanabilmesi için uygun koşullar sağlanmalı ve eğitim olanakları sunularak bu işletmelerin gelişmesi desteklenmelidir. Tarım sektöründe yapılan Ar-Ge çalışmaları artırılarak yenilikçi çözümler geliştirilmelidir. Böylelikle, sektörün rekabet gücü artırılarak sürdürülebilir tarım teşvik edilmiş olacaktır.

Bu çalışmada literatürde çeşitli sektörler için önerilen dijital dönüşüm ve dijital olgunluk modelleri incelenerek tarım sektöründe dijital dönüşümün değerlendirilmesi sürecinde göz önünde bulundurulması gereken önemli ana kriterler belirlenmiştir. Gelecek çalışmalar için bu çalışmanın sonucunda elde edilen kriter setinin tarım sektörüne uygun olarak genişletilmesi ve bütüncül bir karar verme mekanizması ile bu kriterlerin önceliklendirilerek tarımda dijital dönüşüm için bir yol haritası çıkarılması amaçlanmaktadır. Sonuç olarak, öncelikle Türkiye'nin bir tarım ülkesi olduğu unutulmamalıdır. Endüstri 4.0'ın tarım sektöründeki uygulamaları, sektörü daha akıllı, verimli ve sürdürülebilir bir geleceğe taşıma potansiyeli taşımaktadır. Ancak, bu teknolojilerin başarılı bir şekilde tarıma entegre edilebilmesi için daha fazla Ar-Ge çalışması, sektöre yönelik çözümler ve çiftçilerin ihtiyaçlarına odaklanan inovasyonlar gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Abdalla, Z. F., & El-Ramady, H. (2022). Applications and Challenges of Smart Farming for Developing Sustainable Agriculture. *Environment, Biodiversity and Soil Security*, 6(2022), 81-90.

Alekseeva, S., Volkova, G., Sukhanova, O., & Fudina, E. (2021). Digital transformation of agricultural industrial complex in the implementation of its development strategy. *Series Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development*, 21(2), 19-25.

Alem, S., Toprak, B., Tolga, B., & Tolga, A. Ç. (2023, August). Level of Automation Assessment for Controlled-Environment Hydroponic Agriculture via Fuzzy MCDM Method. In *International Conference on Intelligent and Fuzzy Systems* (pp. 45-52). Cham: Springer Nature Switzerland.

Ataman, A.C. (2018), Savunma Sanayinde Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Tereddütlü Bulanık AHP Yöntemi İle Önceliklendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Aydın, N. (2022). Tarım Sektöründe Bilgi Teknolojileri. *Balkan & Near Eastern Journal of Social Sciences (BNEJSS)*, 8.

Asare-Kyei, D (n.d.). Big Data: The Future Of Sustainable Agriculture In Ghana. Erişim tarihi: 9 Ekim, 2022, <https://esoko.com/big-data-sustainable-agriculture/>

Baki, B , Serdar, D . (2020). Sanayi 4.0 olgunluk düzeyinin değerlendirilmesine yönelik çok kriterli bir yaklaşım: lojistik sektörü uygulaması. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 38 (4) , 655-693 . doi: 10.17065/huniibf.693578.

Baltacı, İ. (2020). Lojistik sektöründe dijital olgunluk seviyesinin ölçülmesi ve bir uygulama”Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Bıçakçı, S.N. 2019. Nesnelerin İnterneti, *Takvim-i Vekayi*, 24-36, ISSN: 2148-0087.

Bibby, L., B. Dehe (2018). Defining and assessing industry 4.0 maturity levels – case of the defence sector”, *Production Planning & Control*, 29(12), 1030-1043.

Borštnar, M. K., & Pucihar, A. (2021). Multi-attribute assessment of digital maturity of SMEs. *Electronics*, 10(8), 885.

Büyüközkan, G., Güler, M. (2020). Analysis of companies’ digital maturity by hesitant fuzzy linguistic MCDM methods. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 38(1), 1119-1132.

Büyük, A. M., Ateş, G., Burghli, S., Yılmaz, D., Temur, G. T., & Sivri, Ç. (2021). Digital Maturity Assessment Model for Smart Agriculture. In *Digital Conversion on the Way to Industry 4.0: Selected Papers from ISPR2020, September 24-26, 2020 Online-Turkey* (pp. 289-301). Springer International Publishing.

Chen, Q., Zhang, W., Jin, N., Wang, X., & Dai, P. (2022). Digital Transformation Evaluation for Small-and Medium-Sized Manufacturing Enterprises Using the Fuzzy Synthetic Method DEMATEL-ANP. *Sustainability*, 14(20), 13038.

De Carolis, A., Macchi, M., Negri, E., Terzi, S. (2017). Guiding Manufacturing Companies Towards Digitalization: A Methodology for Supporting Manufacturing Companies in Defining Their Digitalization Roadmap. *International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*, IEEE, 487-495.

Dayıoğlu, M. A., & Turker, U. (2021). Digital transformation for sustainable future-agriculture 4.0: a review. *Journal of Agricultural Sciences*, 27(4), 373-399.

Duman, B., & Özsoy, K. Endüstri 4.0 Perspektifinde Akıllı Tarım. 4th International Congress On 3d Printing (Additive Manufacturing) Technologies And Dığital Industry.

Eke, E. (2018). Lojistik sektöründe faaliyet gösteren firmaların endüstri 4.0 olgunluk seviyesinin ölçülmesi (Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Ercan Ş., Öztep, R., Güler, D., Saner G. 2019. Tarım 4.0 ve Türkiye'de Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 2019, 25:2,259-265.

Etkeser, S , Apilioğulları, L . (2021). Designating Industry 4.0 Maturity Items and Weights for Small and Medium Enterprises . *Bilişim Teknolojileri Dergisi* , 14 (1) , 79-86 . DOI: 10.17671/gazibtd.733460.

Gökrem, L., Bozuklu, M. 2016. Nesnelerin İnterneti: Yapılan Çalışmalar ve Ülkemizdeki Mevcut Durum, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 13, 47 -68.

Heinz, D., Benz, C., Silbernagel, R., Molins, B., Satzger, G., & Lanza, G. (2022). A Maturity Model for Smart Product-Service Systems. *Procedia CIRP*, 107, 113-118.

Hizam-Hanafiah, M., Soomro, M. A., Abdullah, N. L. (2020). Industry 4.0 readiness models: a systematic literature review of model dimensions. *Information*, 11(7), 364.

Hrustek, L. (2020). Sustainability driven by agriculture through Digital transformation. *Sustainability*, 12(20), 8596.

Kaya, İ., Erdoğan, M., Karaşan, A., Özkan, B. (2020). Creating a road map for industry 4.0 by using an integrated fuzzy multicriteria decision-making methodology. *Soft Computing*, 24(23), 17931-17956.

Kayar, A. (2019). İmalat sektöründeki işletmelerde endüstri 4.0'a geçiş için dijital olgunluk seviyesinin belirlenmesi: Yeni bir model önerisi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Keskin, F.D., İ. Kabasakal, Y. Kaymaz, H. Soyuer (2019). An Assessment Model for Organizational Adoption of Industry 4.0 Based on Multi-criteria Decision Techniques", *The International Symposium for Production Research*, 85–100.

Kıyıklık, A., Kuşakcı, A. O., Mbowe, B. (2022). A digital transformation maturity model for the airline industry with a self-assessment tool. *Decision Analytics Journal*, 100055.

Kirmikil, M., & Ertaş, B. (2020). Tarım 4.0 ile Sürdürülebilir Bir Gelecek. *Icontech International Journal*, 4(1), 1-12.

- Klötzer, C., A. Pflaum (2017), Toward the Development of a Maturity Model for Digitalization within the Manufacturing Industry's Supply Chain, Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), 50, 4210-4219.
- Liu, Y., Ma, X., Shu, L., Hancke, G. P., & Abu-Mahfouz, A. M. (2020). From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: Current status, enabling technologies, and research challenges. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17(6), 4322-4334.
- Martins, F. S., Fornari Junior, J. C. F., Mazieri, M. R., & Gaspar, M. A. (2023). A fuzzy AHP analysis of potential criteria for initiatives in digital transformation for agribusiness. *RAM. Revista de Administração Mackenzie*, 24.
- Mendes, J. A. J., Carvalho, N. G. P., Mourarias, M. N., Careta, C. B., Zuin, V. G., & Gerolamo, M. C. (2022). Dimensions of digital transformation in the context of modern agriculture. *Sustainable Production and Consumption*, 34, 613-637.
- Nemchenko, A. V., Dugina, T. A., Likholetov, E. A., Shaldokhina, S. Y., & Likholetov, A. A. (2020). Digital Transformation of Agricultural Production: Regional Aspect. In *Iv International Scientific And Practical Conference Modern S&T Equipments And Problems in Agriculture*, 158-168.
- Safiullin, N. A., Kurakova, C. M., Valeeva, G. A., & Yachina, L. T. (2022). Evaluation of digital maturity for agricultural organizations based on DMPTSC analysis. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 52, p. 00020). EDP Sciences.
- Schumacher, A., S. Erol, W. Sihn (2016), A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. *Prodecia CIRP*, 52, 161-166. doi: 10.1016/j.procir.2016.07.040.
- Shamshiri, R. R., Weltzien, C., Hameed, I. A., Yule, I. J., Grift, T. E., Balasundram, S. K., Pitonakova, L., Ahmad, D., & Chowdhary, G. (2018). Research and development in agricultural robotics: A perspective of digital farming. *Int J Agric & Biol Eng*, 11(4), 1–14.
- Simetinger, F., & Basl, J. (2022). A pilot study: An assessment of manufacturing SMEs using a new Industry 4.0 Maturity Model for Manufacturing Small-and Middle-sized Enterprises (I4MMSME). *Procedia Computer Science*, 200, 1068-1077.
- Şahin, H. (2022). Dijital Tarım, Tarım 4.0, Akıllı Tarım, Robotik Uygulamalar ve Otonom Sistemler. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 18(2), 68-83.
- Ting, C. Y., Kuen, C. M., Chung-Min, W., & Yu, W. H. (2022). Assessing the Digital Transformation Maturity of Motherboard Industry: A Fuzzy AHP Approach. *BOHR International Journal of Finance and Market Research*, 1(1), 68–8.
- Tupa J., Simota J., Steiner F., (2017). Aspects of risk management implementation for Industry 4.0, 27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2017, 27-30 June 2017, Modena, Italy, *Procedia Manufacturing* 11 (2017) 1223 – 1230.

Uzun, Y., Bilban, M.ve Arıkan, H.,2018. Tarım ve Kırsal Kalkınmada Yapay Zeka Kullanımı, VI. Uluslararası KOP Bölgesel Kalkınma Sempozyumu, 26-27 Ekim, Konya.

Von Leipzig, T., Gamp, M., Manz, D., Schöttle, K., Ohlhausen, P., Oosthuizen, G., von Leipzig, K. (2017). Initialising customer-orientated digital transformation in enterprises. *Procedia Manufacturing*, 8, 517-524.

Wagire, A. A., Joshi, R., Rathore, A. P. S., Jain, R. (2021). Development of maturity model for assessing the implementation of Industry 4.0: learning from theory and practice. *Production Planning & Control*, 32(8), 603-622.

Wibowo, A., Taufik, J. (2017). Developing a self-assessment model of risk management maturity for client organizations of public construction projects: Indonesian context.

Zhang, A., Hobman, E., Smith D. and Guan, X. (2019). A Digital Maturity Index and Assessment Tool for the Agricultural Industry. Retrieved from <https://www.crdc.com.au/sites/default/files/Digital%20Maturity%20%20index%20and%20assessment%20tool.pdf>

WATER SAFETY INFORMATION NEEDS OF RURAL WOMEN FARMERS IN NSUKKA AGRICULTURAL ZONE ENUGU STATE, NIGERIA

Aguorah, Ogechi Loveth

Department of Agricultural extension University of Nigeria, Nsukka

Prof. A. E Agwu

Department of Agricultural Extension University of Nigeria, Nsukka

Okoro, John Chukwuma

Department of Agricultural Extension University of Nigeria, Nsukka

ABSTRACT

The study assessed the water safety information needs of rural women farmers in Nsukka agricultural zone, Enugu State, Nigeria. Water is an important resource required in almost of activities of human ranging from domestic to industrial and agricultural use. It is therefore important that this resource is preserved and protected from contamination. culturally, every gender has a role and women are saddled with the responsibility of collecting water for household use. They require the necessary information as regards to water safety so as to ensure that the water used in the home is free from contamination and the household is also free from any diseases associated with water contamination. Using purposive and on the spot sampling technique, 60 rural women farmers were selected and data were collected through the use of a structural interview schedule. Descriptive statistics and factor analysis were used for the analysis. Results of the study showed that majority of the farmers were between the ages of 20-30 years, majority (45%) were married and majority (53.3%) had household size of 6-10 persons. The major sources of water among the respondents were rain (100%), borehole (95%), water vendor (71.7%), well (65%). The major sources of information on water safety were family members (85%), fellow women and Personal Observation (83.3%) respectively, radio (81.7%), health workers (78.3%). Rural women have moderate knowledge 98.3% on water safety. All the respondents (100%) clean their containers, 66.7% clean twice a week, 55% clean on a weekly basis. Majority (95%) use containers with covers in collecting their water, (80%) use cups with handle to fetch water from the storage container, majority (83.3%) keep the item for fetching water from the storage container outside the container. The major information needs were the preventive measures against water contamination (\bar{x} =3.57), sanitation and hygiene practices (\bar{x} =3.05), prevention of water-borne diseases ad illness (\bar{x} =3.20), identification of contaminated water (\bar{x} =2.80), to ensure utilization of clean water for household chores (\bar{x} =2.75), proper water treatment method (\bar{x} =2.72). the major strategy to improve knowledge on water safety were providing affordable and sustainable water supply (\bar{x} =2.82), providing easy access to water (\bar{x} =2.72), incorporating safe water education in schools (\bar{x} =2.47), teaching and training rural women on water safety and hygiene practice (\bar{x} =2.45), use of local radio channels (\bar{x} =2.32), partnership with local health clinics to integrate safe water education (\bar{x} =2.28), promoting the use of appropriate water storage containers (\bar{x} =2.27), creating informative and visually appealing materials in local languages (\bar{x} =2.23), training on the various water treatment methods such as boiling (\bar{x} =2.22). the study

recommended that policies and programmes involving the major information needs of the rural women should be developed so as to address the major needs of rural women on water safety. Also, policy makers, extension agents, non-governmental organisations and related institutions should consider the influence of fellow women, women meetings, friends and neighbours as essential sources of information and as such require adequate training so as to disseminate information efficiently and accurately.

Keywords: water safety, information needs, rural women farmers

INVESTIGATING THE MICROSCOPIC PROPERTIES OF WOOL USED IN HAND- WOVEN CARPET YARN IN EAST AZERBAIJAN PROVINCE

Seyed Abbas Rafat

Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Habib Cheraghi

Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Iran's wool production does not sufficient quantitatively for the textile and carpet weaving industry, so there is a concern that sometimes high-quality wool is not used in the production of carpet yarns. The present project was carried out with the aim of investigating the wool characteristics in a number of yarns in terms of some required quality characteristics. Another goal was to provide the information needed by the industry for the breeding of some wool sheep by microscopic examination of the wool used in carpet yarn. This research was limited to yarns used in rural carpets. Characteristics of diameter, percentage of continuous and non-continuous medulla fibers of true wool fibers, standard deviation, minimum and maximum, and correlations were investigated. The results showed that there is a high variation in terms of color inside a yarn sample. Even inside a type of yarn with color specifications different colored and white fibers can be seen. The reason for that could be the presence of colored spots or so-called blackheads animals among flocks. Another reason could be the mixing of different types of wool during different processes. Sorting at the origin of sheared wool will help to increase the quality of the wool product needed by the carpet weaving industry. Fortunately, in the analyzed samples of Azerbaijan carpet wool, tanner wool is not mixed with new wool. It is necessary for the Ministry of Agriculture to identify a number of susceptible sheep breeds in the country and develop plans for the production of high-quality wool in the country. The disadvantages observed in these samples can be fixed by controlling environmental and genetic factors.

INTERACTION OF MAHOUTS WITH TAME SUMATERA ELEPHANTS (*Elephas maximus sumatranus*) IN GRAZING ACTIVITIES AT THE ELEPHANT TRAINING CENTER OF WAY KAMBAS NATIONAL PARK

Rahma Yani M Nur

Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Gunardi Djoko Winarno

Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Yulia Rahma Fitriana

Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Bainah Sari Dewi

Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung

ABSTRACT

Way Kambas National Park is one of the nature conservation areas located in Lampung Province. The reason for its establishment is to protect the area and natural habitat used by various wild animals and some of the plants in it. In Way Kambas National Park there is also an Elephant Training Center which has the main function as an effort in maintaining, caring for and training elephants with the help of mahouts. Sumatran elephant are one of the animals that have a risk of extinction in the near future due to declining population, so a human role is needed to maintain the elephant population, which can be done by mahouts, one of which is through grazing activities. Grazing is an elephant maintenance and monitoring activity carried out in grazing areas with the aim of protecting and conserving elephant populations so that conservation efforts can be carried out and can ensure the survival of the species. In the implementation of Sumatran elephant grazing activities, interaction between elephants and mahouts is certainly needed. The purpose of this study is to identify the interactions of mahouts with tame Sumatran elephants in grazing activities at the Elephant Training Center. The research data were collected in November-December 2023, with the location being in the RPTN Margahayu SPTN III Kuala Penet area, the Way Kambas National Park, Elephant Training Center. The methods used in this research are literature study, observation and interviews (purposive sampling). The data analysis used is qualitative analysis with descriptive methods and ad libitum sampling.

Keywords : interaction, grazing, elephants

CHANGES IN THE PHYTOCHEMICAL PROFILE OF ENDOPHYTIC *Bacillus velezensis* VTRNT 01 ISOLATED FROM *Adenosma bracteosum* Bonati DUE TO BACTERIAL ELICITORS

Thanh-Dung Nguyen

Can Tho University, Can Tho, Vietnam

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2417-0012>

Thi-Pha Nguyen

Can Tho University, Can Tho, Vietnam

Huu-Hiep Nguyen

Can Tho University, Can Tho, Vietnam

Huu-Thanh Nguyen

An Giang University, Vietnam National University, Ho Chi Minh City, Vietnam

ABSTRACT

Bacterial elicitors have been recognized for their ability to enhance the production of secondary metabolites in endophytic bacteria inhabiting medical plants, an area that remains relatively understudied. The present study was established to estimate the effects of bacterial elicitors (i.e., *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Aeromonas hydrophila*) on the phytochemical profile of endophytic *Bacillus velezensis* VTRNT 01 (VTRNT 01), isolated from *Adenosma bracteosum* Bonati. The results of preliminary experiments of the antibacterial activity against *S. aureus*, *E. coli*, and *A. hydrophila* of VTRNT 01 attributed to its capacity for nutraceutical generation. GC-MS data revealed the presence of 42 chemical compounds, with Benzeneacetic acid (CAS) Phenylacetic acid considered the prominent constituent. Significantly, co-cultivation with bacterial elicitors resulted in the exclusive production of 15 compounds, with fourteen tentatively identified as possessing established antimicrobial properties. These compounds span a range of chemical groups, including acids, alcohols, aldehydes, esters, ethers, fatty amides, flavonoids, hydrocarbons, ketones, and others. The findings enrich our comprehension of the intricate interplay between endophytic bacteria and their bacteria elicitors, unveiling promising avenues for augmenting the synthesis of bioactive compounds of pharmaceutical or agricultural importance.

Keywords: *Adenosma brateosum* Bonati, antibacterial, *Bacillus velezensis* VTRNT 01, bacterial elicitors, phytochemical profile.

ANALYSING THE POSSIBLE INSECTICIDAL EFFECTS OF THE PHENOLIC COMPONENTS OF TWO SAHARAN BISKRA PLANTS

Djellouli Amir

Université mohammed chérif mesaadia de Souk-Ahras, Algeria

Berredjem Yamina

Laboratory for Water and Environmental Sciences and Technology, University of soukahras, Algeria

Hattab Zhou

Badji Mokhtar-Annaba University, Algeria.

Guesmia Hadjer

Center for Scientific and Technical Research on Arid regions CRSTRA, Biskra, 07000, Algeria

Mokhtar Mhenni

Center for Scientific and Technical Research on Arid regions CRSTRA, Biskra, 07000, Algeria

Azri Naima

Department of industrial Chemistry, University of Biskra, PO Box 145, Biskra, 07000, Algeria

Sara Ncibi

Institut National Agronomique De Tunisie, Tunisie

ABSTRACT

The present work, is about the dosage of the phenolic compounds of two Saharan plants, *Anvillea radiata* and *Astragalus armatus* and their insecticidal (*Aphis gossypii*) and microbial (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*., *Candida albicans*) effectiveness. The dosage of the total polyphenols and flavonoids is carried out by the method of Folin-Ciocalteu and AlCl₃ respectively, the phenol contents of *Anvillea radiata* ethanol = 91.06 ± 13.8 ., *Astragalus armatus* ethanol = 82.17 ± 10.8 , *Anvillea radiata* chloroforme = 24.17 ± 4.12 and *Astragalus armatus* chloroforme = 35.28 ± 13.3 $\mu\text{g EGA} / \text{mg DM}$. While the flavonoid contents remain low for all extracts (*Anvillea radiata* ethanol = 5.40 ± 2.8 , *Astragalus armatus* ethanol = 0.3125 ± 0.2 , *Anvillea radiata* chloroforme = 1.6 ± 0.6 and *Astragalus armatus* chloroforme = 0.312 ± 25.7 $\mu\text{g EGA} / \text{mg DM}$). Both chloroform and ethanolic extracts from *A. radiata* revealed antibacterial activity against *staphylococcus aureus* bacilli, with zones of inhibition of 10 ± 2.6 mm and 16.5 ± 2.1 mm respectively, on the other hand the four extracts of the two plants showed an insecticidal effect for the three doses.

Keywords: Characterization; antioxidants; phenolic compounds; flavonoids; Saharan plants

THE THREAT OF RICE BLAST DISEASE: SIGNIFICANT CHALLENGES IN RICE PRODUCTION AND MANAGEMENT STRATEGIES

Elwahab Fathalah

University Ibn Toufail, Faculty of Sciences, Laboratory of Plant, Animal, and Agro- Industry Productions, B.P. 242, 14000 Kenitra, Morocco
<https://orcid.org/0000-0002-3154-361X>

Ziri Rabea

University Ibn Toufail, Faculty of Sciences, Laboratory of Plant, Animal, and Agro- Industry Productions, B.P. 242, 14000 Kenitra, Morocco
<https://orcid.org/0000-0002-5223-8235>

Brhadda Najiba

University Ibn Toufail, Faculty of Sciences, Laboratory of Plant, Animal, and Agro- Industry Productions, B.P. 242, 14000 Kenitra, Morocco
<https://orcid.org/0000-0003-1994-0310>

Sedki Mohamed

Regional Center of Agricultural Research of Kenitra, B.P. 257, 14000 Kenitra, Morocco

Abstract

Rice stands as a crucial staple for the global population, directly or indirectly supporting the dietary needs of the majority. However, the constant threat of various biotic stresses poses a significant challenge to the yield of this vital crop. Among these challenges, rice blast, attributed to *Magnaporthe oryzae* (*M. oryzae*), emerges as a particularly devastating disease, annually causing severe yield losses and posing a pervasive threat to rice production worldwide. In the ongoing pursuit of effective control measures, the development of resistant rice varieties has proven to be both a highly efficient and economically viable approach. The significant fluctuation of *M. oryzae* makes long-term resistance difficult to attain. The considerable variability of *M. oryzae* presents a challenge to achieving enduring resistance. Despite the cloning of approximately 100 resistance genes in rice, creating resistant varieties through quantitative loci remains a focal point. This approach is recognized as highly effective and cost-efficient for mitigating the impact of the rice blast. A focal point of the review is the exploration of diverse management strategies deployed worldwide to combat rice blast disease. From traditional agricultural practices to cutting-edge technologies, this review explores the fundamentals of rice blast disease and proposes strategies to mitigate its impact. The aim is to minimise disease activities, ensuring optimal rice production and an increased supply of quality rice grains. Harnessing R genes through molecular breeding is a vital strategy for enhancing rice blast resistance and ensuring sustainable and productive rice cultivation. Ongoing research and innovation are indispensable to stay ahead of the evolving dynamics of plant pathogens.

Keywords: rice blast, resistance genes, *Magnaporthe oryzae*, management strategies.

***IN VITRO* MULTIPLICATION OF *STEVIA REBAUADIANA* BERTONI**

Ghizlane Bouaaza

Regional Agricultural Research Center, Kénitra, Morocco.

Plant, Animal, and Agro-industry Production Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kénitra, Morocco.

Ouiam Chetto

Regional Agricultural Research Center, Kénitra, Morocco.

Rachid Benkirane

Plant, Animal, and Agro-industry Production Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kénitra, Morocco.

Hamid Benyahia

Regional Agricultural Research Center, Kénitra, Morocco.

Abstract

Stevia is an industrially and medicinally important plant used as a sweetener belonging to the family Asteraceae. The leaves of this plant contain a group of chemical compounds called steviol glycosides, which has used as a natural sweetener substitute for sugar for a long time. The study was aimed to develop a reproducible protocol for in vitro propagation of *Stevia rebaudiana* Bertoni. Nodal explants were cultivated on Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with different concentrations of 6-Benzylaminopurine (BAP), Kinetin (Kin), and Indole-3-acetic acid individually or in combination for shoot induction. After a month, the leafy stems were placed in an MS medium supplemented with IAA and 1-Naphtalenacetic acid at 0.5 mg/L for rooting. MS medium without hormones (the control) produced the highest percentage of bud burst. The best treatment for shoots regeneration was MS medium supplemented with 1.5 mg/L BAP and 0.25 mg/L KIN. Medium with the highest multiplication rate was found to include MS fortified with 0.5 mg/L KIN. The medium MS supplemented with 0.5 mg/L IAA showed the maximum number of roots per shoot. About 93% of rooted plants were successfully acclimatized on pots containing peat (60%) and sand (40%).

Keywords: Micropropagation, Nodal explant, Self-incompatible, *Stevia rebaudiana*, Seeds propagation, Rooted plants

THE CACTUS SCALE INSECT, DISPIS ECHINOCACTI BOUCHÉ (HEMIPTERA: DIASPIDIDAE), INFESTING THE PRICKLY PEAR CACTUS OPUNTIA FICUS-INDICA IN MOROCCO

MRABTI Imane

National Institute for Agricultural Research, Regional Center for Agricultural Research of
Kenitra, Kenitra, Morocco
Faculty of Sciences, Laboratory of Plant, Animal, and Agro-Industry Productions, University
Ibn Tofail, Kenitra, Morocco
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-658-4291>

ZIRI Rabea

Faculty of Sciences, Laboratory of Plant, Animal, and Agro-Industry Productions, University
Ibn Tofail, Kenitra, Morocco
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5223-8235>

GRIJJA Hassan

National Institute for Agricultural Research, Regional Center for Agricultural Research of
Kenitra, Kenitra, Morocco
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-3905-8173>

MASUMEH Moghaddam

Insect Taxonomy Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection,
Agricultural Research Education and Extension Organization, Tehran, Iran.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4544-2892>

BRHADDA Najiba

Faculty of Sciences, Laboratory of Plant, Animal, and Agro-Industry Productions, University
Ibn Tofail, Kenitra, Morocco
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1994-0310>

SMAILI Moulay Chrif

National Institute for Agricultural Research, Regional Center for Agricultural Research of
Kenitra, Kenitra, Morocco
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2390-6476>

Abstract

A study conducted across 460 sites in 28 provinces in northern Morocco, spanning from autumn 2020 to winter 2022, revealed that the cochineal *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae) was the only scale insect found on the pads of the prickly pear cactus *Opuntia ficus-indica* in numerous regions during 2020 and the first half of 2021. However, a significant infestation of both pads and fruits of *O. ficus-indica* by *Diaspis echinocacti* Bouché (Hemiptera: Diaspididae) was subsequently observed at three sites in Morocco, posing a serious potential threat to the country's cacti. The morphology of adult males and females of *Diaspis echinocacti* is described, along with a microscopic examination of 60 slide-mounted adult females. Additionally, two predators, *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell (Coleoptera: Coccinellidae) and *Cybocephalus* sp. (Coleoptera: Nitidulidae), as well as two hymenopteran parasitoids, the ectoparasitoid *Aphytis* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae) and an endoparasite from the family Encyrtidae, have been identified in association with cactus scales.

Keywords: Morocco, current status, *Diaspisechinocacti*, *Opuntia ficus-indica*

NAVIGATING GENDER-BASED VIOLENCE IMPACTS ON WOMEN FARMERS' LIVELIHOODS AND MITIGATION STRATEGIES IN SELECTED SOUTH EASTERN STATES IN NIGERIA

Okoroafor Charles Chiadikaobi

Present Address: Department of Agricultural Extension, University of Nigeria Nsukka
<https://orcid.org/0009-0005-3320-0783>

Ohagwu Violet Amarachukwu

Present Address: Department of Agricultural Extension, University of Nigeria Nsukka
[https:// orcid.org/0000-0002-9587-9411](https://orcid.org/0000-0002-9587-9411)

Nwokike Chiamaka Blessing

Present Address: Department of Agricultural Extension, University of Nigeria Nsukka
<https://orcid.org/0009-0003-2933-2375>

ABSTRACT

A comparative study conducted in Nigerian South-eastern states, Enugu and Anambra, delved into the far-reaching consequences of gender-based violence (GBV) on women farmers and their agricultural livelihoods. In the Enugu State study, 90% of the surveyed women were found to be aware of GBV, and they reported alarming incidents of physical, sexual, and verbal abuse. This violence hindered their economic empowerment and led to profound psychological distress, including fear, anxiety, low self-esteem, and trust issues. These emotional hardships resulted in reduced income and hindered agricultural productivity, potentially driving victims to consider rural-urban migration. To counter the detrimental effects of GBV, the study recommended a multifaceted approach. Key strategies included raising awareness about GBV, providing women with skills training and capacity-building programs, and ensuring access to support systems. Enforcing policies, addressing the root causes of GBV, and fostering collaboration and partnerships were also seen as effective means to tackle this pervasive issue. The Anambra State study revealed that GBV inflicted emotional distress on women farmers, causing fear, anxiety, low self-esteem, and trust issues. On the agricultural front, GBV resulted in reduced crop yields, physical and emotional exhaustion, diminished livestock production, and lower income. To mitigate these impacts, the study proposed creating GBV awareness, offering skill acquisition programs, challenging cultural norms that perpetuate GBV, and enhancing access to support systems. Both studies highlighted the importance of empowering women economically, socially, and politically to reduce their vulnerability to GBV. This involves promoting women's participation in decision-making processes, offering opportunities for skill development, and providing accessible support systems, including counselling and legal services. Additionally, governments were encouraged to establish mechanisms for reporting GBV cases within agricultural settings to foster safer and more equitable environments for women farmers in Nigeria.

Keywords: Gender-based violence, livelihood, women, farmers, physical, sexual, empowerment etc.

INTRODUCTION

Gender-based violence (GBV) is a global issue that inflicts severe physical, psychological, and socio-economic consequences, disproportionately impacting women, particularly in the agricultural sector. Women represent a substantial portion of the world's agricultural labour force, making significant contributions to global food security (FAO, 2020). However, women farmers frequently grapple with challenges like limited access to resources, credit, and markets, which hinder their economic empowerment and livelihoods. GBV exacerbates these challenges, diminishing women's involvement in the labour force, reducing their earnings, and constraining their access to vital resources, such as credit and land (Kabeer, 2020). The adverse effects of GBV extend beyond the emotional and psychological realm, significantly affecting agricultural productivity and contributing to food insecurity. In addition, GBV can undermine women's decision-making power, mobility, and access to resources, thereby impacting their ability to manage natural resources sustainably (FAO, 2019). GBV's multifaceted implications on agricultural production and livelihoods make it a critical issue to address, particularly in regions where women's agricultural contributions are central to their economic well-being and food security. In Nigeria, where GBV poses a significant challenge, statistics reveal that 28% of women have experienced physical violence, while 7% have experienced sexual violence (NBS, 2019). GBV not only restricts women farmers' access to land, credit, and markets but also has a profound impact on their physical and mental well-being, impairing their ability to contribute to their families' livelihoods. Empowering women economically and socially, promoting gender equality, and involving men and boys in efforts to address GBV are essential components of addressing this issue and fostering sustainable agricultural livelihoods (UNDP, 2019).

Gender-based violence (GBV) is a pervasive global issue with severe repercussions for women, particularly those engaged in agriculture. Despite the essential role women farmers play in contributing to food security and poverty reduction, they often encounter obstacles like limited access to resources, discrimination, and unequal power dynamics. GBV further exacerbates these challenges, inhibiting women's full participation in agricultural activities, hindering their access to vital resources, and undermining their economic well-being (FAO, 2018). Addressing GBV in rural areas necessitates a comprehensive approach encompassing legal reforms, awareness campaigns, and improved access to support services, alongside the promotion of gender equality (UNDP, 2019). Understanding the specific challenges faced by women farmers and the factors contributing to GBV in this context is critical. Therefore, the problem statement of this study is to investigate the prevalence, impact, and factors contributing to GBV among women farmers in Nigeria. The pertinent questions therefore are; What are the socio-economic characteristics of women farmers in Enugu & Anambra state? What are women farmers' experiences of gender-based violence in Enugu & Anambra state? What are the effects of gender-based violence on women farmers in Enugu & Anambra state? What are the effects of gender-based violence on women's agricultural livelihood in Enugu & Anambra state? What are strategies for curbing the effect of gender-based violence on agricultural production in Enugu & Anambra state?

This study aims to examine the effects of gender-based violence (GBV) on women farmers' livelihoods in Nigeria and its specific objectives were to;

1. determine the socio-economic characteristics of women farmers in Enugu & Anambra state;
2. examine the effect of gender-based violence on women's agricultural livelihood in Enugu & Anambra state.
3. determine the strategies for curbing the effects of gender-based violence on agricultural production in Enugu and Anambra states.

The study on the effects of gender-based violence (GBV) on women farmers' livelihoods in Nigeria is significant for several reasons. It adds to the growing body of literature on GBV in Nigeria and provides a deeper understanding of the unique experiences of women farmers in rural areas. It also sheds light on the impact of GBV on women farmers' agricultural production, which has implications for food security and rural development in Nigeria and the study's findings can inform policy and practice aimed at curbing GBV in agricultural production in Nigeria, which can improve the lives of women farmers and promote gender equality. Therefore, the study on the effects of GBV on women farmers' livelihoods in Nigeria is significant because it addresses a critical gap in knowledge, contributes to the attainment of sustainable development goals, and has practical implications for policy and practice.

METHODOLOGY

The Multistage sampling method for this study involves a structured process to select a representative sample of 60 women farmers who have experienced gender-based violence. The first step involves identifying the population of interest, which were individual women farmers or farming households where women actively engage in farming activities. In the second stage, two out of the three senatorial zones, specifically Enugu North and Enugu East Senatorial Zones, are randomly selected. In the third stage, three Local Government Areas (LGAs) are chosen from each selected senatorial zone, resulting in a total of six LGAs. The fourth stage involves selecting two communities from each LGA, yielding twelve town communities in total. These communities include Edem-Ani and Obukpa from Nsukka LGA, Aku and Ohodo from Igbo-etiti LGA, Obollo-Afor and Orba from Udenu LGA, Obioma and Ngwo-Asa from Enugu-East LGA, Umunevo and Ogui New Layout from Enugu North LGA, and Uwani and Achara Layout from Enugu-South LGA, all chosen using simple random sampling. Finally, in the fifth stage, individual women farmers will be selected from these communities, with five respondents chosen from each town community, culminating in a total of 60 respondents. Similarly, in Anambra State, a Multistage sampling procedure was also used for the research study. The study focuses on three senatorial zones: Anambra North, Anambra Central, and Anambra East. Within each of these zones, specific Local Government Areas (LGAs) are selected. For instance, in Anambra North, LGAs like Idemili North, Idemili South, and Njikoka are chosen. From these LGAs, particular communities, including town communities, are identified. Some of the town communities selected are Ogidi and Nkpor in Idemili North, Akwa-Ukwu and Oba in Idemili South, and Abagana and Nimo in Njikoka. In each of these town communities, five respondents are selected, totalling 60 respondents for the research study.

The research design employed in this study is a survey method, where closed-ended questionnaires and face-to-face interviews were used as primary data collection instruments to investigate gender-based violence (GBV) experienced by women farmers in three agricultural zones. These zones were explored to assess the socio-economic characteristics of the women farmers and their farming-related factors, such as age, education level, marital status, household size, farm size, farm ownership, participation in social organizations, access to credit, income level, and religious affiliation. Additionally, the study evaluated the effects of

GBV on women's lives and agricultural production, utilizing a Likert-type scale to gauge the severity of these effects. Strategies for mitigating the impact of GBV on agricultural production were also explored on the same scale. The data analysis process involved the presentation of socio-economic characteristics, effects of GBV on women, and strategies for addressing GBV's effects using various statistical methods such as frequency and percentage for objectives 1, mean and standard deviation for objectives 2 & 3. The statistical software IBM SPSS Statistics version 21.0 was employed for the analysis.

3.1. RESULTS, ANALYSIS AND DISCUSSIONS

The findings of the study were presented under the following subheadings:

3:1 Socio-economic characteristics of the respondents

3:2 Effects of Gender-based Violence on Women

3:3 Effects of Gender-based Violence on Agricultural Production

Socio-Economic Characteristics

In the study conducted in Enugu State, the results presented in Table 1 reveal that a significant portion of women farmers were within the economically active age group, with 16.6% below 30 years, 26.7% between 30 to 39 years, and 23.3% between 40-49 years. The mean age of the women farmers was 43 years, aligning with findings from Bashir et al. (2021) in Enugu State. In Anambra State, the majority of respondents (35%) fell within the 31-40 age range, considered able-bodied and in their prime working years. The mean age was calculated at 47.68 years, suggesting that a substantial portion of women farmers in Anambra State were relatively youthful. It's important to note that women in the 31-40 age group are particularly vulnerable to gender-based violence due to their active participation in agricultural activities, exposing them to various forms of abuse (Diaga et al., 2018). The findings presented in the table for Enugu and Anambra States indicate the marital status of women farmers. In Enugu State, the majority (51.7%) of the respondents were married, while 30% were single, 13.3% were widowed, and 5% were divorced or separated. This suggests that most of the women farmers were married, implying stability and responsibility in their agricultural tasks, aligning with previous research by Okonkwo et al., (2019). In Anambra State, the majority (65%) of the respondents were married, with 18.3% being widowed, 8.3% single, and 8.3% divorced or separated, further highlighting the predominance of married respondents. The preference for marriage among the respondents is emphasized, as indicated by Chris (2020).

The results for Enugu State indicate the household sizes of women farmers, with 51.3% having households of 2-5 people, 36.6% having 6-8 family members, 10% having more than 8 members, and 1.7% having less than 2 people in their households. The prevalence of larger household sizes in the study area, contrary to findings by Waheed et al. (2022) that suggested an average household size of around 6 for farmers, reflects changes in modern times, where labour sources have diversified, and the cost of living has risen, prompting rural families to have fewer children. In Anambra State, the majority (51.7%) of respondents had household sizes of 7-12 people, and 48.3% had 1-6 members in their households, with a mean household size of 7 people. This suggests that a significant proportion of women farmers in Anambra State were part of relatively larger households, as highlighted by Eze (2020).

In Enugu State, Table 1 reveals that 51.8% of women farmers had around 2-11 years of farming experience, while 3.3% had less than 2 years, 28.4% had 12-21 years, 10.1% had 22-31 years, and 6.7% had more than 31 years of experience. The presence of women with substantial farming experience suggests their potential for greater efficiency, climatic knowledge, and proficiency in profitable agricultural practices, which is consistent with Ezeibe

et al. (2019) who noted high farming experience among Enugu State farmers. In Anambra State, the majority (45%) of respondents had less than 11 years of farming experience, while 20% had 11-20 years, 15% had 21-30 years, 13.3% had 41 years and above, and 6.7% had 31-40 years of farming experience, with an average of 19.4 years. This data suggests that many women are relatively new to farming, possibly turning to agriculture out of economic necessity, as noted by the World Health Organization (WHO, 2020), which could indicate a shift towards agriculture for livelihood support or additional income. In Enugu State, 51.7% of women farmers had completed tertiary education, 13.3% stopped at primary school, 30% finished secondary school, and 5% had vocational education, signifying a relatively high level of formal education among the respondents. These findings align with Sholatan et al. (2019), emphasizing the positive impact of education as a social capital, which enables individuals to make informed decisions and manage their agricultural businesses effectively, even in the absence of their husbands. In Anambra State, the result illustrates that the majority (55%) of respondents had completed secondary education, while 25% completed primary education, 15% had vocational education, and 5% had tertiary education. This data reveals that most respondents in Anambra State had at least a secondary school education, supporting the ability to read and write, as noted by Oyelami et al. (2019).

Table 1; Personal characteristics of Enugu & Anambra state respondents.

Variable	Enugu State			Anambra State		
	Frequency	Percentage	Mean	Frequency	Percentage	Mean
Age(years)			43.0			47.68
<30	10	16.6		3	5.0	
30-39	16	26.7		21	35.0	
40-49	14	23.3		11	18.3	
50-59	12	20.1		14	23.4	
60-69	5	8.4		8	13.3	
>69	2	3.4		3	5.0	
Marital Status						
Single	18	30.0		5	8.3	
Married	31	51.7		39	65	
Divorced/Separated	3	5.0		5	8.3	
Widowed	8	13.3		11	18	
Educational level						
Primary	8	13.3		15	25.0	
Secondary	18	30.0		33	55.0	
Tertiary	31	51.7		3	5.0	
Vocational	3	5.0		9	15.0	
Household size			6.0			7.0
<2	1	1.7		4	6.8	
2-5	31	51.3		23	39.1	
6-8	22	36.6		10	17	
>8	10	10		23	39.1	
Years Of Experience						
<2	2	3.3	12.88	2	3.3	19.4
2-11	31	51.8		25	42.5	
12-21	17	28.4		12	20	
22-31	6	10.1		9	15	
>31	4	6.7		13	22.1	

Source: Field Survey, 2023.

In Enugu State, the farm income of women farmers is around ₦32,000, and their average monthly non-farm income is approximately ₦16,000. These findings are consistent with studies by Sachs et al. (2019), suggesting that women farmers often prioritize sustainable agricultural practices and cost-reducing activities while focusing on the well-being of their communities, especially when the average woman in Enugu State earns barely above minimum wage. This reflects the economic constraints and responsibilities that women face, as supported by the studies of Pierotti et al. (2022) that highlight the burden of family responsibilities, which may limit women's time for farm productivity. In Anambra State, the majority (52%) of respondents earn annual incomes between ₦500,000 and ₦950,000, with a mean income of ₦963,333.33 and monthly income of ₦80,277.78. This income level represents over half of the surveyed women farmers in Anambra State, indicating a moderate earning capacity. These findings also suggest that this income group is vulnerable to economic and livelihood disruptions caused by gender-based violence.

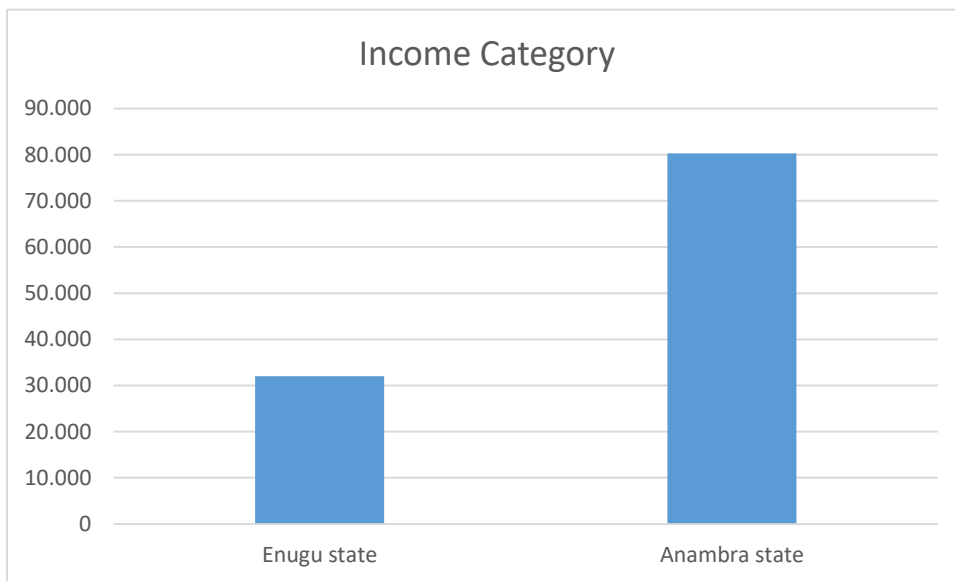


Fig 1. Income categories of the respondents in both states...

The results in Enugu State indicate that the majority of women farmers have relatively small farm sizes, with 66.3% having less than 0.4 acres and only 27.3% possessing land sizes between 0.4 and 0.9 acres. Additionally, 53.3% of the women inherited the land from their deceased husbands, while 23.3% rented land using funds from various sources. This situation appears to be influenced by cultural norms prevalent in the villages of Enugu North and Enugu East senatorial zones, where women are often not allowed to inherit land, in contrast to male farmers, as supported by Dimelu et al. (2019), who found that women farmers often have to purchase or rent land due to customary restrictions on land ownership for women in many Igbo states. In Anambra State, results reveal that the majority (91.7%) of respondents have farm sizes of less than 2 acres, with only 8.3% having farm sizes exceeding 2 acres. The mean farm size is 1.417 acres. This data also shows that a significant proportion of women in Anambra State have small farms, potentially making them more economically vulnerable and limiting their agency in making decisions about farming practices and resource allocation, which aligns with the findings of Onubogu et al. (2019).

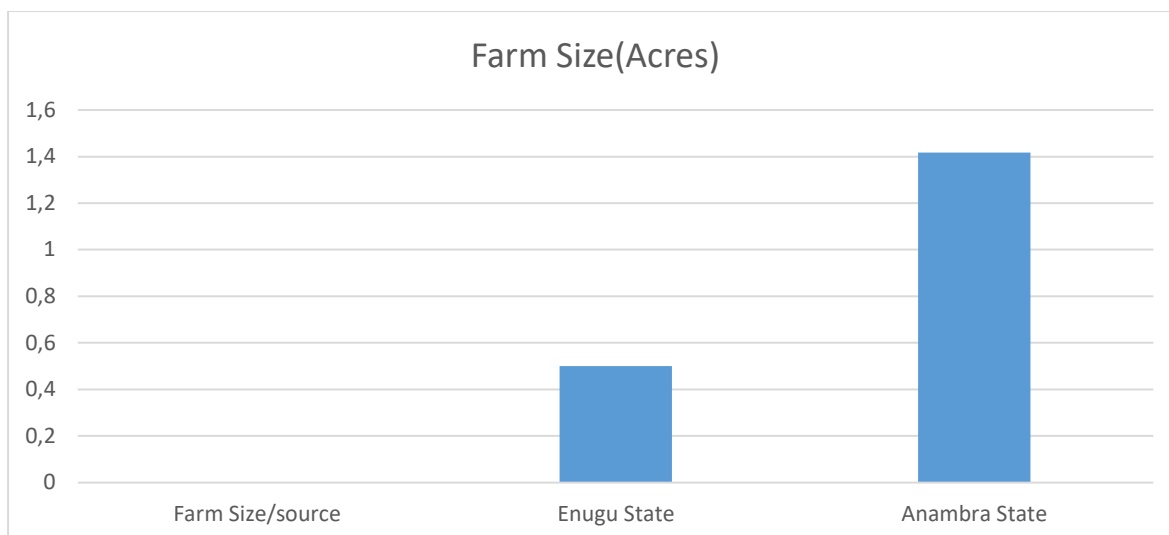


Fig 2... Farm Size of respondents in both states...

In Enugu State, the results reveal that 53.3% of women farmers have access to credit sources, with personal sources being the most prominent at 25%, followed by thrift/issue at 15%. This data indicates that women farmers in Enugu State have limited access to credit, contradicting the findings of Haruna et al. (2023), which suggested that women often face limited avenues for credit and financial support for farming due to their lack of collateral for obtaining loans and grants. In Anambra State, the results show that a majority (83.3%) of respondents have access to credit, while 16.7% do not. This high percentage of women with access to credit suggests that a significant portion of women farmers in Anambra State have the means to secure financial resources for their agricultural activities, which contradicts the work of Osahon et al. (2019) suggesting limited access to credit. Access to credit can empower women to invest in their farming operations, purchase necessary inputs, and enhance their agricultural productivity.

In Enugu State, the results indicate that women farmers have limited access to extension agents, with only 11.7% having had access, while the majority, 88.3%, have not had any contact with extension agents. The data also shows that most women farmers belong to various social groups, with the majority (36.7%) being part of religious groups. This suggests that agricultural extension services programs are primarily directed towards male farmers, often leaving women without access to essential information and innovations related to their agricultural activities, consistent with the findings of Gebre et al. (2021), which highlighted the tendency to exclude women from innovations. In Anambra State, the results show that the majority (70%) of respondents have not had extension contact, with only 30% reporting such contact. This aligns with the reports from Bamenju et al. (2019) indicating a lack of extension services in Anambra State, emphasizing the need for substantial improvements in extension services in the state to support women farmers and enhance their agricultural practices.

Table 2: Institutional characteristics of Respondents in Enugu & Anambra state.

Variable	Anambra State			Enugu State		
	Frequency	Percentage	Mean	Frequency	Percentage	Mean
Number of extensions contact	18		0.42	7	11.7	2.0
<2	11	18.3		2	3.3	
2-3	7	11.7		5	8.5	
Credit access	50	83.3		32	53.3	
Social group	60	100		46	76.7	

Source: Fieldwork, 2023

3.3. Effects of gender-based violence on the women farmers' agricultural livelihood in Anambra and Enugu states.

Table 3 examines the effects of GBV on Agricultural production in Anambra and Enugu. With a cut-off mean of 3.0, The studies in Enugu show that gender-based violence has the following effects on the agricultural livelihood of the farmers and agricultural production; Limited opportunities for diversification ($\bar{X}=4.00$) which is a result of the women's business being run into the ground because of these acts of violence, low crop yield($\bar{X}=4.02$) mostly because when a woman is beaten by her husband, she lacks the energy to work, emotional exhaustion($\bar{X}=4.42$), physical exhaustion ($\bar{X}=4.40$) and this so high because a wounded person cannot do farm work. Reduced productivity of the women can lead to low income($\bar{X}=4.33$). Other significant variables include limited freedom due to fear($\bar{X}=4.32$), decreased motivation to work($\bar{X}=4.20$), loss of assets and income by the victim($\bar{X}=4.05$), restriction from land resources($\bar{X}=4.20$), reduced ability to participate in training and extension services($\bar{X}=3.97$), reduce livestock production($\bar{X}=3.75$), reduction in labour supply due to injury or death from exhaustion and overworking($\bar{X}=3.75$), reduced marketing skills of the victim($\bar{X}=3.52$), difficulty in accessing credit and other financial resources($\bar{X}=3.43$), reduced involvement in agricultural related community organization($\bar{X}=3.40$) and rural-urban migration($\bar{X}=3.25$).

The study in Anambra shows that gender-based violence has the following effects on the agricultural livelihood of the farmers and agricultural production; limited opportunities for diversification ($\bar{X}=3.72$), low crop yield ($\bar{X}=4.35$), physical exhaustion ($\bar{X}=4.70$), emotional exhaustion ($\bar{X}=4.58$), reduced ability to participate in trainings and extension services ($\bar{X}=3.57$), restriction from land resources ($\bar{X}=3.70$), decreased motivation to work ($\bar{X}=3.97$), limited freedom due to fear ($\bar{X}=4.37$), low income ($\bar{X}=4.37$), reduced livestock production ($\bar{X}=4.53$), difficulty in accessing loan and other financial resources ($\bar{X}=3.57$), reduced involvement in agricultural activities ($\bar{X}=3.52$), rural-urban migration ($\bar{X}=3.70$), reduction in labour supply due to injury or death from exhaustion and overworking ($\bar{X}=4.58$), loss of assets and income ($\bar{X}=4.25$), reduced marketing skills ($\bar{X}=3.87$) and these results are all resultant from the reasons as explained above. From the above results obtained from Anambra and Enugu, the various analysis shows that all the agricultural effects presented to the farmers were very significant as they all affected their agricultural livelihood. The results agree with the reports by Chikaire et al. (2019) which means that all rural women farmers experience the same effects on their agricultural livelihood in Igbo land or elsewhere after facing gender-based violence.

Table 3. Effect of gender-based violence on women’s agricultural livelihood in Enugu & Anambra state.

Variables	Enugu State		Anambra State	
	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation
Rural-urban migration	3.25	1.129	3.70	1.266
Involvement in agricultural-related community organization	3.40	1.012	3.52	1.444
Difficulty in accessing credit and other financial resources	3.43	1.212	3.57	1.477
Reduced marketing skills of the victim	3.52	1.267	3.87	1.266
Reduced livestock production	3.75	1.188	4.53	1.033
Reduction in labour supply due to injury or death	3.75	1.373	4.58	0.619
Reduced ability to participate in training and extension services	3.97	1.207	3.57	1.332
Limited opportunities for agricultural diversification	4.00	1.008	3.72	1.329
Low crop yield	4.02	1.228	4.35	1.087
Restriction on land resources	4.20	1.022	3.70	1.453
Loss of assets and income by the victim	4.05	1.080	4.25	1.052
Decreased motivation to work	4.20	1.142	3.97	1.414
Limited freedom due to fear	4.32	0.873	4.37	1.164
Low income	4.33	1.068	4.37	0.823
Physical exhaustion	4.40	0.887	4.70	0.788
Emotional exhaustion	4.42	0.944	4.58	0.645

Source: field survey, 2023

Mean Cut-Off: 3.0

3.3. Strategies for curbing the effects of gender-based violence on agricultural production in Enugu and Anambra states.

Table 4 assesses the strategies for curbing the effects of gender-based violence on agricultural production in Enugu and Anambra states. With a cut-off mean of 3.0, the analysis of the Likert-scale questions showed the following strategies are very significant in curbing GBV in Enugu state; Creating awareness about GBV(\bar{X} =4.10) to get people acquainted with the problem, training and capacity building(\bar{X} =3.73) & skills acquisition programs (\bar{X} =3.53) to help equip the women with the skills to help them become independent, access to support systems(\bar{X} =3.48) & accessibility of support systems(\bar{X} =3.20) which will help the women cope after the experience, women participation and empowerment(\bar{X} =3.43), programme follow-ups(\bar{X} =3.30), investment in strategies for addressing the root causes of gender-based violence(\bar{X} =3.30), policies and regulations(\bar{X} =3.27), enforcement and implementation of policies and regulations on gender-based violence(\bar{X} =3.23), collaborations and partnerships(\bar{X} =3.17), reporting mechanisms for gender-based violence(\bar{X} =3.13). On the other hand, the women vehemently disagreed that scraping cultural norms and attitudes that influence gender-based violence(\bar{X} =2.82) & investment in strategies for curbing gender-based violence(\bar{X} =2.82) have not and will not be effective in curbing GBV seeing as it has not worked in the past as many reported cases has amounted to no results. Also majority of them were very undecided on the strategy of gender-sensitive agricultural practices(\bar{X} =2.93) as it

will create a rift between the men and women who will think the wives are out to take their place in the society/family.

Also in Anambra state, the result shows that strategies for curbing the effects of gender-based violence in Anambra state include; creation of awareness ($\bar{X}=4.83$), training and capacity building ($\bar{X}=4.83$), policies and regulations ($\bar{X}=4.73$), creating access to support systems ($\bar{X}=4.53$), gender-sensitive agricultural practices ($\bar{X}=4.38$), women participation and empowerment ($\bar{X}=4.53$), program follow up ($\bar{X}=4.45$), skill acquisitions ($\bar{X}=4.65$), collaborations and partnerships ($\bar{X}=4.52$), accessibility to support systems ($\bar{X}=4.73$), scraping cultural norms and attitudes that influence GBV ($\bar{X}=4.53$), reporting mechanisms for GBV ($\bar{X}=4.38$), enforcement and implementation of policies and regulations on GBV ($\bar{X}=4.53$), investments in strategies for curbing the effects of GBV ($\bar{X}=4.60$), investment in strategies for addressing the root causes of GBV ($\bar{X}=4.63$). This simply explains that opinions and experiences concerning the feasibility and effectiveness of these strategies are more divergent among the respondents. Cultural norms and attitudes, in particular, vary significantly by region and community, making the standard deviation in this category notably high and this particular result agrees with studies by Rimjhim et al. (2022) on the relationship between gender-based violence and culture which shows that scraping cultural norms and attitudes are not easy to achieve and can aggravate the issue rather than curb it. Overall, the findings suggest that a multifaceted approach is necessary to address the effects of gender-based violence on women farmers' agricultural livelihoods in Anambra state. These strategies include; awareness, empowerment, policy, and support system improvements, all aimed at creating a safer and more equitable environment for women in agriculture. The high average scores explain that there is strong support for these strategies among the research participants and these findings agree with that of Murhula PB et al (2021).

Table 4. Strategies for curbing the effects of gender-based violence on agricultural production in Enugu and Anambra states.

Variable	Enugu State		Anambra State	
	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation
Awareness about GBV	4.10	1.411	4.83	0.418
Training and capacity building	3.73	1.163	4.83	0.376
Skills acquisition programmes	3.53	1.268	4.65	0.482
Access to support systems	3.48	1.359	4.53	0.536
Women's participation and empowerment	3.43	1.254	4.38	0.640
Programme follow-ups	3.30	1.197	4.45	0.536
Investment in strategies for addressing the root causes of gender-based violence	3.30	1.253	4.63	0.594
More policies and regulations	3.27	1.191	4.73	0.547
Enforcement and implementation of policies and regulations on gender-based violence	3.23	1.254	4.53	0.596
Accessibility of support systems	3.20	1.338	4.73	0.446
Collaborations and partnerships	3.17	1.237	4.52	0.596
Reporting mechanisms for gender-based violence	3.13	1.200	4.38	0.783
Gender-sensitive agricultural practices	2.93	1.260	4.38	0.536
Scraping cultural norms and attitudes that influence gender-based violence	2.82	1.467	4.53	0.494
Investment in strategies for curbing gender-based violence	2.82	1.172	4.60	0.486

Source: Field Survey, 2023.

Mean Cut-Off: 3.0

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

The study reveals that the majority of the women farmers have a high knowledge of gender-based violence as they have experienced a form of gender-based violence themselves and these women farmers are affected by gender-based violence as they exhibit signs like anxiety, depression, PTSD, low self-esteem, severe issues etc. The study also shows that the effects GBV on women farmers also affects their agricultural livelihood and production level in different ways such as; low production which reduces income and thereby further reduces the standard of their living.

1. The study shows that the awareness of GBV was relatively high therefore, the extension agencies and non-governmental organizations should develop targeted and strategic awareness campaigns addressing both urban and rural populations to sustain awareness about the consequences of gender-based violence and promote gender equality.

2. The communities should develop & implement comprehensive programs that equip women with practical skills to enhance their economic autonomy, reducing their vulnerability to violence.
3. Government should establish accessible support systems eg. counselling services, legal assistance, and safe spaces for victims to seek help and justice.

Acknowledgements

We thank the participants and respondents who were all contributed samples to the study, We will also will like to thank the guides, professors & lecturers from the department of Agricultural Extension University of Nigeria, Nsukka, Enugu State Nigeria

Funding: This study has not received any external funding.

Conflict of Interest: The authors declare that there are no conflicts of interests.

Informed consent: Not applicable.

Data materials availability: Data that support the findings of this study are embedded within the manuscript.

REFERENCES

- Bamenju, A. O., Liu, X., Yu, J., & Okubo, K. (2022). Addressing the Problem of Poverty through an International Cooperation Project: The Case Study of Agriculture Development by JICA in Cameroon. *Earth*, 3(4), 68.
- Bashir, M. B., Augustine, A. N., Faruk, A. U., Abubakar, J. A., Kyaru, M. T., & Peter, I. (2021). Rural farmers' readiness to access information from the national farmer's helpline centre, national agriculture extension and research liaison services ABU Zaria, Kaduna State, Nigeria. *Journal of Agricultural Extension*, 26(1), 120-128.
- Chikaire, J. U., Anyoha, N. P. O., & Atoma, C. N. (2018). Sustainable Agro-forestry practices for climate change Adaptation and Promotion of Organic Agriculture among farmers in Imo State, Nigeria. In *Ecological and Organic Agriculture Strategies for Viable Continental and National Development in the Context of the African Union's Agenda 2063. Scientific Track Proceedings of the 4th African Organic Conference. November 5-8, 2018. Saly Portudal, Senegal (pp. 1-6).*
- Chris, B., Pham Thi, T. P., Yan, Z., Nick, G., Hamideh, K., Nguyen Phuc, H. D., & Xuefan, Z.,. (2020). Demonstration of enhanced piezo-catalysis for hydrogen generation and water treatment at the ferroelectric curie temperature. *Isience*, 23(5).
- Diaga, C., Komivi, D., Marie, A. M., Rong, Z., Qi, Z., Mei, Y., & Xiurong, Z. (2018). The contrasting response to drought and waterlogging is underpinned by divergent DNA methylation programs associated with transcript accumulation in sesame. *Plant Science*, 277, 207-217. //
- Dimelu, M. U., Udoye, C. E., Anugwa, I. Q., Ozioko, R. I., & Azubuike, F. C. (2019). Actors' satisfaction with the poultry value chain approach of the commercial agricultural development project in Enugu State, Nigeria. *Journal of Agricultural Extension*, 23(4), 157-174.

- Eze, S., Dougill, A. J., Banwart, S. A., Hermans, T. D., Ligowe, I. S., & Thierfelder, C. (2020). Impacts of conservation agriculture on soil structure and hydraulic properties of Malawian agricultural systems. *Soil and tillage Research*, 201, 104639.
- Ezeibe, Okonkwo, Denni, Opata and Diogu & American Journal of Industrial & Business Management Scholarly (2019). *Journal of Agricultural Science Resource Use Efficiency of Smallholder Cassava on Farmers*, 7, 142-152.
- FAO (2018). Gender-based Violence affects food security and nutrition; and interview with FAO's Deputy Director-General, Daniel Gustafson.
- FAO. (2020). The state of food and agriculture 2020. Women in agriculture: Closing the gender gap for development. Rome: FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). The State of Food and Agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction. Rome. Retrieved from <http://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf>
- Gebreselassie, S. G., Tesfay, T. H., & Alemayehu, M. A. (2021). Effects of gender-based violence on agricultural productivity and food security: evidence from Ethiopia. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 11(1), 60-73.
- Haruna, A. A., Sani, M. H., & Haruna, U. (2023). *Analysis of sources of micro-credit to women groundnut (Arachis hypogea l.) Processors and collateral requirements in the central zone of Bauchi state, Nigeria*. *Nigerian Journal of Agriculture and Agricultural Technology*, 3(1), 121-130.
- Kabeer, N. (2019). Can the MDGs provide a pathway to social justice? The challenge of intersecting inequalities. In R. Wilkinson & D. G. Schuftan (Eds.), *The Millennium Development Goals and Beyond: Global Development after 2015* (pp. 59-82). Routledge. doi: 10.4324/9781315729978-4
- Okonkwo, M. N., Ilo, S. U., Maduneme, F. C., & O gbu, O. C., (2019). Haematological and biochemical characteristics of broiler finisher fed different feed forms (pelleted and mash). *Journal of Agriculture and Sustainability*, 12(2).
- Osahon, E. E. (2019). EXTENT OF UTILIZATION OF COCOYAM VALUE-ADDED TECHNOLOGIES AMONG RURAL HOUSEHOLDS IN SOUTHEAST NIGERIA. *Nigeria Agricultural Journal*, 50(2), 233-240.
- Oyelami, B. A., Okeke, E. N., & Oloba, O. G., (2019). Rural Dwellers' Involvement in Livestock Farming in Egbeda Local Government Area of Oyo State. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 3(6).
- Pierotti, R. S., Friedson-Ridenour, S., & Olayiwola, O. (2022). Women farm what they can manage: How time constraints affect the quantity and quality of labour for married women's agricultural production in southwestern Nigeria. *World Development*, 152, 105800.
- Sholatan Ibrahim, Usman, Z. A., & Mohammed, K. O. (2019). Analysis of Food Security Status among Rural Farming Families in Jigawa State, Nigeria. *Journal of Agricultural Economics, Environment and Social Sciences*, 5(1 and 2), 17-25.
- UNDP. (2019). Gender and agriculture: Unlocking the potential of women for food security and sustainable agriculture. Retrieved from <https://www.undp.org/content/dam/undp/library/gender/Gender%20and%20Agriculture%20report%20-%20UNDP.pdf>

Waheed, M., Arshad, F., Majeed, M., Fatima, S., Mukhtar, N., Aziz, R., ... & Abdo, H. G. (2022). Community structure and distribution pattern of woody vegetation in response to soil properties in semi-arid lowland District Kasur Punjab, Pakistan. *Land*, 11(12), 2145.

World Health Organization. (2020). Violence against women. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/violence-against-women>

PRESERVING SOIL HEALTH AND WATER IN AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY FARMING SYSTEM USING PRECISION AGRICULTURE IN NIGERIA

Sulaiman Auwalu Yaro

Department of Agricultural Extension, SR University, Warangal Telangana, India.

Kabiru Hamisu

Department of Agricultural Extension, SR University, Warangal Telangana, India.

Abdulnasir Lawan Isah

Department of Agricultural Extension, SR University, Warangal Telangana, India.

Hafsat Sanusi Mohammed

Department of Agricultural Extension, SR University, Warangal Telangana, India.

ABSTRACT

The term "precision farming," also known as "precision agriculture," refers to an information- and technology-based farm management system that uses fields' spatial and temporal variability to identify, analyze, and manage it for maximum productivity and profitability, sustainability, and land resource protection while minimizing production costs. We must adapt agricultural management techniques to sustainably conserve natural resources like water, air, and soil quality while maintaining economic viability due to the growing environmental consciousness of the general population. Particularly in arid and semi-arid areas, advanced irrigation system and technologies enable site specific delivery of fertilizer and irrigation water within the field to increase water used efficiency by lowering water waste for sustainable crop production. Any method that lessens soil erosion and water runoff is essentially what is meant to be considered soil and water conservation. With least amount of negative effects on the environment and soil, precision agriculture maximizes production and profitability by using inputs wisely and efficiently. Agronomic approaches combined with precision in timing and amount of inputs present a potential that can lower production costs without negatively affecting the health of the soil or the environment. By matching agricultural inputs and practices to the specific conditions found in a field, precision farming aims to perform the right action at the appropriate time, location, and method. Despite the fact that these activities transcend national borders, Nigeria is the main subject of this paper.

Keywords: Precision Agriculture, Irrigation, Agriculture, Soil and Water Management.

MEDICINAL VALUES OF SENNA AURICULATA – A REVIEW

S.Ravi Kumar

Bharath Institute of Higher Education and Research- Faculty of Pharmacy.Chennai,
Tamilnadu

T.Aswini

Bharath Institute of Higher Education and Research- Faculty of Pharmacy.Chennai,
Tamilnadu

M.K.Vijayalakshmi

Bharath Institute of Higher Education and Research- Faculty of Pharmacy.Chennai,
Tamilnadu

ABSTRACT

Senna auriculata, commonly known as “Tanner’s Cassia” or “Avaram Senna,” is a medicinal plant renowned for its diverse therapeutic properties. This abstract provides a succinct overview of its medicinal uses, focusing on its traditional applications and contemporary scientific evidence. In diabetic management, Senna auriculata exhibits hypoglycemic effects by enhancing insulin secretion, improving glucose uptake, and regulating key metabolic pathways. Furthermore, Senna auriculata demonstrates notable antimicrobial activity against a wide range of pathogens, including bacteria, fungi, and parasites. This antimicrobial efficacy underscores its potential in combating infections and promoting wound healing. It stands as a promising botanical resource with a rich history of medicinal use and significant potential for addressing various health ailments. Its multifaceted pharmacological profile warrants continued exploration and integration into modern healthcare practices.

KEY WORDS: Senna auriculata, antimicrobial, medicinal plant.