



Siirt *Bilimin Işığında*
ÜNİVERSİTESİ



9. INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE AND VETERINARY CONGRESS

February 14-15, 2025 Adana / Türkiye



**CONFERENCE
PROCEEDINGS
BOOK**



- .. **EDITORS**
- .. **Assoc. Prof. Dr. Özgül GÜLAYDIN**
- .. **Assoc. Prof. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU**

**9TH INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE AND
VETERINARY CONGRESS**



Copyright © Liberty

Date: 20.03.2025

Liberty Publishing House
Water Street Corridor New York, NY 10038
www.libertyacademicbooks.com
+1 (314) 597-0372

ALL RIGHTS RESERVED NO PART OF THIS BOOK MAY BE REPRODUCED IN ANY FORM, BY PHOTOCOPYING OR BY ANY ELECTRONIC OR MECHANICAL MEANS, INCLUDING INFORMATION STORAGE OR RETRIEVAL SYSTEMS, WITHOUT PERMISSION IN WRITING FROM BOTH THE COPYRIGHT OWNER AND THE PUBLISHER OF THIS BOOK.

© Liberty Academic Publishers 2025

The digital PDF version of this title is available Open Access and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits adaptation, alteration, reproduction and distribution for noncommercial use, without further permission provided the original work is attributed. The derivative works do not need to be licensed on the same terms.

adopted by Mariam Rasulan

ISBN: 979-8-89695-035-6

Copyright©2025byLiberty Academic Publishers Allrights reserved

**9TH INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE AND
VETERINARY CONGRESS**

**9TH INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE AND
VETERINARY CONGRESS**

**February 14-15, 2025
Adana, TÜRKİYE**

PROCEEDINGSBOOK
(Abstracts & Full Texts)

EDITORS

**Assoc. Prof. Dr. Özgül GÜLAYDIN
Assoc. Prof. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU**

Cover Design: Arzu ALTUNTAŞ

ISBN: 979-8-89695-035-6

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14965723>

ISSUED: March 20, 2025

9TH INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE AND VETERINARY CONGRESS

EVALUATION PROCESS and POLICIES

All applications have undergone double blind peer review process. In addition, each paper was accepted and the process of publishing in the book was carried out through editorial oversight. The published papers were presented and discussed at the meeting.

Full texts and abstracts published in accordance with the Symposium Policy have been prepared in accordance with ethical rules and APA standards. Authors of all papers are both ethically and legally responsible.

PARTICIPANTS COUNTRIES

Türkiye, Algeria, Azerbaijan, India, Indonesia, Iran, Morocco, Nigeria, Pakistan, Poland, Romania, Sri Lanka, Ukraine

TOTAL ACCEPTED ARTICLES: 206

The Number of Accepted Papers from Türkiye:89
The Number of Accepted Full Papers from Other Countries:117
The Number of Total Papers:206

**9TH INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE AND
VETERINARY CONGRESS**

CHAIRPERSONS OF THE ORGANIZING BOARD

Assoc. Prof. Dr. Özgül GÜLAYDIN

Siirt University

SYMPOSIUM COORDINATORS

Assoc. Prof. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU

Siirt University

9TH INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE AND VETERINARY CONGRESS

ORGANIZING BOARD

- Prof. Dr. Kerim Mesut ÇİMRİN- Mustafa Kemal University
- Prof. Dr. Müdahir ÖZGÜL-Atatürk University
- Prof. Dr. İsmail Hakkı EKİN-Van Yüzüncü Yıl University
- Prof. Dr. Mustafa Y. CANBOLAT- Atatürk University
- Prof. Dr. Serdar BİLEN-Atatürk University
- Prof. Dr. Ziya İLHAN-Balıkesir University
- Prof. Dr. Ali Dursun ÇINAR-Atatürk University
- Prof. Dr. Derviş ÖZDEMİR-Atatürk University
- Prof. Dr. Fikret ÇELEBİ-Atatürk University
- Prof. Dr. Gülsüm ÖZTÜRK - Ege University
- Assoc. Prof.. Dr. Ahmet UYAR-Hatay Mustafa Kemal University
- Assoc. Prof. . Dr. Aydın Şükrü BENGÜ- Bingöl University
- Assoc. Prof. . Dr. Gürsel Özkan-Atatürk University
- Assoc. Prof. . Dr. Kıvanç IRAK-Siirt University
- Assoc. Prof. . Dr. Mahire BAYRAMOĞLU AKKOYUN-Siirt University
- Assoc. Prof. . Dr. Muhammed Küpe-Atatürk University
- Assoc. Prof. . Dr. Murat GENÇ-Atatürk University
- Assoc. Prof. . Dr. Naci Ömer ALAYUNT-Siirt University
- Assoc. Prof. . Dr. Ramazan BOZHÜYÜK-Iğdır University
- Assoc. Prof. . Dr. Turan YAMAN-YYÜ Van Yüzüncü Yıl University
- Assoc. Prof. . Dr. Yasin DEMİR-Bingöl University
- Assoc. Prof. . Dr. Arzu YAZGI - Ege University
- Assist. Prof. Dr. Fazıl HACİMÜFTÜOĞLU-Atatürk University
- Assist. Prof. Dr. Ali GÜLAYDIN-Siirt University
- Assist. Prof. Dr. Doğan TÜRKYILMAZ-Atatürk University
- Assist. Prof. Dr. Hava Şeyma İNCİ-Bingöl University
- Assist. Prof. Dr. Deniz İŞTİPLİLER - Ege University

9TH INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE AND VETERINARY CONGRESS

SCIENCE AND ADVISORY BOARD

- Prof. Dr. Ergün DOĞAN-Malatya Turgut Özal University
- Prof. Dr. Halit DEMİR- VAN Yüzüncü Yıl University
- Prof. Dr. Hüseyin KARLIDAĞ-Malatya Turgut Özal University
- Prof. Dr. İbrahim YÖRÜK- VAN Yüzüncü Yıl University
- Prof. Dr. İsmail ALKAN- VAN Yüzüncü Yıl University
- Prof. Dr. Mehmet SAĞLAM-Siirt University
- Prof. Dr. Murat KARA-Siirt University
- Prof. Dr. Mürsel KÜÇÜK- Siirt University
- Prof. Dr. Recep GÜMÜŞ-Sivas Cumhuriyet University
- Prof. Dr. Suat EKİN- VAN Yüzüncü Yıl University
- Prof. Dr. Tuncay TUFAN - Siirt University
- Prof. Dr. Turgay ŞENGÜL-BİNGÖL-Bingöl University
- Prof. Dr. Zehra EKİN-Van Yüzüncü Yıl University
- Assoc. Prof. Dr. ATİLLA ÇAKIR--Bingöl University
- Assoc. Prof. Dr. Barış AKGÜL-Siirt University
- Assoc. Prof. Dr. Burçak ASLAN ÇELİK- Siirt University
- Assoc. Prof. Dr. Bülent Bülbül-Dokuz Eylül University
- Assoc. Prof. Dr. Büşra KİBAR KURT- Aydın Adnan Menderes University
- Assoc. Prof. Dr. Cahit ÖZCAN-Siirt University
- Assoc. Prof. Dr. Devran COŞKUN-Siirt University
- Assoc. Prof. Dr. Elif BABACANOĞLU ÇAKIR-Van Yüzüncü Yıl University
- Assoc. Prof. Dr. Erdiñç TÜRK-Hatay Mustafa Kemal University
- Assoc. Prof. Dr. Gülşah AKGÜL-Siirt University
- Assoc. Prof. Dr. Neslihan ÇELEBİ-Atatürk University
- Assoc. Prof. Dr. Onur CEYLAN-Konya Selçuk University
- Assoc. Prof. Dr. Özgür Yaşar ÇELİK-Siirt University
- Assoc. Prof. Dr. Özlem ALTUNTAŞ-Malatya Turgut Özal University
- Assoc. Prof. Dr. Sibel Erdoğan- Van Yüzüncü Yıl University
- Assoc. Prof. Dr. Tuncay KAN-Malatya Turgut Özal University
- Assoc. Prof. Dr. Yalçın YAMAN-Siirt University
- Assoc. Prof. Dr. Zeynep BOZKAN ÜNAL-Aydın Adnan Menderes University
- Assist. Prof. Dr. Abdullah OSMANOĞLU-Bingöl University
- Assist. Prof. Dr. Ahmet ESER- Siirt University
- Assist. Prof. Dr. Ayfer FINDIK PAKROOH-Siirt University
- Assist. Prof. Dr. Ayşe USANMAZ BOZHÜYÜK -İğdır University
- Assist. Prof. Dr. Banu KANDİL-Siirt University
- Assist. Prof. Dr. Barış Can GÜZEL- Siirt University
- Assist. Prof. Dr. Bedriye BİLİR- Kahramanmaraş Sütçü İmam University
- Assist. Prof. Dr. Caner KAYIKÇI-Van Yüzüncü Yıl University
- Assist. Prof. Dr. Ceylan CEYLAN-Siirt University
- Assist. Prof. Dr. Çağrı KALE- Van Yüzüncü Yıl University
- Assist. Prof. Dr. Elif YAĞANOĞLU-Atatürk University

9TH INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE AND VETERINARY CONGRESS

- Assist. Prof. Dr. Erman GÜLENDAG- Siirt University
 - Assist. Prof. Dr. Fatma İŞBİLİR- Siirt University
 - Assist. Prof. Dr. Fatma KARAGÖZOĞLU-Dokuz Eylül University
 - Assist. Prof. Dr. İ. Gökçe YILDIRIM-Aydın Adnan Menderes University
 - Assist. Prof. Dr. Kadir AKAR-Van Yüzüncü Yıl University
 - Assist. Prof. Dr. Kadir SULU-Siirt University
 - Assist. Prof. Dr. Mehmet IRMAK-Siirt University
 - Assist. Prof. Dr. Mehmet KARTAL-Gelişim University
 - Assist. Prof. Dr. Mehmet YILDIZ- Van Yüzüncü Yıl University
 - Assist. Prof. Dr. Merve PEKİNCE ÖZÖNER-Siirt University
 - Assist. Prof. Dr. Muazzez YEŞİLYURT-Siirt University
 - Assist. Prof. Dr. Osman BULUT-Milas Sıtkı Koçman University
 - Assist. Prof. Dr. Ömer ELTAS-Atatürk University
 - Assist. Prof. Dr. Özlem ERDEĞER-Siirt University
 - Assist. Prof. Dr. Ömer Faruk KELEŞ-Van Yüzüncü Yıl University
 - Assist. Prof. Dr. Özgür ÖZÖNER-Siirt University
 - Assist. Prof. Dr. Öznur YILMAZ KOÇ- Siirt University
 - Assist. Prof. Dr. Seda YAKUT-BURDUR-Mehmet Akif Ersoy University
 - Assist. Prof. Dr. Semiramis KARLIDAĞ-Malatya Turgut Özal University
 - Assist. Prof. Dr. Songül ÖTKÜN- Siirt University
 - Assist. Prof. Dr. ŞAFAK-Kastamonu University
 - Assist. Prof. Dr. Şule MELEK -Bingöl University
 - Assist. Prof. Dr. TUĞÇE ATÇALI-Bingöl University
 - Assist. Prof. Dr. Uğur ÖZENTÜRK- Atatürk University
 - Assist. Prof. Dr. Ülkü DAĞDELEN TÜRKYILMAZ-Atatürk University
 - Assist. Prof. Dr. Vedat BALDAZ-Siirt University
 - Dr. Ali Osman TURGUT-Siirt University
 - Dr. Ersin KARAKAYA-Bingöl University
 - Dr. Kübra YILDIZ BAYHAN-Siirt University
 - Res. Assist.Aydın GENÇ-Bingöl University
 - Res. Assist.Hüseyin AYDIN- Atatürk University
 - Res. Assist.Kübra GEÇMEZ-Siirt University
 - Res. Assist.Maruf YILMAZ-Siirt University
 - Res. Assist.Onur YILDIRIM-Siirt University
 - Vet. Hek. M. Hattap SOYSAL-Siirt University
-
- Prof. Dr. Mohammed ALİZADEH KHALEDABAD / Urmia University Faculty of Agriculture
 - Prof. Dr. Mohsen Esmaili / Urmia University, Faculty of Agriculture
 - Prof. Dr. Mousa Tavassoli / Urmia University Faculty of Veterinary Medicine
 - Assoc. Prof. Dr. Ali SOLEİMANZADEH / Urmia University Faculty of Veterinary Medicine
 - Assoc. Prof. Dr. Amir RAHİMİ / Urmia University, Faculty of Agriculture

9TH INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE AND VETERINARY CONGRESS

- Assoc. Prof. Dr. Esmail REZAEÍ-CHÍYANEH / Urmia University, Faculty of Agriculture
- Assoc. Prof. Dr. Farnaz MALEKÍFARD / Urmia University Faculty of Veterinary Medicine
- Assoc. Prof. Dr. Hamed KHALÍLVANDÍ-BEHROOZYAR/ Urmia University, Faculty of Agriculture
- Assoc. Prof. Dr. Mahdí GHÍYASÍ / Urmia University, Faculty of Agriculture
- Assoc. Prof. Dr. Rahim MOHAMMADÍ / Urmia University Faculty of Veterinary Medicine
- Assoc. Prof. Dr. Siamak ASRÍ-REZAEÍ / Urmia University Faculty of Veterinary Medicine
- Assist. Prof. Dr. Saber AMÍRÍ / Urmia University Faculty of Agriculture
- Assist. Prof. Dr. Markéta MIHÁLIKOVÁ / Water Resources, Czech University of Life Sciences, CZECH REPUBLIC

**9TH INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE AND
VETERINARY CONGRESS**

**9TH INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE AND
VETERINARY CONGRESS**

February 14-15, 2025

Adana, TÜRKİYE

SYMPOSIUM SCHEDULE

9th INTERNATIONAL ÇUKUROVA AGRICULTURE and VETERINARY CONGRESS

February 14-15, 2025
Adana/ TÜRKİYE

CONGRESS PROGRAM Online (with Video Conference) Presentation



IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- To be able to make a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID instead of “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.
- Moderator - 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.
- If you think there are any deficiencies / spelling mistakes in the program, please inform by e-mail until 18 June, 2024 (17:00) at the latest.
- **(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)**
- Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
- **Before you login to Zoom please indicate your name_surname and HALL number, exp. Hall 1, Özgül**
-

OPENING CEREMONY

Date: 14.02.2025

Ankara Local Time: 08:30-09:00

Congress President

Assoc. Prof. Dr. Özgül GÜLAYDIN
Siirt University

Invited Speakers

Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ
Ataturk University

Prof. Dr. Alper DURAK
Malatya Turgut Ozal University

14.02.2025
Ankara Local Time: 09:00-11:00

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-1, HALL-1 / OTURUM-1, SALON-1

MODERATOR: Prof. Dr. Pinar AYVAZOĞLU DEMİR



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Zeynep ASUTAY Hakan İNCİ	<i>Bitlis Eren University</i>	Supporting Beehive Management with Artificial Intelligence Innovative Solutions for Colony Sustainability
Zeynep ASUTAY Hakan İNCİ	<i>Bitlis Eren University</i>	Antiviral Properties Of Propolis And Honey: Possible Effects On Covid-19
Abdullah TURAN Duygu ALPASLAN Tuba ERŞEN DUDU Nahit AKTAŞ	<i>Van Yüzüncü Yıl University</i>	Investigation of Antioxidant Activity of Flavonoids and Nanoparticles Obtained from Methanol Extract of Juniper (<i>Juniperus oxycedrus</i> L. ssp. <i>oxycedrus</i>) Plant Against the Harmful Effect of Methotrexate on Erythrocytes
Selma KIPÇAK Duygu ALPASLAN Tuba ERŞEN DUDU Abdullah TURAN	<i>Van Yüzüncü Yıl University</i>	Effects of Nanoparticles on Growth Criteria in Tomato
Muhammet Bahaeddin DÖRTBUDAK	<i>Harran University</i>	Immunohistochemical Investigation Of Casp-3 Expression In Sheep Lungs With Bronchopneumonia
PINAR AYVAZOĞLU DEMİR	<i>Kirikkale University</i>	Challenges and Sustainability Strategies in Beekeeping in Türkiye
Mualla KETEN GÖKKUŞ	<i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	Determination Of Crop Evapotranspiration Of Barley And Sugar Beet Grown In Nevşehir Climate Conditions According To Suet And Cropwat Proram
Vedat BALDAZ Kerem ERCAN Mahsum BAŞAK Emin Can İLİK	<i>Siirt University</i>	Clinical Headlines Of A Cat Diagnosed With Feline Infectious Anemia And Evaluation Of Hematological Findings
Kadir AKAR	<i>Van Yuzuncu Yil University</i>	Diagnostic Methods For Clostridium Botulinum
Ali SOYUÇOK	<i>Burdur Mehmet Akif Ersoy University</i>	Determination Of Chicken Meat Adulteration In Cooked Ground Beef Model Using Fluorescence Spectroscopy

14.02.2025
Ankara Local Time: 09:00-11:00

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-1, HALL-2 / OTURUM-1, SALON-2

MODERATOR: Assist. Prof. Dr. P. Özlem KURT



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
P. Özlem KURT	<i>Bursa Uludağ University</i>	Utilization of Digital Farming Technologies in Corn Production
Tolga Kağan TEPE Fadime Begüm TEPE	<i>Giresun University</i>	Hope For Heat Sensitive Food: Cold Plasma Technology
Sedat ÇOLPAN Süleyman AVCI	<i>Hakkari Provincial Directorate of Agriculture and Forestry</i>	Effect of Drought Stress on Germination and Early Seeding Period in Silage Maize
Rüveyde TUNÇTÜRK Tülay TOPRAK Murat TUNÇTÜRK	<i>Van Yuzuncu Yıl University</i>	The Importance and Uses of Essential Oils
Tülay TOPRAK Rüveyde TUNÇTÜRK Murat TUNÇTÜRK	<i>Van Yuzuncu Yıl University</i>	Cultivation and Trade of Lemon Balm (<i>Melissa officinalis</i> L.) in Turkey
Tuğba SARICA Süleyman AVCI	<i>Eskişehir Osmangazi University</i>	Responses of maize genotypes to salt stress during germination and early seedling stages
Nermin KALAY SARI Garip YARŞI Yusuf ÇELİK Adem ÖZARSLANDAN	<i>Mersin University</i>	The Effect of Using Mycorrhiza on the Development of Carob (<i>Ceratonia siliqua</i> L.) Saplings
Rojbin ÇEVİK Semra DEMİR	<i>Van Yuzuncu Yıl University</i>	The Role of Fungal Ecology in Global Environmental Changes

14.02.2025
Ankara Local Time: 09:00-11:00

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-1, HALL-3 / OTURUM-1, SALON-3

MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Sadık Serkan AYDIN



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Emre ŞAHİN Güven GÜNGÖR	<i>Bingol University</i>	Impact Of Lipase Supplementation On Broiler Performance: A Meta-Analysis Of Body Weight And Feed Conversion Ratio
Ayşe PINARBAŞI Özlem DURĞUN Nurcan KIRAR	<i>Harran University</i>	The Effects Of Silage Additives On In Vitro Digestibility
İsmail Gökçe YILDIRIM Solmaz KARAARSLAN	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Distribution Of Racehorse Fatalities By Breed, Age, Gender, And Season In İzmir, Türkiye (2018–2023)
Kerem YENER Adem ŞAHAN	<i>Harran University</i>	Determination Of Glp-2, Cldn3, Ocln And Zo1 Biomarker Levels In Calves With Atresia Coli
Sadık Serkan AYDIN	<i>Harran University</i>	The Use Of Phytobiotics In Quail Feeding
Enes SOLMAZ Hasret ÖZTÜRK	<i>Iğdır University</i>	Investigating CAST Gene Polymorphisms in Morkaraman Lambs of Iğdır Region
Taner TOPUZ Volkan Mehmet ÇINAR Aydın ÜNAY	<i>University of Aydın Adnan Menderes</i>	Recent Developments In Gossypol-Free Cotton Breeding
Çağrı KALE Fatma ÖZKAN Nuriye Tuğba BİNGÖL Selçuk ALTAÇLI	<i>Van Yuzuncu Yıl University</i>	The Using of Hull-Less Barley As Alternative to Corn In Laying Hens Rations
Elif ÇELİK Aliye GÜLMEZ SAĞLAM Mustafa Reha COŞKUN Seda GÖKDEMİR	<i>Kafkas University</i>	Isolation And Molecular Identification Of Escherichia Coli And Clostridium Perfringens In Neonatal Lambs With Diarrhea

14.02.2025
Ankara Local Time: 09:00-11:00

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-1, HALL-4 / OTURUM-1, SALON-4

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Zeynep Bozkan Ünal



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
BELAIDI Chanez DJAALAB Imene ZENIA Safia LAKHDARA Nedjoua	<i>University of Constantine 1</i>	Nutritional Quality Of Alfalfa Varieties Cultivated In Different Regions In Algeria
Kateryna Rodionova Mariia Khimych Mykhailo Yerastov Serhii Niiakyyi	<i>Odesa State Agrarian University</i>	Commodity evaluation of food quail eggs sold in the trade network of the city of Odesa
Neacsu Ana Gheorghe Daniela	<i>Institute of Physical Chemistry</i>	Comparative Analysis Of The Combustion Parameters For Biomass Wastes Generated From Food Processing
DANKEVYCH Nina SKRYPKA Halyna DANKEVYCH Artem STRATAN Andrii	<i>Odesa State Agrarian University</i>	Breed Predisposition Of Dogs To Follicular Skin Cysts (literature review)
Tasawar Iqbal Nadeem Ahmed	<i>University of Agriculture</i>	Botanical Boosters: Exploring The Role Of Medicinal Plants In Enhancing Testosterone Levels In Men
Zineb El Hamri M. Karaoui M. Alami M. Assouag	<i>University Moulay Ismail</i>	The effects of NaOH pretreatment, thermal pretreatment, and their combined NaOH-thermal method on biomethane production during the anaerobic digestion of walnut shells.
Zineb El Hamri M. Karaoui M. Alami M. Assouag	<i>University Moulay Ismail</i>	Impact of Walnut Shell Powder on the Morphological, Thermal, and Mechanical Properties of Poly(Lactic Acid).
Soumaya Atouife Jamila Elbiyad Halima Belaoufi Abdellah El Habazi Rekia Belahsen	<i>Chouaïb Doukkali University</i>	Perception and knowledge of organic food among the Moroccan population
G.A. Ubandoma I. Aliyu S. Haruna I. Oyewumi	<i>Ibrahim Badamasi Babangida University</i>	Rice Farmers' Utilization Of Agricultural Information In Mokwa Local Government Area Of Niger State, Nigeria
Aadil Gani Naina Tirki Ankit Patel Khela Ram Soren Kishor Tribhuvan	<i>ICAR-Indian Institute of Agricultural Biotechnology</i>	Optimized In Vitro Micropropagation Protocol for 'Winter Dawn' Strawberry (<i>Fragaria</i> × <i>ananassa</i>): A Cost-Effective Strategy for Sustainable Commercial Cultivation

14.02.2025
Ankara Local Time: 09:00-11:00

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-1, HALL-5 / OTURUM-1, SALON-5

MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Ayfer Fındık Pakrooh



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILITON	ABSTRACT TITLE
Oyewole Mojisola Fauziyah Olugbodi Grace Oluwaseun	<i>University of Ibadan</i>	Consumption Pattern Of Indigenous Leafy Vegetables Among Selected Households In Ibadan Zone, Oyo State.
Ibrahim Ahmed Kazeem Ajadi Ibraheem Abdullahi Nuraddeen Bakori	<i>Ahmadu Bello University</i>	Effect Of Treatment On The Production And Characterization Of Activated Carbon From Soya Beans Husk.
H. Benzahra I. Mrabti S. Ait Baddou H. Grijja K. Selmaoui M. Afechtal	<i>University Ibn Toufail</i>	Strategies for Managing Penicillium in Citrus: A Review of Chemical, Biological, Physical, and Integrated Approaches
Ahmed Ishiyaku Jamila Bappah Yaya Ibrahim Manu Ruqayya H. Magaji	<i>Federal College of Education</i>	Assessing The Impact Of Varying Phosphorus Fertilizer Rates On Growth Parameters Of Two Cowpea (<i>Vigna unguiculata</i>) Varieties In Sudan Savannah Ecological Zone
MRABTI Imane BENZAHRHA Hayat GRIJJA Hassan BRHADDHA Najiba AFECHTAL Mohamed ZIRI Rabea	<i>University IbnToufail</i>	Precise identification of the cottony cushion scale, <i>Icerya purchasi</i> in Morocco through the advanced application of DNA barcoding.
Annah Siminle Amos SimonOlonkwoh Salihu Idris Suleiman	<i>Federal University of Technology</i>	Speciation Of Arsenic From Fish Pond Sediments From Talba Farm, Minna Metropolis
Abhishek Kumar Verma Jaswant Singh Rajput	<i>Central University of Punjab</i>	Governance of Food Security: Comparative Insights from Two Democratic Giants – India and the USA
Mammass Bourassen Redouan Qessaoui Rachid Bouharroud M'barka Elqdhly Mouna Belmouden Mohamed Alouani	<i>Ibn Zohr University</i>	Bioactive Plant Extracts as Alternatives to Chemical Controls against the Causal agent of Bacterial Canker of Tomato.
Fatima Lakhdar Bouchra Benhniya Selma Mabrouki Jamal Bouhraoua Omar Assobhei Samira Etahiri	<i>Chouaib Doukkali University</i>	Algal Biocompounds As A Natural And Sustainable Alternative For Agricultural Practices.
Leh-Togi Zobeashia S. Stella Umeakuana D. Chidinma	<i>National Biotechnology Research and Development Agency</i>	Assessment of Microbial Diversity in Anaerobic Digestion of Cow Dung for Biogas Production

14.02.2025
Ankara Local Time: 09:00-11:00

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-1, HALL-6 / OTURUM-1, SALON-6

MODERATOR: Müzzemil Hattap Soysal



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Khalida DERRADJI Mostefa KOUADRIA Abdelkrim HASSANI Leila SMAIL	Ibn Khaldoun University of Tiaret	Effect of bio-pesticide made from soil Bacteria on some crop insect pests
Gheorghe GIURGIU Manole COJOCARU	Titu Maiorescu University	Microbiota Modulation As Therapeutic Approach In The Neuropathic Pain In Dog With Spinal Cord Injury: Impact Of Polenoplasmin
Amal Bassam Rajaa Bassam Younes Rachdi Marouane El Alouani Mohammed Hfid Hamid Saufi Saïd Belaouad	Hassan II University of Casablanca	Fabrication of green geopolymer/alginate hybrid spheres for efficient removal of methyl orange dye in water: Batch studies
Faiz Muhammad Shaikh Mazharuddin Keerio Rasool Bux Junejo Muhammad Zafar Wassan Syed Mujeeb Hyder Shah	University of Larkano	Impact of Climate Change Related Shifts in the Agricultural System special food security and Livelihood of the Farming Community in Larkana Sindh-Pakistan
Oumaima Chajji Younes Chemchame Reda Achahboune Mohamed Dalal Abdeslam El Bouari	University of Hassan II	Ecological dye using a natural pigment derived from madder rhizomes from Morocco
Abdelghani Bouchyoua Abdelmajid Khabbach Khalil Hammani Abdelghani Nabloussi	Sidi Mohamed Ben Abdallah University	Assessing drought tolerance in rapeseed genotypes: impacts of low soil moisture on germination and seedling establishment in Morocco
Nadeem Ahmed Tasawar Iqbal	University of Agriculture	The Role Of Veterinary Practices In Preventing Zoonotic Diseases: Challenges And Solutions
Tasawar Iqbal Sidra Altaf Nadeem Ahmed	University of Agriculture	Anti-Inflammatory Properties Of Chia Seeds (Salvia hispanica L.): A Natural Approach To Rheumatoid Arthritis Treatment
Shouket Ahmad Kouchay	Islamic University Madinah	From Data to Discovery: Unveiling Garlic's Antimicrobial and Antiviral Secrets with Data Science

14.02.2025
Ankara Local Time: 11:30-13:30

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-2, HALL-1 / OTURUM-2, SALON-1

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Ömer Barış ÖZLÜOYMAK



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Mehmet YILMAZ Mehmet SÜTYEMEZ Huri TAŞCI	<i>Pistachio Research Institute Directorate</i>	Determination Of The Relationship Between The High Of Potted Seedlings And Pomology In The First Growth Period Of Rootstocks Used As Rootstocks In Pistachio
Ali BAKIŞ	<i>Bursa Uludağ University</i>	Blueberry Cultivation Opportunities In The Marmara Region
Sümeyya ÖGE Nuray GÜZELER	<i>Cukurova University</i>	Antep Cheese
Sümeyya ÖGE Nuray GÜZELER	<i>Cukurova University</i>	Foods With Gaziantep Geographical Indication Potential
Necibe KAYAK Buse GÜZEL	<i>Sakarya University of Applied Sciences</i>	Effect of Exogenous Application of Chitosan in Alleviating Salinity Stress on Physical and Chemical Changes in Cabbage (<i>Brassica oleracea</i>)
Esmâ SARIKAYA ÖZCAN Alper KUŞÇU	<i>Süleyman Demirel University</i>	Drying Strawberries with Different Ultrasound Assisted Drying Methods and Determining the Appropriate Drying Model
Ömer Barış ÖZLÜOYMAK	<i>Çukurova University</i>	Development Of An Automatic Image Processing-Based Canopy Volume Measurement Software System
Muhammed İkbâl ÇATAL	<i>Recep Tayyip Erdoğan University</i>	Investigation Of Nutrient Value And Quality Characteristics Of Pasture In Yedigöller Region (İspir/Erzurum)

14.02.2025
Ankara Local Time: 11:30-13:30

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-2, HALL-2 / OTURUM-2, SALON-2

MODERATOR: Dr. Nilüfer KOÇAK ŞAHİN



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Tuba BAYİR İsmayil Safa GÜRCAN	<i>Fırat University</i>	A Critical Disease In Beekeeping: An 18-Year Study On American Foulbrood
Hilal Betül KAYA Gulsen KOLASINLILER	<i>Manisa Celal Bayar University</i>	Transgene-Free Genome Editing In Grapevine Through Protoplast-Based Approaches
Fatma ÖZEN ÖZDEMİR Bihter ÇOLAK ESETLİLİ	<i>Ege University</i>	Seasonal Change in Nutrient Element Contents of Pitaya Plant (<i>Hylocereus</i> spp)
Nilüfer KOÇAK ŞAHİN	<i>Ankara University</i>	Effect of Gibberellic Acid Pretreatment of Buckwheat Seeds Germinated Under Salinity Stress
Şerife Nur SELVİ	<i>Tekirdağ Namık Kemal University</i>	Drought Tolerance and In Vitro Selection in Sunflower (<i>Helianthus annuus</i> L.)
Güler NAİBOĞLU DOĞAN Nalan BAKOĞLU	<i>Recep Tayyip Erdoğan University</i>	Tamarillo (<i>Solanum betaceum</i>) Yield And Fruit Quality Attributes Grown In Rize Conditions
Büşra KİBAR KURT Aylin ATEŞ Berfin PETEK	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Surgical Treatment Of Atresia Coli, Rectal Agenesis And Atresia Ani In A Holstein Calf
Abdullah ALDIYAB	<i>Cukurova University</i>	Effects of Different LED Light Spectra on the Morphological Measurements of Lettuce Grown in Aeroponic and Ebb-and- Flow Systems in a Plant Factory

14.02.2025
Ankara Local Time: 11:30-13:30

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-2, HALL-3 / OTURUM-2, SALON-3

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Özgül GÜLAYDIN



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILITION	ABSTRACT TITLE
Ali KÜÇÜK Yakup YILDIRIM	<i>Burdur Mehmet Akif Ersoy University</i>	Molecular Diagnosis of Bovine Respiratory Syncytial Virus in Cattle in Burdur Province and Partial Phylogenetic Analysis of Fusion Surface Protein
Rumeysa YÜKSEK Semiha YALÇIN	Muğla Sıtkı Koçman University	Motile Aeromonas Septicemia and a Case of Aeromonas hydrophilia Infection in a Carassius auratus Fish
Özgül GÜLAYDIN Muazzez YEŞİLYURT	<i>Siirt University</i>	Determination Of Antimicrobial Resistance Profile Of Proteus mirabilis Strains Isolated From Cats And Dogs
Muazzez YEŞİLYURT Özgül GÜLAYDIN	<i>Siirt University</i>	Investigation Of Antimicrobial Susceptibility Of Aerobic Bacterial Agents Causing Otitis Externa Cases In Cats And Dogs
Kemal Çağrı GÖKMEN Arzu PEKER	<i>Ankara University</i>	Investigation of the Applicability of Telemedicine in Veterinary Medicine in Turkey
Ahmet ESER	<i>Siirt University</i>	Catsper: Spermatozoon Function and Its Importance In Fertilization
Merve PEKİNCE ÖZÖNER	<i>Siirt University</i>	Histological Development Of The Lungs Of Hair Goat Fetuses In The First Two Periods Of Pregnancy
Vildan Nermin UCAR Sezai ERCISLI Mehmet Ramazan BOZHUYUK	Ataturk University	Morphological And Biochemical Characterization Of Crataegus tanacetifolia (Poir.) Pers Genotypes
Mehmet Ramazan BOZHUYUK İsmail BAYYIGIT Sezai ERCISLI	Ataturk University	Fruit characteristic of some fig genotypes from inner Mediterranean region of Türkiye

14.02.2025
Ankara Local Time: 11:30-13:30

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-2, HALL-4 / OTURUM-2, SALON-4

MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Kadir Akar



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Afaf BENHOUDA Djahida BENHOUDA Mourad HANFER	<i>University of Mustapha Ben Boulaid</i>	Investigation of potential antioxidant and anti-uro lithiatic activity from methanolic extract of Atriplex halimus
Amira BENCHOUALA Clément BOJIC Pascal POUPIN Carole COSSU-LEGUILLE	<i>University of Batna 2</i>	Cytotoxicity And Androgenic Potential Of Antifungal Drug Substances On Mda-Kb2 Cells
Mourad Hanfer Imen Daas Zeyneb Chouit	<i>University of Mentouri Brothers</i>	Chemical profil, in vitro anti-inflammatory and hemostatic activities of the n-butanol extract of Hyacinthoides lingulata (Poir.) Rothm
Djahida BENHOUDA Afaf BENHOUDA Simone M. CACCIÒ	<i>University of Batena 2</i>	Molecular Biology Techniques For Identification And Genotyping Of Some Parasites
Ghanshyam Barman	<i>Vidhyadeep University Kim</i>	The Impact Of Chemical Fertilizers On The Environment
Razia Kausar Mobeen Kousar Arfa Anjum Muhammad Samiullah Muhammad Zubair Gulshan Zameer Kazmi Zainab Malik Zinia Anwar Faiza Ghafoor	<i>Deptt. of Anatomy</i>	Comparative Osteology Of Forelimb And Hindlimb In Male And Female Five Stripped Palm Squirrel (Funambulus pennantii)
Fowotade, S. A., Umar, A. A., Murtala Y. D., Haruna D. A., Hafsat, U. K. Hauwau, M.	<i>School of Science and Technology</i>	Determination of Carotene Content of Field and Stored Carrot under Different Temperature Using Ultraviolet-visible Spectrophotometry
Fowotade, S. A., Umar, A. A., Murtala Y. D., Haruna D. A., Mustapha, B., Zainab, Y.	<i>School of Science and Technology</i>	Removal of Toxic Heavy Metals from Waste Water in Kazaure Metropolis using Palm Kernels Shell
Mahmmud Abdulkadir Usman Umaamatu Ohunene Oladimeji Fatimah Bolanle Bankole Mustapha Olatunji Bello Ibrahim Monday Olojede Abayomi Opeyemi	<i>Federal University Lokoja</i>	Climate Change And It's Impact On Biodiversity
Marcelina KRUPA-MALKIEWICZ Ireneusz OCHMIAN Bohdan MARCINKIEWICZ Sylvia CZARNECKA	<i>West Pomeranian University of Technology Szczecin</i>	Application Of Chitosan As An Ecological Biopolymer In The Rooting Process Of Highbush Blueberry For Organic Plantations

14.02.2025
Ankara Local Time: 11:30-13:30

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-2, HALL-5 / OTURUM-2, SALON-5

MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Özgür Özöner



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Almas Hamid Jannat Faisal Ghumman Rabia Nazir	<i>Kinnaird College for Women</i>	Onion peels – a cutting-edge approach to soil amelioration and heavy metal decontamination
El hassania EL HAMZAOU Mohamed EL BAGHDADI Maria EL HARRAM Ayoub OUTALLEB Jamila ZOUHRI Atika MOUADDINE Abdessalam SALMI	<i>Sultan Moulay Slimane University</i>	Assessment of Soil Quality and Fertility in the Beni-Moussa Perimeter (Tadla Plain, Morocco): Implications for Sustainable Agricultural Management
Ozoude, T. O Braï, A. E Alozieuwa, U. B Eze, V. C.	<i>Veritas University</i>	Monitoring The Biodegradability Of Apple Core By Fungal Species From Selected Dump Sites In Bwari Area Council, Abuja.
Ikenna Charles Ukwuaba Chiziterem Benita Nze	<i>University of Nigeria</i>	Uptake of Environmentally Sustainable Vegetable Farming Practices Among Small-Scale Farmers in Enugu State, Nigeria
M'hamed Majji Abdelhak Talha Ouiam Chetto Brahim Aouziou Rachid Benkirane Hamid Benyahia	<i>Unit Research of Plant Breeding and Germplasm Conservation</i>	Citrus rootstock and grafted scion's effects on Phytophthora inoculum density in root zone soil
Shahadot Hossen Khairul Islam Kazi Shafiul Kalam Saidul Islam	<i>University of Rajshahi</i>	Effect Of Mixed Synthetic Fertilizers On The Growth And Yield Of Potato (Solanum tuberosum) Varieties
Noor Fatima Kainat Kashif Iqbal Tanzila Sahar Bilal Aslam Shamshad Ul Hassan Faiza Hasaan Muhammad Rehan Sajid Ammara Afzal	<i>University of Agriculture Faisalabad</i>	Green Synthesis Of Zinc Oxide Nanoparticles By Using Gymnema Sylvestre Leaf Extract For Evaluation Of Its Antidiabetic Activity
Osuji E.E., Igberi C.O., Iheanacho R.A., Agunanne U.T.	<i>Alex Ekwueme Federal University</i>	Sectoral Impacts of Climate Change on Rural Communities in Nigeria
Piotr Salachna Kamila Bojko	<i>West Pomeranian University of Technology in Szczecin</i>	Roses For Plant Protection In Organic Vineyard
Mohamad Arif Prasetyo Sugeng P. Hariato Surnayanti Refi Arioen	<i>University of Lampung</i>	Analysis Of The Productivity Of Multi-Purpose Tree Species (Mpts) In Agroforestry Land Of The Pujo Makmur Forest Farmers Group, Pesawaran Regency, Lampung

14.02.2025
Ankara Local Time: 11:30-13:30

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-2, HALL-6 / OTURUM-2, SALON-6

MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Ayfer Fındık Pakrooh



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Nuzhat Chowdhury Nadia Yeamin Hossain Alauddin	<i>National university</i>	A Brief Study Of Beef Cattle Fattening Practices For Flesh Production At Feni District Of Bangladesh
Marcelina KRUPA-MAŁKIEWICZ Ireneusz OCHMIAN Bohdan MARCINKIEWICZ Sylvia CZARNECKA	<i>West Pomeranian University of Technology Szczecin</i>	Utilization Of Chitosan As An Ecological Biopolymer In The Rooting Process Of Highbush Blueberry For Organic Plantations
Sadiq, M.S Singh, I.P. Ahmad, M.M. Sani, B.S.	<i>Department of Agricultural Economics and Agribusiness</i>	Empowering Women in Agriculture: Youth-Driven Initiatives for Gender-Inclusive Agribusiness Models
Soham Bindu Pradeep R Oishi Mukherjee Roshni Bibi Melvin George Koustav Sarkar	<i>SRM Institute of Science and Technology</i>	Acute Lymphoblastic Leukemia: The role of Gaub (<i>Diospyros peregrina</i>) fruit preparation on immune cell activation
Skender DEMAKU Gani Kastrati Donika SYLEJMANI	<i>University of Prishtina</i>	Contamination of Environment with the Heavy Metals Emitted from a Cement Factory, Kosovo
Skender DEMAKU Arbnorë ALIU Donika SYLEJMANI	<i>University of Prishtina</i>	Evaluation of Water Quality and Its Potential Threats Along River Drini Bardh Using Analytical Instrumental Techniques
Skender DEMAKU Donika SYLEJMANI Bahrije DOBRA	<i>University of Prishtina</i>	Nitrate ion (NO ₃ ⁻) levels in fruits and vegetables in the cities of Prishtina and Graçanica were measured using the "Green Test ECO 5 F - ANMEZ" equipment
Gawesha Yasapala Madhuri Samaraweera Peliyagodage Chathura Dineth Perera	<i>University of Ruhuna</i>	The Impact Of Seed Morphology On Invasive Alien Plant Species Spread In An Island Like Sri Lanka
Madhuri Samaraweera Gawesha Yasapala Peliyagodage Chathura Dineth Perera	<i>University of Ruhuna</i>	Pathways Of Introduction Of Invasive Alien Plant Species To An Island: A Case Study In Sri Lanka
Chikamso Christian Apeh Chizoma Olivia Osuagwu Rakiya Y. Abdulsalam Johnpaul Tochukwu Offorma Christopher C. Eze	<i>University of Agriculture and Environmental Sciences</i>	An Assessment Of Retailers' Preferences For Banana (<i>Musa Spp</i>) Ripening Methods And Their Perceived Health Impacts In Imo State, Nigeria

14.02.2025
Ankara Local Time: 14:00-16:00

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-3, HALL-1 / OTURUM-3, SALON-1

MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Özgür ÖZÖNER



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Özgür ÖZÖNER	<i>Siirt University</i>	Open Source Microscope Systems
Erinç GÜMÜŞ Selim SIRAKAYA Şahin ÖZTÜRK Ozan GENDİGELEN	<i>Aksaray University</i>	Effects of Black Cumin Oil Addition on Olive Pomace Silage Quality
Tuğçe ANTEPLİOĞLU Muzaffer ORAL	<i>Kırıkkale University</i>	Cattle Respiratory System Disease Complex and Diagnostic Methods Seen in Calves
Ezgi ERGEN	<i>Istanbul University- Cerrahpasa</i>	Epilepsy And Microrna's In Veterinary Medicine
Mert EREK Erdal MATUR	<i>Van Yuzuncu Yil University</i>	Determination Of T Cell Subtypes In Chickens Using Flow Cytometry
Songül Erhan Erdal Matur	<i>Istanbul University- Cerrahpasa</i>	The Ability To Solve Problems Using Objects In Dogs: Environmental Factors And The Role Of Training
Muhammed TURAN Fatma ÖZKAN	<i>Van Yüzüncü Yil University</i>	Current Dietary Preferences in Cats and Dogs
Rezzan Sevim Erdal Matur	<i>Istanbul University- Cerrahpasa</i>	The Role Of Gut Microbiota And Mirna's In Inflammatory Bowel Disease
Rüveyde Tunçtürk Murat Tunçtürk Solmaz Najafi	<i>Van Yüzüncü Yil University</i>	Impact of AMF on Growth Traits of Sage (<i>Salvia officinalis</i> L.) in Salinity Stress Conditions
Rüveyde Tunçtürk Murat Tunçtürk Solmaz Najafi	<i>Van Yüzüncü Yil University</i>	Effects of Glomus intraradices on Seedling Development of <i>Salvia officinalis</i> Under Saline Stress Conditions
Kadir Demirağ Ali Yavuz Şeflek	<i>Selçuk University</i>	Vertical Farming Technologies

14.02.2025
Ankara Local Time: 14:00-16:00

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-3, HALL-2 / OTURUM-3, SALON-2

MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Ali GÜLAYDIN



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Egemen ERÇETİN İbrahim İsmet TÜRKMEN	<i>Bursa Uludağ Üniversitesi</i>	Effects Of Diferent Protein Sources Used In Concentrate Feed On Lamb Development, Growth, Blood And Rumens Parameters
Müzzemil Hattap SOYSAL Ali GÜLAYDIN	<i>Siirt University</i>	Prepubic Urethrostomy in a Cat: Case Report
Onur YILDIRIM Ali GÜLAYDIN	<i>Siirt University</i>	Megacolon Case in Norwegian Forest Cat
Murat ÖZOCAK	<i>Istanbul University - Cerrahpaşa</i>	Examination In Terms Of Plant Development Of Different Covering Materials Used In Greenhouses In Türkiye
Tolga Meriç DÜMBEK Zeynep BOZKAN ÜNAL	<i>Muğla Sıtkı Koçman University</i>	Decompression Surgery For Intervertebral Disc Hernia In Cats And Dogs
Berfin PETEK Büşra KİBAR KURT	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Diagnosis And Treatment Of Cataract In Dogs
Mehmet YILDIZ	<i>Van Yuzuncu Yil University</i>	Some Methods For Collecting Immature Oocytes In In Vitro Embryo Production In Cattle
Mohamed Said OMAR Husrev MENNAN	<i>Ondokuz Mayıs University</i>	Germination biology of <i>Flevertia bidentis</i> weed under different temperature regimes
Maruf YILMAZ Ali GÜLAYDIN Özgür ÖZÖNER İhsan İŞBİLİR	<i>Siirt University</i>	Ocular Squamous Cell Carcinoma in a Simmental Cattle: A Clinical and Histopathological Case Report

14.02.2025
Ankara Local Time: 14:00-16:00

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-3, HALL-3 / OTURUM-3, SALON-3

MODERATOR: Dr. Aysun ŞEHİT



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Sıla DORU Özgür SAĞLAM	<i>Tekirdağ Namık Kemal University</i>	Effect Of A Local Diatomaceous Earth Formulation (Detech) On Adult Stage Of Red Flour Beetle, <i>Tribolium castaneum</i> , On Concrete Surface
Ezgi Nur YILMAZ Özgür SAĞLAM	<i>Tekirdağ Namık Kemal University</i>	Pests Seen In Indoor Ornamental Plants And Awareness Levels Of People
Aysun ŞEHİT	<i>Yozgat Bozok University</i>	Sustainability And Organic Farming In Viticulture: A Bibliometric Analysis
Aysun ŞEHİT	<i>Yozgat Bozok University</i>	Rootstocks In Grapevine: Mechanisms And Trends From A Bibliometric Perspective (2005-2025)
Rukiye TAŞ Hakan KAYI Berna TOPUZ	<i>Ankara University</i>	The Innovative Role of Metal Organic Cages in Improving the Effectiveness of Chemical Fertilizers for Sustainable Agriculture
Murat GÜNENÇ Pervin KINAY TEKSÜR	<i>Ege University</i>	The Relationship Between Salicylic Acid And Silicon In Postharvest Diseases
Yaren PEKTAŞ Halil ÜNAL	<i>Bursa Uludag University</i>	Analysis Of Tractor Accidents That Occurred Between 2017-2023 In Balıkesir Province
Emine NAKİLCİOĞLU Beyda CEYLAN	<i>Ege University</i>	Chemical Structure of Matcha Tea and Its Effect on Health

14.02.2025
Ankara Local Time: 14:00-16:00

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-3, HALL-4 / OTURUM-3, SALON-4

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Zeynep Bozkan Ünal



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Zakya M'hamdi Bensalem EL jeddaoui Chaima Saihi Mohamed Sabri Mohammed Elhourri Ali Amechroug	<i>Moulay Ismail University</i>	Phytochemical and antioxidant analysis of Rubia tinctorum (L.) roots collected in the Fès-Meknes region of Morocco
Ganesh Kumar R.Y Hiranmai Ajay Neeraj	<i>Central University of Gujarat</i>	Utilization of Bioreactor for the conversion of organic waste as organic amendment for soil fertility and crop productivity
Kamal Kant Sharma Laxmi Kant Sharma Sanju joshi	<i>M.G.S., University</i>	Phytodiversity of Indian Thar Deserpt of Rajasthan Region : An Overview
Yusuf Lawal Sulaiman Sani Yusuf Shamsu M. Aliyu Muslim Yusuf	<i>Umaru Musa Yaradua University</i>	Green Synthesis Of Silver Nanoparticles Using Vernonia Amydalina Leaves Extract And It's Antibacterial Activity
Olaomi A.A. Daikwo, S. Amuna, O.T. Olusanmi, P.K. Ayodele, F.A. Olusanmi, P.T. Simon, V.O.	<i>Federal University Lokoja</i>	Antibacterial Activities Of Garlic (Allium sativum) On Bacteria Neisseria gonorrhoeae And Treponema pallidum Associated With Sexually Transmitted Diseases (STD)
Hamsini Eisha E Ashwini A Sheron Kevin S Venkateshwaran S Selva Kumar V Vijayalakshmi M	<i>Bharath Institute Of Higher Education And Research</i>	Anti - Inflammatory Properties Of Silver Nanoparticles Mediated With Nigella Sativa Oil
Mohamed Yassine El Brouzi Mouloud Lamtai Wissal Baghdad Abedelhalim Mesfioui	<i>Ibn Tofail University</i>	Nickel Neurotoxicity: Investigation into Hippocampal Lateralization on Memory Process, AchE Activity, Neuroinflammation and Oxidative Stress Markers in Wistar Rats.
Rita Files Cláudia Cardoso Justina Prada Filipe Silva Isabel Pires	<i>University of Trás-os-Montes and Alto Douro</i>	Expression of E-Cadherin in Canine Cutaneous Squamous Cell Carcinoma: a promising marker of aggressiveness
R. Files C. Cardoso G. Maia M. Pinto M. Silva J. Prada F. Silva I. Pires	<i>University of Trás-os-Montes and Alto Douro</i>	MMP-9 in Canine Cutaneous Squamous Cell Carcinoma: A Marker of Tumor Progression and Microenvironment Modulation?
Dona Mary Eldhose Sejian V	<i>College of Veterinary and Animal Science</i>	Essential Micronutrients for Augmenting Reproductive Efficiency in Dairy Cattle During Heat Stress Exposure

14.02.2025
Ankara Local Time: 14:00-16:00

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-3, HALL-5 / OTURUM-3, SALON-5

MODERATOR: Dr. Ume SALMAN



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Muhammad Amjad Syed Makhdoom Hussain Nisar Ahmad Danish Riaz Mudassar Shahzad Muhammad Zubair Ul Hassan Arsalan Eman Naeem	<i>Government College University</i>	From Waste to Wealth: Improving Tilapia Fish Health and Performance
Ume Salma Tasawar Iqbal Sidra Altaf Maryam Manzoor	<i>University of Agriculture</i>	Biogenic Nanoparticles From Plants: A Sustainable Strategy For Preventing And Treating Zoonotic Pathogens
Tasawar IQBAL Ali AHMAD Ume SALMA Sidra ALTAF	<i>University of Agriculture</i>	Exploring The Pharmacological Benefits Of Guava (Psidium Guajava) Leaf Tea In Fatty Liver Disease Management
Mohamed Jibril Daiaeddine Sara Badrouss Abderrazak El Harti El Mostafa Bachaoui Mohamed Biniz Hicham Mouncif	<i>Sultan Moulay Slimane University</i>	UAV Remote Sensing and Deep Learning for Precision Citrus Yield Estimation
Khatami Salma El Haimour Bouchra Bouhallaoui Mina Errhif Ahmed	<i>National Institute of Fisheries Research Casablanca</i>	Ecotoxicological Bioassay With The Microalga Tetraselmis Suecica To Assess Sediment Quality In The Moulay Bousselham Lagoon (Moroccan Atlantic Coast)
Amal AOUMRANI Ahlam ZARHOUTI Bouchra EL KHALFI Abdelaziz SOUKRI	<i>Hassan II University of Casablanca</i>	Inflammation And Male Infertility: Insights Into The Role Of Inflammatory Biomarkers In Sperm Quality
Abderrahmane TALFANA Sofia KEROUAD Issam FORSAL	<i>School of Technology</i>	CT extract as a green inhibitor for the corrosion of carbon steel in An Acidic Environment
Haruna Abubakar Danyaya Saidu Akun Abdallah Alice Komolafe Gbemisola	<i>School of Science and Technology</i>	Comparative Analysis Of Various Solvent Extraction Of Bio Oil From Flambouyant Seed For Potential Industrial Application
Saniya Y. Desai Firoj A. Tamboli Samruddhi A. Pisal Rajnandini V. Patil Aishwarya M. Pujari Shreya S. Patkar	<i>Bharati Vidyapeeth College of Pharmacy</i>	Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Annona squamosa Extracts: Insights into Their Pharmacological Potency
Kadiata Ba Bouchra EL Khalfi Abdelaziz Soukri	<i>Hassan II University of Casablanca</i>	Evaluation of the antibacterial properties of various natural extracts

14.02.2025
Ankara Local Time: 14:00-16:00

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-3, HALL-6 / OTURUM-3, SALON-6

MODERATOR: Dr. Obabire, I. E.



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Obabire, I. E.	<i>School of Agriculture and Agricultural Technology</i>	Perceived Effect Of Climate Change On Poultry Production In Ado And Ikere Local Government Areas Of Ekiti State, Nigeria
Obabire, I. E. Obabire, I. R., Ekenta, C. M.	<i>School of Agriculture and Agricultural Technology</i>	Assessment Of Climate Change Adaptation Strategies Among Poultry Farmers In Ekiti State, Nigeria
Soumia BOUZAHER	<i>Mohamed Khider University</i>	ZIBAN micro-region an illustration of urban and agricultural resilience
Rahul Kumar Mishra Dheeraj Rathore	<i>Central University of Gujarat</i>	Decoding the Structural Importance of L-Ascorbic Acid in Mitigating Plant Stress
Ibrahim Ahmed Kazeem Ajadi Ibraheem Abdullahi Nuraddeen Bakori	<i>Ahmadu Bello University</i>	Effect Of Treatment On The Production And Characterization Of Activated Carbon From Soya Beans Husk.
Moore-Igwe, Beatrice W. Wenah-Emmanuel, Justina E.	<i>Rivers State University</i>	Toxicity And Cumulative Risks Of Nsaid Exposure: Physiological And Behavioral Impacts On Wistar Albino Rats
Madalina Alexandra DAVIDESCU Alexandru USTUROI	<i>"Ion Ionescu de la Brad" Iasi University of Life Sciences</i>	The Evolution Of Biotechnologies In The Food Industry: Impact On Solving Global Food Challenges
Siham Fathallah Fatima Mourabiti Houda El Alami Itto Maroui Abdelaziz EL Amrani Yassine Zouheir Samir Iben Moussa	<i>Hassan II University</i>	Assessment of the Antibacterial Activity and Pharmacokinetic Properties of Two Essential Oils: Rosmarinus officinalis and Pogostemon cablin
Zineb El Hamri M. Karaoui M. Alami M. Assouag	<i>University Moulay Ismail</i>	The influence of incorporating walnut shell powders on the morphology, thermal behavior, and mechanical characteristics of poly(lactic acid) (PLA).
Solmaz Najafi Rüveyde Tunçtürk Murat Tunçtürk	<i>Vam Yüzümcü Yıl University</i>	Effect of Glomus intraradices applications on photosynthetic pigments responses of Sage(<i>Salvia officinalis</i> L.) under salt stress
Solmaz Najafi Rüveyde Tunçtürk Murat Tunçtürk	<i>Vam Yüzümcü Yıl University</i>	Effect of mycorrhiza applications on some physiological parameters of sage plant grown under salt stress conditions
Essien, K.F. Raji, A. Y. Ojo, T. S. Noah, U. T. Agwu, A. E.	<i>Bayero University</i>	Impact of Heat Stress on Livestock Production in the Semi-Arid Region of Nigeria: A Systematic Review

14.02.2025
Ankara Local Time: 16:30-18:30

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-4, HALL-1 / OTURUM-4, SALON-1

MODERATOR: Dr. Mustafa AKÇAY



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Emine NAKİLCİOĞLU Beyda CEYLAN	<i>Ege University</i>	Chicory Brown
Osman Doğan BULUT Köksal KARADAŞ	<i>Iğdır University</i>	Investigating Farmers Perspectives and Experiences Regarding the Impact of Pesticide Use on Human Health: The Case of Iğdır Province
Köksal KARADAŞ Osman Doğan BULUT	<i>Iğdır University</i>	Socio-Economic Characteristics and Production Problems of Wheat Producers: The Case of Tuşba District, Van Province
Mustafa AKÇAY	<i>Kafkas University</i>	Alleviating effects of exogenous melatonin against salt (NaCl) stress in parsley (<i>Petroselinum crispum</i> L.)
Nur AKMAN ALACABEY Turan YAMAN Meryem ÇALIŞIR Ahmet Ufuk KÖMÜROĞLU	<i>Van Yüzüncü Yıl University</i>	Effect Of Bee Bread (Perga) On Cytokines In Diabetic Rat Kidney
Alaaddin YÜKSEL Ali Rıza DEMIRKIRAN	<i>Bingol University</i>	Digital soil technologies and applications
Ali Rıza DEMIRKIRAN Alaaddin YÜKSEL	<i>Bingol University</i>	Effects of Leonardite on soil fertility
Ahmet Nuri ÖZDAĞ Rüveyda BAĞBOZAN	<i>Directorate of Hard-Fruits Research Institute</i>	Studies on Flowering Performance of Kapareil Almond Variety
Halil DİLMEN	<i>Siirt University</i>	First Record of Ricania sp. (Hemiptera: Ricaniidae) on Apple Trees at Siirt University
Abdullah Aldiyab H.Yıldız Daşgan	<i>Çukurova University</i>	The Effect of Biofertilizers on Root Fresh and Dry Weight, Root Dry Matter Ratio, and Root Length of Basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.) in a Hydroponic Culture

14.02.2025
Ankara Local Time: 16:30-18:30

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-4, HALL-2 / OTURUM-4, SALON-2

MODERATOR: Dr. D. Grover



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Shrijana Anisha Singha Deo Sruthika SU Shreya Karun Kashish Bisaria Pradeep R Melvin George Koustav Sarkar	<i>SRM Institute of Science and Technology</i>	The role of wheatgrass (<i>Triticum aestivum</i>) preparation in the immunoregulation of invasive ductal carcinoma (IDC)
Amal Dagni Kadiata Ba Souraya Sakoui Abdelhakim Elmakssoudi Abdelaziz Soukri Bouchra El khalfi	<i>Hassan II University of Casablanca</i>	Targeted encapsulation of α -terpinene with enhanced stability and potent antibacterial properties through Gum Arabic and Inulin matrix
Fatima Mourabiti FatimaZahra Jouga Souraya Sakoui Abdelaziz Soukri Yassine Zouheir Bouchra El Khalfi	<i>Hassan II University of Casablanca</i>	Exploring the Antibacterial Potential of <i>Salvia Officinalis</i> Essential Oil Against <i>Klebsiella pneumoniae</i> : A Combined In Vitro and In Silico Study
Reguia BOUDRAA Atmane Djermoune Sarah Balit Farid Ait Merzeg Hichem Tahraoui	<i>University of Bouira</i>	Biosynthesized of doped CuO nanoparticles: a new green technology for environmental remediation
Adamu Dahuwa Abdulkadir Idris Mohammed Lawan Ahmed Ishiyaku Mohammed Bunu	<i>School of Secondary Education</i>	Efficacy Of Some Plant Extracts In Controlling <i>Aspergillus Niger</i> And <i>Rhizopus Stolonifer</i> , The Causal Agents Of Tomato (<i>Solanum Lycopersicum</i>) Fruit Rot In Bauchi Town
Kadiata Ba Amal Dagni Bouchra EL Khalfi Abdelaziz Soukri	<i>Hassan II University</i>	Evaluation Of The Antibacterial Properties Of Various Natural Extracts
D. Grover	<i>SRM University Delhi Ncr Sonapat</i>	Approximate Solution Of Fisher's Equation Using Hhpkt Method
Tofiq I.ALLAHVERDIYEV Lachin E NOVUZOV	<i>Institute of Crop Husbandry Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan</i>	Effect Of Nitrogen Application Rate On Some Physiological Paramters Of Bread Wheat Genotypes

14.02.2025
Ankara Local Time: 16:30-18:30

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-4, HALL-3 / OTURUM-4, SALON-3

MODERATOR: Dr. Ebrahim Mohammadi



Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Abdulaziz Rabiou Abdulkadir Salim Abdullahi Yahaya	<i>Federal University Dutse</i>	Dpph Antioxidant Activity, Total Flavonoid And Total Phenolic Content Of Adansonia Digitata Leaves And Stem Bark
Fatimazahra Jouga Fatima Mourabiti Souraya Sakoui Reda Derdak Abdelaziz Soukri Bouchra El khalfi	<i>Hassan II University of Casablanca</i>	Isolation, characterization, and antibacterial potential of Streptococcus bovis against aquaculture pathogens
Mamen Nassima Benabdallah Amina Maayouf Rabeh	<i>Abbes Laghrour University, Khenchela, Algeria</i>	The Chemical Composition of Rosemary (Rosmarinus officinalis. L) In the wilaya of Khenchela (Algeria)
Ebrahim Mohammadi	<i>Graduate University of Advanced Technology</i>	Changes of the Chronostratigraphic Chart of the Paleocene and Eocene During the Last 20 Years and its Effects on Planktonic Foraminiferal Biozones
S Pragadeeshwaran K. R. Preethy	<i>Rajalakshmi Engineering College</i>	Exploring The Potential Of Banana Peduncle Juice In Plant Growth Enhancement
Fathalah ELWAHAB Mohamed SEDKİ Chatto Abdelaziz Chérif Er-Raouidi Najiba BRHADDA Rabea ZIRI	<i>University Ibn Toufail</i>	Innovations and Sustainable Practices in Rice Cultivation in Morocco: An Overview of Current and Future Trends
Daikwo, S. Simon, V.O. Olaomi A.A. Amuna, O.T. Olusanmi, P.K. Ayodele, F.A. Olusanmi, P.T.	<i>Federal University Lokoja</i>	Assessment Of Fungal And Parasitic Qualities Of Fresh Fish Sample Sold In Lokoja, Kogi State, Nigeria
Funmilayo Grace ADEBIYI Olufemi Adebukola ADEBIYI Oyinade L. SOETAN Tolulope Dorcas AKINADE Olaye Joseph OGUNNUSI Blessing Idowu TITILOYE Barnabas ADEDOTUN Olubunmi ADEJOH Ridwan Bayonle Salahudeen Olugbenga Adeniran OGUNWOLE	<i>University of Ibadan</i>	Nutritional Evaluation Of Nymphaea Lotus Leaf Meal As A Potential Feed Ingredient For Livestock
Emmanuel Ugochukwu Anaso Alhassan Muhammad Salihu	<i>University of Abuja</i>	A Review Of Mycotoxins And Food Storage In Nigeria

14.02.2025
Ankara Local Time: 16:30-18:30

(All speakers required to be connected to the session 15 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and hall number,

exp. Hall 1, Gülşah

SESSION-4, HALL-4 / OTURUM-4, SALON-4

MODERATOR: Dr. Omoleye, M.T.



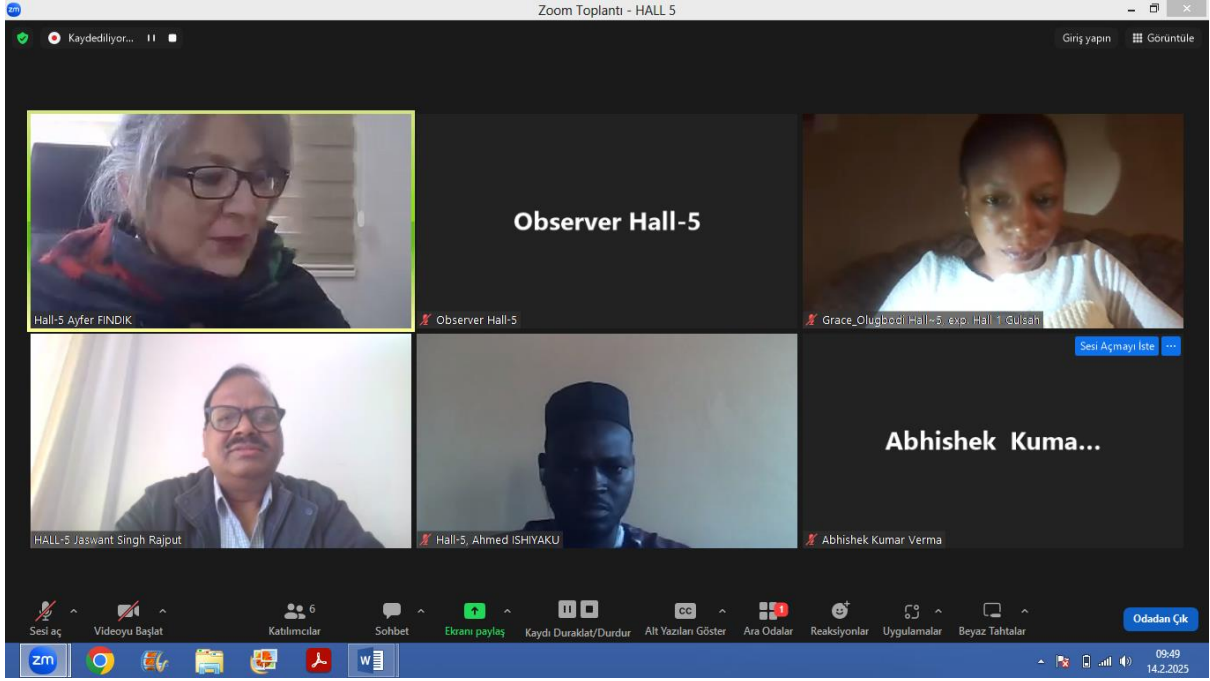
Meeting ID: 833 1287 1999
Passcode: 141414

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Omoleye, M.T.	<i>Cocoa Research Institute of Nigeria,</i>	Plant-microbe interface: Implication for crop health and productivity
Omoleye, M.T, Laoye, F.T., Bobinihi, M.O..	<i>Cocoa Research Institute of Nigeria,</i>	Precision Agriculture: A Game Changer In Kolanut Production In Nigeria
Olusanmi, P.K. Daikwo, S. Simon, V.O. Olaomi A.A. Amuna, O.T. Olusanmi, P.T. Ayodele, F.A.	<i>Federal University Lokoja</i>	In-Vitro Efficacy Of Clove (<i>Syzygium aromaticum</i>) against the growth of <i>Escherichia coli</i> and <i>Staphylococcus aureus</i> Associated With Urinary Tract Infection
Hafiza Zara Saeed Musrat Shaheen Muhammad Wajid Aftab Umar Sunnia Afzal	<i>Government College University Faisalabad</i>	<i>Linum usitatissimum</i> L. in Heavy Metal Phytoremediation: A Holistic Approach
Obaniyi, KS Kolawole, E.A. Awotunde, G.J.	<i>Landmark University</i>	Climate Change's Awareness And Perception By Farmers In Rain Forest Zone (South West) Of Nigeria
Amal Dagni Souraya Sakoui Abdelhakim Elmakssoudi Abdelaziz Soukri Bouchra El khalfi	<i>Hassan II University of Casablanca</i>	Encapsulation of <i>Dysphania ambrosioides</i> Essential oil Using Gum Arabic and Inulin: Characterization, In vitro digestion, and Antimicrobial Approach
Mina Najafi Burçin Çokuysal Younes Rezaee Danesh	<i>Ege University</i>	Impact of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on growth parameters of Thyme (<i>Origanum onites</i> L.) under drought stress
Meric Balci Mina Najafi	<i>Ege University</i>	Enhancing Alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.) germination through Ultrasonic Treatments: A Novel Approach
Amna Saeed Mehmet Mamay	<i>Harran University</i>	Değişen İklim Koşulları Altında Türkiye'deki Tarımsal Zararlılara Genel Bir Bakış
Amna Saeed Mehmet Mamay	<i>Harran University</i>	İklim Değişikliğinin Türkiye'deki <i>Bactrocera</i> (Diptera: Tephritidae) Cinsi Üzerindeki Etkileri

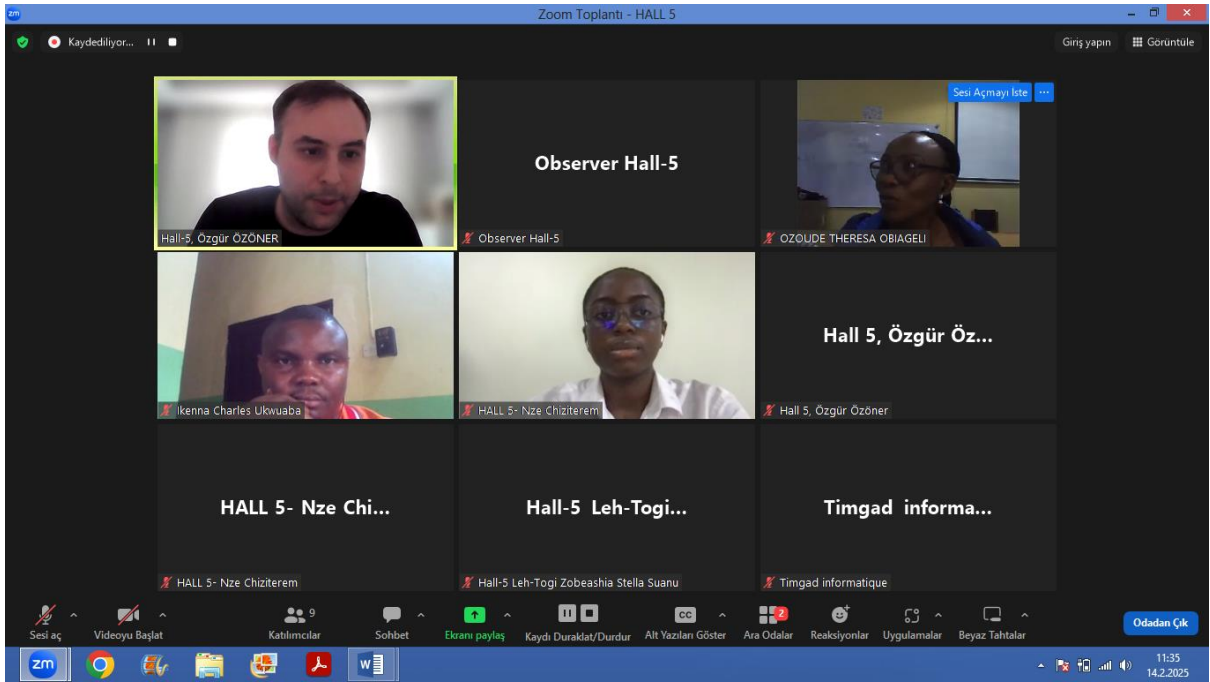
SYMPOSIUM PHOTOS



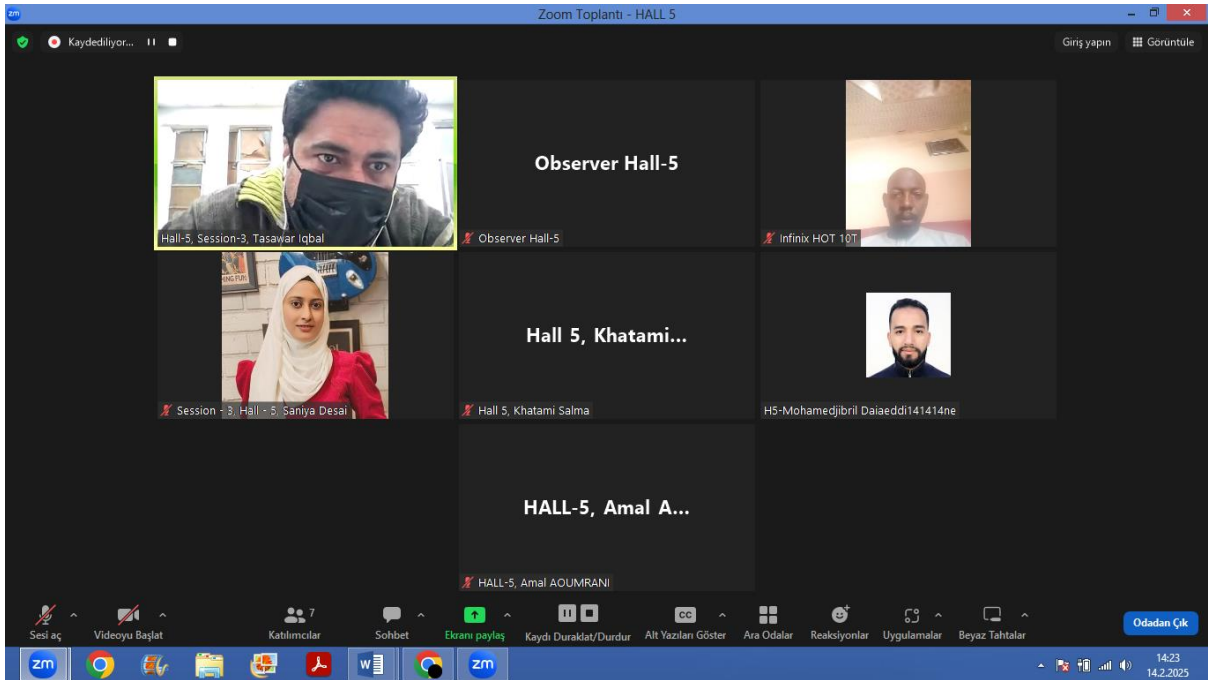
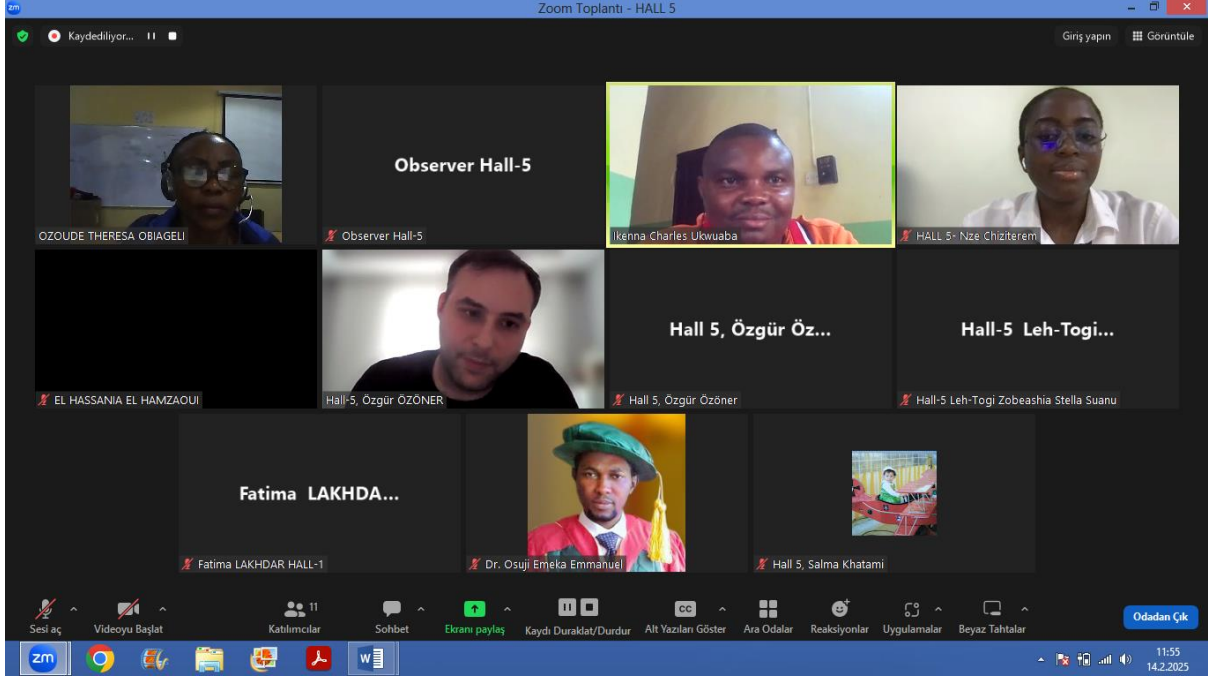
9th INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE and VETERINARY CONGRESS
February 14-15, 2025 - Adana/ TÜRKİYE



9th INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE and VETERINARY CONGRESS
February 14-15, 2025 - Adana/ TÜRKİYE



9th INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE and VETERINARY CONGRESS
February 14-15, 2025 - Adana/ TÜRKİYE

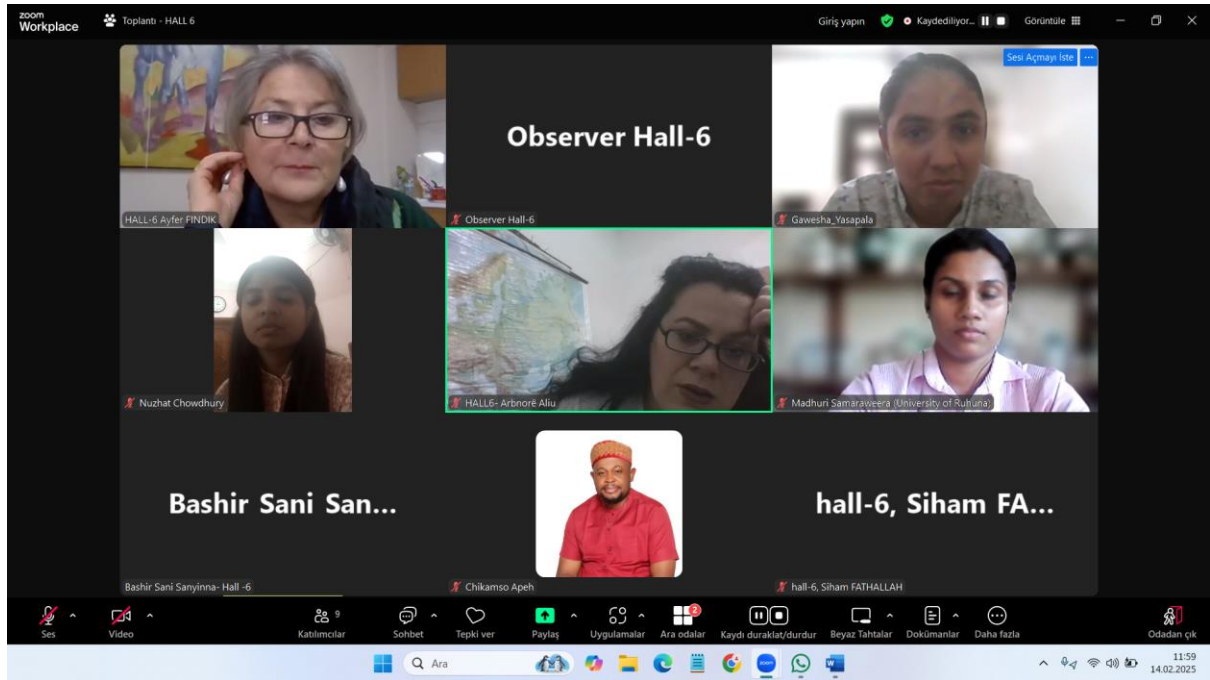
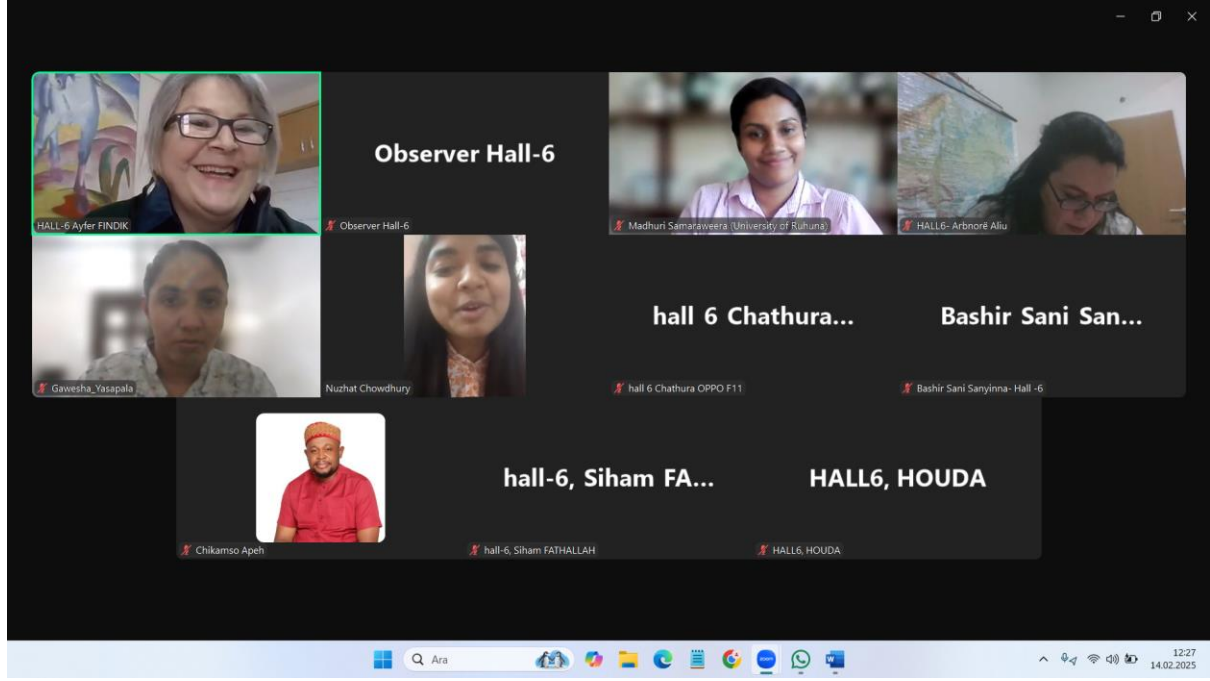


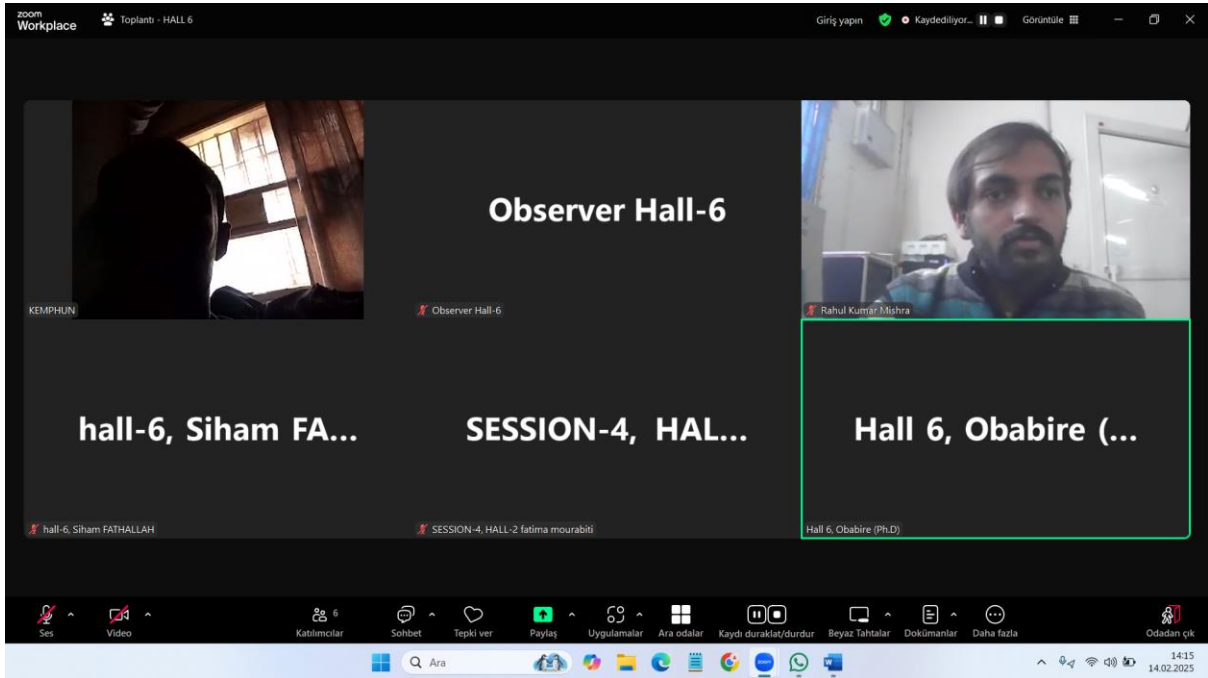
9th INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE and VETERINARY CONGRESS
February 14-15, 2025 - Adana/ TÜRKİYE



9th INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE and VETERINARY CONGRESS
February 14-15, 2025 - Adana/ TÜRKİYE







CONTENTS

ABSTRACTS

P. Özlem KURT	Utilization of Digital Farming Technologies in Corn Production	1
Tolga Kağan TEPE Fadime Begüm TEPE	Hope For Heat Sensitive Food: Cold Plasma Technology	3
Muhammet Bahaeddin DÖRTBUDAK	Immunohistochemical Investigation Of Casp-3 Expression In Sheep Lungs With Bronchopneumonia	5
Vedat BALDAZ Kerem ERCAN Mahsum BAŞAK Emin Can İLİK	Clinical Headlines Of A Cat Diagnosed With Feline Infectious Anemia And Evaluation Of Hematological Findings	7
Ali SOYUÇOK	Determination Of Chicken Meat Adulteration In Cooked Ground Beef Model Using Fluorescence Spectroscopy	10
Sedat ÇOLPAN Süleyman AVCI	Effect of Drought Stress on Germination and Early Seeding Period in Silage Maize	11
Rüveyde TUNÇTÜRK Tülay TOPRAK Murat TUNÇTÜRK	The Importance and Uses of Essential Oils	13
Tülay TOPRAK Rüveyde TUNÇTÜRK Murat TUNÇTÜRK	Cultivation and Trade of Lemon Balm (<i>Melissa officinalis</i> L.) in Turkey	15
Rüveyde Tunçtürk Murat Tunçtürk Solmaz Najafi	Impact of AMF on Growth Traits of Sage (<i>Salvia officinalis</i> L.) in Salinity Stress Conditions	17
Rüveyde Tunçtürk Murat Tunçtürk Solmaz Najafi	Effects of Glomus intraradices on Seedling Development of <i>Salvia officinalis</i> Under Saline Stress Conditions	18
Emre ŞAHİN Güven GÜNGÖR	Impact Of Lipase Supplementation On Broiler Performance: A Meta-Analysis Of Body Weight And Feed Conversion Ratio	19
İsmail Gökçe YILDIRIM Solmaz KARAAARSLAN	Distribution Of Racehorse Fatalities By Breed, Age, Gender, And Season In İzmir, Türkiye (2018–2023)	21
Kerem YENER Adem ŞAHAN	Determination Of Glp-2, Cldn3, Ocln And Zo1 Biomarker Levels In Calves With Atresia Coli	23
Enes SOLMAZ Hasret ÖZTÜRK	Investigating CAST Gene Polymorphisms in Morkaraman Lambs of Iğdır Region	25
BELAIDI Chanez DJAALAB Imene ZENIA Safia LAKHDARA Nadjoua	Nutritional Quality Of Alfalfa Varieties Cultivated In Different Regions In Algeria	27
Kateryna Rodionova Mariia Khimych Mykhailo Yerastov Serhii Niiakyyi	Commodity evaluation of food quail eggs sold in the trade network of the city of Odesa	29

Neacsu Ana Gheorghe Daniela	Comparative Analysis Of The Combustion Parameters For Biomass Wastes Generated From Food Processing	31
DANKEVYCH Nina SKRYPKA Halyna DANKEVYCH Artem STRATAN Andrii	Breed Predisposition Of Dogs To Follicular Skin Cysts (literature review)	32
Tasawar Iqbal Nadeem Ahmed	Botanical Boosters: Exploring The Role Of Medicinal Plants In Enhancing Testosterone Levels In Men	33
Zineb El Hamri M. Karaoui M. Alami M. Assouag	The effects of NaOH pretreatment, thermal pretreatment, and their combined NaOH-thermal method on biomethane production during the anaerobic digestion of walnut shells.	34
Zineb El Hamri M. Karaoui M. Alami M. Assouag	Impact of Walnut Shell Powder on the Morphological, Thermal, and Mechanical Properties of Poly(Lactic Acid).	35
Soumaya Atouife Jamila Elbiyad Halima Belaoufi Abdellah El Habazi Rekia Belahsen	Perception and knowledge of organic food among the Moroccan population	36
G.A. Ubandoma I. Aliyu S. Haruna I. Oyewumi	Rice Farmers' Utilization Of Agricultural Information In Mokwa Local Government Area Of Niger State, Nigeria	37
Aadil Gani Naina Tirki Ankit Patel Khela Ram Soren Kishor Tribhuvan	Optimized In Vitro Micropropagation Protocol for 'Winter Dawn' Strawberry (<i>Fragaria × ananassa</i>): A Cost-Effective Strategy for Sustainable Commercial Cultivation	38
H. Benzahra I. Mrabti S. Ait Baddou H. Grijja K. Selmaoui M. Afechtal	Strategies for Managing Penicillium in Citrus: A Review of Chemical, Biological, Physical, and Integrated Approaches	40
MRABTI Imane BENZAHRHA Hayat GRIJJA Hassan BRHADDA Najiba AFECHTAL Mohamed ZIRI Rabea	Precise identification of the cottony cushion scale, <i>Icerya purchasi</i> in Morocco through the advanced application of DNA barcoding.	41
Annah Siminle Amos SimonOlonkwoh Salihu Idris Suleiman	Speciation Of Arsenic From Fish Pond Sediments From Talba Farm, Minna Metropolis	43
Abhishek Kumar Verma Jaswant Singh Rajput	Governance of Food Security: Comparative Insights from Two Democratic Giants – India and the USA	45

Mammas Bourassen Redouan Qessaoui Rachid Bouharroud M'barka Elqdhdy Mouna Belmouden Mohamed Alouani	Bioactive Plant Extracts as Alternatives to Chemical Controls against the Causal agent of Bacterial Canker of Tomato.	46
Fatima Lakhdar Bouchra Benhniya Selma Mabrouki Jamal Bouhraoua Omar Assobhei Samira Etahiri	Algal Biocompounds As A Natural And Sustainable Alternative For Agricultural Practices.	47
Leh-Togi Zobeashia S. Stella Umeakuana D. Chidinma	Assessment of Microbial Diversity in Anaerobic Digestion of Cow Dung for Biogas Production	48
Khalida DERRADJI Mostefa KOUADRIA Abdelkrim HASSANI Leila SMAIL	Effect of bio-pesticide made from soil Bacteria on some crop insect pests	49
Gheorghe GIURGIU Manole COJOCARU	Microbiota Modulation As Therapeutic Approach In The Neuropathic Pain In Dog With Spinal Cord Injury: Impact Of Polenoplasmin	50
Amal Bassam Rajaa Bassam Younes Rachdi Marouane El Alouani Mohammed Hfid Hamid Saufi Said Belaouad	Fabrication of green geopolymer/alginate hybrid spheres for efficient removal of methyl orange dye in water: Batch studies	51
Tuğba SARICA Süleyman AVCI	Responses of maize genotypes to salt stress during germination and early seedling stages	53
Faiz Muhammad Shaikh Mazharuddin Keerio Rasool Bux Junejo Muhammad Zafar Wassan Syed Mujeeb Hyder Shah	Impact of Climate Change Related Shifts in the Agricultural System special food security and Livelihood of the Farming Community in Larkana Sindh-Pakistan	55
Oumaima Chajji Younes Chemchame Reda Achahboune Mohamed Dalal Abdeslam El Bouari	Ecological dye using a natural pigment derived from madder rhizomes from Morocco	57
Abdelghani Bouchyoua Abdelmajid Khabbach Khalil Hammani Abdelghani Nabloussi	Assessing drought tolerance in rapeseed genotypes: impacts of low soil moisture on germination and seedling establishment in Morocco	58
Nadeem Ahmed Tasawar Iqbal	The Role Of Veterinary Practices In Preventing Zoonotic Diseases: Challenges And Solutions	60
Tasawar Iqbal Sidra Altaf Nadeem Ahmed	Anti-Inflammatory Properties Of Chia Seeds (Salvia hispanica L.): A Natural Approach To Rheumatoid Arthritis Treatment	61
Shouket Ahmad Kouchay	From Data to Discovery: Unveiling Garlic's Antimicrobial and Antiviral Secrets with Data Science	62

Ali BAKIŞ	Blueberry Cultivation Opportunities In The Marmara Region	63
Esmâ SARIKAYA ÖZCAN Alper KUŞÇU	Drying Strawberries with Different Ultrasound Assisted Drying Methods and Determining the Appropriate Drying Model	65
Tuba BAYİR İsmayil Safa GÜRÇAN	A Critical Disease In Beekeeping: An 18-Year Study On American Foulbrood	67
Hilal Betül KAYA Gulsen KOLASINLILER	Transgene-Free Genome Editing In Grapevine Through Protoplast-Based Approaches	69
Fatma ÖZEN ÖZDEMİR Bihter ÇOLAK ESETLİLİ	Seasonal Change in Nutrient Element Contents of Pitaya Plant (<i>Hylocereus</i> spp)	71
Nilüfer KOÇAK ŞAHİN	Effect of Gibberellic Acid Pretreatment of Buckwheat Seeds Germinated Under Salinity Stress	73
Büşra KİBAR KURT Aylin ATEŞ Berfin PETEK	Surgical Treatment Of Atresia Coli, Rectal Agenesis And Atresia Ani In A Holstem Calf	75
Berfin PETEK Büşra KİBAR KURT	Diagnosis And Treatment Of Cataract In Dogs	77
Abdullah ALDIYAB	Effects of Different LED Light Spectra on the Morphological Measurements of Lettuce Grown in Aeroponic and Ebb-and- Flow Systems in a Plant Factory	79
Abdullah Aldiyab H.Yıldız Daşgan	The Effect of Biofertilizers on Root Fresh and Dry Weight, Root Dry Matter Ratio, and Root Length of Basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.) in a Hydroponic Culture	81
Ali KÜÇÜK Yakup YILDIRIM	Molecular Diagnosis of Bovine Respiratory Syncytial Virus in Cattle in Burdur Province and Partial Phylogenetic Analysis of Fusion Surface Protein	83
Rumeysa YÜKSEK Semiha YALÇIN	Motile Aeromonas Septicemia and a Case of Aeromonas hydrophilia Infection in a Carassius auratus Fish	86
Kemal Çağrı GÖKMEN Arzu PEKER	Investigation of the Applicability of Telemedicine in Veterinary Medicine in Turkey	89
Ahmet ESER	Catsper: Spermatozoon Function and Its Importance In Fertilization	91
Merve PEKİNCE ÖZÖNER	Histological Development Of The Lungs Of Hair Goat Fetuses In The First Two Periods Of Pregnancy	93
Afaf BENHOUDA Djahida BENHOUDA Mourad HANFER	Investigation of potential antioxidant and anti-urolithiatic activity from methanolic extract of <i>Atriplex halimus</i>	95
Amira BENCHOUALA Clément BOJIC Pascal POUPIN Carole COSSU-LEGUILLE	Cytotoxicity And Androgenic Potential Of Antifungal Drug Substances On Mda-Kb2 Cells	97
Mourad Hanfer Imen Daas Zeyneb Chouit	Chemical profil, in vitro anti-inflammatory and hemostatic activities of the n-butanol extract of <i>Hyacinthoides lingulata</i> (Poir.) Rothm	98
Djahida BENHOUDA Afaf BENHOUDA Simone M. CACCIÒ	Molecular Biology Techniques For Identification And Genotyping Of Some Parasites	99

Ghanshyam Barman	The Impact Of Chemical Fertilizers On The Environment	100
Razia Kausar Mobeen Kousar Arfa Anjum Muhammad Samiullah Muhammad Zubair Gulshan Zameer Kazmi Zainab Malik Zinia Anwar Faiza Ghafoor	Comparative Osteology Of Forelimb And Hindlimb In Male And Female Five Stripped Palm Squirrel (<i>Funambulus pennantii</i>)	101
Fowotade, S. A., Umar, A. A., Murtala Y. D., Haruna D. A., Hafsat, U. K. Hauwau, M.	Determination of Carotene Content of Field and Stored Carrot under Different Temperature Using Ultraviolet-visible Spectrophotometry	103
Fowotade, S. A., Umar, A. A., Murtala Y. D., Haruna D. A., Mustapha, B., Zainab, Y.	Removal of Toxic Heavy Metals from Waste Water in Kazaure Metropolis using Palm Kernels Shell	104
Mahmmud Abdulkadir Usman Umaamatu Ohunene Oladimeji Fatimah Bolanle Bankole Mustapha Olatunji Bello Ibrahim Monday Olojede Abayomi Opeyemi	Climate Change And It's Impact On Biodiversity	105
Marcelina KRUPA- MAŁKIEWICZ Ireneusz OCHMIAN Bohdan MARCINKIEWICZ Sylwia CZARNECKA	Utilization Of Chitosan As An Ecological Biopolymer In The Rooting Process Of Highbush Blueberry For Organic Plantations	107
Marcelina KRUPA- MAŁKIEWICZ Ireneusz OCHMIAN Bohdan MARCINKIEWICZ Sylwia CZARNECKA Marcel	Application Of Chitosan As An Ecological Biopolymer In The Rooting Process Of Highbush Blueberry For Organic Plantations	109
Almas Hamid Jannat Faisal Ghumman Rabia Nazir	Onion peels – a cutting-edge approach to soil amelioration and heavy metal decontamination	111
El hassania EL HAMZAOU Mohamed EL BAGHDADI Maria EL HARRAM Ayoub OUTALLEB Jamila ZOUHRI Atika MOUADDINE Abdessalam SALMI	Assessment of Soil Quality and Fertility in the Beni-Moussa Perimeter (Tadla Plain, Morocco): Implications for Sustainable Agricultural Management	112
Ozoude, T. O Brai, A. E Alozieuwa, U. B Eze, V. C.	Monitoring The Biodegradability Of Apple Core By Fungal Species From Selected Dump Sites In Bwari Area Council, Abuja.	114

Ikenna Charles Ukwuaba Chiziterem Benita Nze	Uptake of Environmentally Sustainable Vegetable Farming Practices Among Small-Scale Farmers in Enugu State, Nigeria	115
M'hamed Majji Abdelhak Talha Ouiam Chetto Brahim Aouziou Rachid Benkirane Hamid Benyahia	Citrus rootstock and grafted scion's effects on Phytophthora inoculum density in root zone soil	116
Shahadot Hossen Khairul Islam Kazi Shafiul Kalam Saidul Islam	Effect Of Mixed Synthetic Fertilizers On The Growth And Yield Of Potato (Solanum tuberosum) Varieties	117
Noor Fatima Kainat Kashif Iqbal Tanzila Sahar Bilal Aslam Shamshad Ul Hassan Faiza Hasaan Muhammad Rehan Sajid Ammara Afzal	Green Synthesis Of Zinc Oxide Nanoparticles By Using Gymnema Sylvestre Leaf Extract For Evaluation Of Its Antidiabetic Activity	118
Osuji E.E., Igberi C.O., Iheanacho R.A., Agunanne U.T.	Sectoral Impacts of Climate Change on Rural Communities in Nigeria	120
Piotr Salachna Kamila Bojko	Roses For Plant Protection In Organic Vineyard	121
Mohamad Arif Prasetyo Sugeng P. Hariato Surnayanti Refi Arioen	Analysis Of The Productivity Of Multi-Purpose Tree Species (Mpts) In Agroforestry Land Of The Pujo Makmur Forest Farmers Group, Pesawaran Regency, Lampung	122
Nuzhat Chowdhury Nadia Yeamin Hossain Alauddin	A Brief Study Of Beef Cattle Fattening Practices For Flesh Production At Feni District Of Bangladesh	124
Soham Bindu Pradeep R Oishi Mukherjee Roshni Bibi Melvin George Koustav Sarkar	Acute Lymphoblastic Leukemia: The role of Gaub (Diospyros peregrina) fruit preparation on immune cell activation	125
Skender DEMAKU Gani Kastrati Donika SYLEJMANI	Contamination of Environment with the Heavy Metals Emitted from a Cement Factory, Kosovo	127
Skender DEMAKU Arbnorë ALIU Donika SYLEJMANI	Evaluation of Water Quality and Its Potential Threats Along River Drini Bardh Using Analytical Instrumental Techniques	128
Skender DEMAKU Donika SYLEJMANI Bahrije DOBRA	Nitrate ion (NO ₃ ⁻) levels in fruits and vegetables in the cities of Prishtina and Graçanica were measured using the "Green Test ECO 5 F - ANMEZ" equipment	129
Gawesha Yasapala Madhuri Samaraweera Peliyagodage Chathura Dineth Perera	The Impact Of Seed Morphology On Invasive Alien Plant Species Spread In An Island Like Sri Lanka	130

Madhuri Samaraweera Gawesha Yasapala Peliyagodage Chathura Dineth Perera	Pathways Of Introduction Of Invasive Alien Plant Species To An Island: A Case Study In Sri Lanka	131
Özgür ÖZÖNER	Open Source Microscope Systems	132
Ezgi ERGEN	Epilepsy And Microrna's In Veterinary Medicine	134
Mert EREK Erdal MATUR	Determination Of T Cell Subtypes In Chickens Using Flow Cytometry	136
Songül Erhan Erdal Matur	The Ability To Solve Problems Using Objects In Dogs: Environmental Factors And The Role Of Training	138
Muhammed TURAN Fatma ÖZKAN	Current Dietary Preferences in Cats and Dogs	140
Rezzan Sevim Erdal Matur	The Role Of Gut Microbiota And Mirna's In Inflammatory Bowel Disease	142
Egemen ERÇETİN İbrahim İsmet TÜRKMEN	Effects Of Diferent Protein Sources Used In Concentrate Feed On Lamb Development, Growth, Blood And Rumen Parameters	144
Sıla DORU Özgür SAĞLAM	Effect Of A Local Diatomaceous Earth Formulation (Detech) On Adult Stage Of Red Flour Beetle, Tribolium castaneum, On Concrete Surface	146
Ezgi Nur YILMAZ Özgür SAĞLAM	Pests Seen In Indoor Ornamental Plants And Awareness Levels Of People	148
Zakya M'hamdi Bensalem EL jeddaoui Chaima Saihi Mohamed Sabri Mohammed Elhourri Ali Amechrouq	Phytochemical and antioxidant analysis of Rubia tinctorum (L.) roots collected in the Fès-Meknes region of Morocco	150
Ganesh Kumar R.Y Hiranmai Ajay Neeraj	Utilization of Bioreactor for the conversion of organic waste as organic amendment for soil fertility and crop productivity	152
Yusuf Lawal Sulaiman Sani Yusuf Shamsu M. Aliyu Muslim Yusuf	Green Synthesis Of Silver Nanoparticles Using Vernonia Amydalina Leaves Extract And It's Antibacterial Activity	153
Hamsini Eisha E Ashwini A Sheron Kevin S Venkateshwaran S Selva Kumar V Vijayalakshmi M	Anti - Inflammatory Properties Of Silver Nanoparticles Mediated With Nigella Sativa Oil	154
Mohamed Yassine El Brouzi Mouloud Lamtai Wissal Baghdad Abdelhalim Mesfioui	Nickel Neurotoxicity: Investigation into Hippocampal Lateralization on Memory Process, AchE Activity, Neuroinflammation and Oxidative Stress Markers in Wistar Rats.	155
Rita Files Cláudia Cardoso Justina Prada Filipe Silva Isabel Pires	Expression of E-Cadherin in Canine Cutaneous Squamous Cell Carcinoma: a promising marker of aggressiveness	157

R. Files C. Cardoso G. Maia M. Pinto M. Silva J. Prada F. Silva I. Pires	MMP-9 in Canine Cutaneous Squamous Cell Carcinoma: A Marker of Tumor Progression and Microenvironment Modulation?	158
Dona Mary Eldhose Sejian V	Essential Micronutrients for Augmenting Reproductive Efficiency in Dairy Cattle During Heat Stress Exposure	160
Ume Salma Tasawar Iqbal Sidra Altaf Maryam Manzoor	Biogenic Nanoparticles From Plants: A Sustainable Strategy For Preventing And Treating Zoonotic Pathogens	161
Tasawar IQBAL Ali AHMAD Ume SALMA Sidra ALTAF	Exploring The Pharmacological Benefits Of Guava (Psidium Guajava) Leaf Tea In Fatty Liver Disease Management	163
Mohamed Jibril Daiaeddine Sara Badrouss Abderrazak El Harti El Mostafa Bachaoui Mohamed Biniz Hicham Mouncif	UAV Remote Sensing and Deep Learning for Precision Citrus Yield Estimation	165
Khatami Salma El Haimour Bouchra Bouhallaoui Mina Errhif Ahmed	Ecotoxicological Bioassay With The Microalga Tetraselmis Suecica To Assess Sediment Quality In The Moulay Bouselham Lagoon (Moroccan Atlantic Coast)	166
Amal AOUMRANI Ahlam ZARHOUTI Bouchra EL KHALFI Abdelaziz SOUKRI	Inflammation And Male Infertility: Insights Into The Role Of Inflammatory Biomarkers In Sperm Quality	167
Abderrahmane TALFANA Sofia KEROUAD Issam FORSAL	CT extract as a green inhibitor for the corrosion of carbon steel in An Acidic Environment	169
Haruna Abubakar Danyaya Saidu Akun Abdallah Alice Komolafe Gbemisola	Comparative Analysis Of Various Solvent Extraction Of Bio Oil From Flamboyant Seed For Potential Industrial Application	171
Saniya Y. Desai Firoj A. Tamboli Samruddhi A. Pisal Rajnandini V. Patil Aishwarya M. Pujari Shreya S. Patkar	Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Annona squamosa Extracts: Insights into Their Pharmacological Potency	172
Kadiata Ba Bouchra EL Khalfi Abdelaziz Soukri	Evaluation of the antibacterial properties of various natural extracts	173
Soumia BOUZAHER	ZIBAN micro-region an illustration of urban and agricultural resilience	174
Rahul Kumar Mishra Dheeraj Rathore	Decoding the Structural Importance of L-Ascorbic Acid in Mitigating Plant Stress	175
Ibrahim Ahmed Kazeem Ajadi Ibraheem Abdullahi Nuraddeen Bakori	Effect Of Treatment On The Production And Characterization Of Activated Carbon From Soya Beans Husk.	176

Siham Fathallah Fatima Mourabiti Houda El Alami Itto Maroui Abdelaziz EL Amrani Yassine Zouheir Samir Iben Moussa	Assessment of the Antibacterial Activity and Pharmacokinetic Properties of Two Essential Oils: Rosmarinus officinalis and Pogostemon cablin	178
Zineb El Hamri M. Karaoui M. Alami M. Assouag	The influence of incorporating walnut shell powders on the morphology, thermal behavior, and mechanical characteristics of poly(lactic acid) (PLA).	180
Essien, K.F. Raji, A. Y. Ojo, T. S. Noah, U. T. Agwu, A. E.	Impact of Heat Stress on Livestock Production in the Semi-Arid Region of Nigeria: A Systematic Review	182
Nur AKMAN ALACABEY Turan YAMAN Meryem ÇALIŞIR Ahmet Ufuk KÖMÜROĞLU	Effect Of Bee Bread (Perga) On Cytokines In Diabetic Rat Kidney	184
Ahmet Nuri ÖZDAĞ Rüveyda BAĞBOZAN	Studies on Flowering Performance of Kapareil Almond Variety	186
Shrijana Anisha Singha Deo Sruthika SU Shreya Karun Kashish Bisaria Pradeep R Melvin George Koustav Sarkar	The role of wheatgrass (Triticum aestivum) preparation in the immunoregulation of invasive ductal carcinoma (IDC)	188
Amal Dagni Kadiata Ba Souraya Sakoui Abdelhakim Elmakssoudi Abdelaziz Soukri Bouchra El khalfi	Targeted encapsulation of α -terpinene with enhanced stability and potent antibacterial properties through Gum Arabic and Inulin matrix	190
Amal Dagni Souraya Sakoui Abdelhakim Elmakssoudi Abdelaziz Soukri Bouchra El khalfi	Encapsulation of Dysphania ambrosioides Essential oil Using Gum Arabic and Inulin: Characterization, In vitro digestion, and Antimicrobial Approach	192
Kadiata Ba Amal Dagni Bouchra EL Khalfi Abdelaziz Soukri	Evaluation Of The Antibacterial Properties Of Various Natural Extracts	194
Fatima Mourabiti FatimaZahra Jouga Souraya Sakoui Abdelaziz Soukri Yassine Zouheir Bouchra El Khalfi	Exploring the Antibacterial Potential of Salvia Officinalis Essential Oil Against Klebsiella pneumoniae: A Combined In Vitro and In Silico Study	195
Reguia BOUDRAA Atmane Djermoune Sarah Balit	Biosynthesized of doped CuO nanoparticles: a new green technology for environmental remediation	197

Farid Ait Merzeg Hichem Tahraoui		
Adamu Dahuwa Abdulkadir Idris Mohammed Lawan Ahmed Ishiyaku Mohammed Bunu	Efficacy Of Some Plant Extracts In Controlling <i>Aspergillus Niger</i> And <i>Rhizopus Stolonifer</i> , The Causal Agents Of Tomato (<i>Solanum Lycopersicum</i>) Fruit Rot In Bauchi Town	199
D. Grover	Approximate Solution Of Fisher's Equation Using Hhpkt Method	201
Tofig I. ALLAHVERDIYEV Lachin E. NOVRUZOV	Effect Of Nitrogen Application Rate On Some Physiological Parameters Of Bread Wheat Genotypes	202
Abdulaziz Rabiu Abdulkadir Salim Abdullahi Yahaya	Dpph Antioxidant Activity, Total Flavonoid And Total Phenolic Content Of <i>Adansonia Digitata</i> Leaves And Stem Bark	203
Fatimazahra Jouga Fatima Mourabiti Souraya Sakoui Reda Derdak Abdelaziz Soukri Bouchra El khalfi	Isolation, characterization, and antibacterial potential of <i>Streptococcus bovis</i> against aquaculture pathogens	204
Mamen Nassima Benabdallah Amina Maayouf Rabeh	The Chemical Composition of Rosemary (<i>Romarinus officinalis</i> . L) In the wilaya of Khenchela (Algeria)	206
S Pragadeeshwaran K. R. Preethy	Exploring The Potential Of Banana Peduncle Juice In Plant Growth Enhancement	207
Fathalah ELWAHAB Mohamed SEDKİ Chatto Abdelaziz Chérif Er-Raouidi Najiba BRHADDA Rabea ZIRI	Innovations and Sustainable Practices in Rice Cultivation in Morocco: An Overview of Current and Future Trends	208
Emmanuel Ugochukwu Anaso Alhassan Muhammad Salihu	A Review Of Mycotoxins And Food Storage In Nigeria	209
Omoleye, M.T.	Plant-microbe interface: Implication for crop health and productivity	210
Omoleye, M.T, Laoye, F.T., Bobini, Maria.	Precision Agriculture: A Game Changer In Kolanut Production In Nigeria	211
Hafiza Zara Saeed Musrat Shaheen Muhammad Wajid Aftab Umar Sunnia Afzal	<i>Linum usitatissimum</i> L. in Heavy Metal Phytoremediation: A Holistic Approach	212
Obaniyi, KS Kolawole, E.A. Awotunde, G.J.	Climate Change's Awareness And Perception By Farmers In Rain Forest Zone (South West) Of Nigeria	213
Amna Saeed Mehmet Mamay	Değişen İklim Koşulları Altında Türkiye'deki Tarımsal Zararlılara Genel Bir Bakış	214
Amna Saeed Mehmet Mamay	İklim Değişikliğinin Türkiye'deki <i>Bactrocera</i> (Diptera: Tephritidae) Cinsi Üzerindeki Etkileri	215
Maruf YILMAZ Ali GÜLAYDIN Özgür ÖZÖNER İhsan İŞBİLİR	Ocular Squamous Cell Carcinoma in a Simmental Cattle: A Clinical and Histopathological Case Report	216

Muhammad Amjad Syed Makhdoom Hussain Nisar Ahmad Danish Riaz Mudassar Shahzad Muhammad Zubair Ul Hassan Arsalan Eman Naeem	From Waste to Wealth: Improving Tilapia Fish Health and Performance	218
---	---	-----

FULL TEXT

Zeynep ASUTAY Hakan İNCİ	Supporting Beehive Management with Artificial Intelligence Innovative Solutions for Colony Sustainability	219
Zeynep ASUTAY Hakan İNCİ	Antiviral Properties Of Propolis And Honey: Possible Effects On Covid-19	226
Abdullah TURAN Duygu ALPASLAN Tuba ERŞEN DUDU Nahit AKTAŞ	Investigation of Antioxidant Activity of Flavonoids and Nanoparticles Obtained from Methanol Extract of Juniper (<i>Juniperus oxycedrus</i> L. ssp. oxycedrus) Plant Against the Harmful Effect of Methotrexate on Erythrocytes	233
Selma KIPÇAK Duygu ALPASLAN Tuba ERŞEN DUDU Abdullah TURAN	Effects of Nanoparticles on Growth Criteria in Tomato	244
PINAR AYVAZOĞLU DEMİR	Challenges and Sustainability Strategies in Beekeeping in Türkiye	250
Mualla KETEN GÖKKUŞ	Determination Of Crop Evapotranspiration Of Barley And Sugar Beet Grown In Nevşehir Climate Conditions According To Suet And Cropwat Proram	258
Kadir AKAR	Determination Of Chicken Meat Adulteration In Cooked Ground Beef Model Using Fluorescence Spectroscopy	269
Kadir Demirağ Ali Yavuz Şeflek	Vertical Farming Technologies	286
Nermin KALAY SARI Garip YARŞI Yusuf ÇELİK Adem ÖZARSLANDAN	The Effect of Using Mycorrhiza on the Development of Carob (<i>Ceratonia siliqua</i> L.) Saplings	301
Rojbin ÇEVİK Semra DEMİR	The Role of Fungal Ecology in Global Environmental Changes	313
Ayşe PINARBAŞI Özlem DURĞUN Nurcan KIRAR	The Effects Of Silage Additives On In Vitro Digestibility	322
Sadık Serkan AYDIN	The Use Of Phytobiotics In Quail Feeding	330
Taner TOPUZ Volkan Mehmet ÇINAR Aydın ÜNAY	Recent Developments In Gossypol-Free Cotton Breeding	336

Çağrı KALE Fatma ÖZKAN Nuriye Tuğba BİNGÖL Selçuk ALTAÇLI	The Using of Hull-Less Barley As Alternative to Corn In Laying Hens Rations	348
Elif ÇELİK Aliye GÜLMEZ SAĞLAM Mustafa Reha COŞKUN Seda GÖKDEMİR	Isolation And Molecular Identification Of Escherichia Coli And Clostridium Perfringens In Neonatal Lambs With Diarrhea	361
Oyewole Mojisola Fauziyah Olugbodi Grace Oluwaseun	Consumption Pattern Of Indigenous Leafy Vegetables Among Selected Households In Ibadan Zone, Oyo State.	371
Ibrahim Ahmed Kazeem Ajadi Ibraheem Abdullahi Nuraddeen Bakori	Effect Of Treatment On The Production And Characterization Of Activated Carbon From Soya Beans Husk.	384
Ahmed Ishiyaku Jamila Bappah Yaya Ibrahim Manu Ruqayya H. Magaji	Assessing The Impact Of Varying Phosphorus Fertilizer Rates On Growth Parameters Of Two Cowpea (<i>Vigna unguiculata</i>) Varieties In Sudan Savannah Ecological Zone	397
Mehmet YILMAZ Mehmet SÜTYEMEZ Huri TAŞCI	Determination Of The Relationship Between The High Of Potted Seedlings And Pomology In The First Growth Period Of Rootstocks Used As Rootstocks In Pistachio	406
Sümeyya ÖGE Nuray GÜZELER	Antep Cheese	416
Sümeyya ÖGE Nuray GÜZELER	Foods With Gaziantep Geographical Indication Potential	427
Necibe KAYAK Buse GÜZEL	Effect of Exogenous Application of Chitosan in Alleviating Salinity Stress on Physical and Chemical Changes in Cabbage (<i>Brassica oleracea</i>)	441
Ömer Barış ÖZLÜOYMAK	Development Of An Automatic Image Processing-Based Canopy Volume Measurement Software System	452
Muhammed İkbal ÇATAL	Investigation Of Nutrient Value And Quality Characteristics Of Pasture In Yedigöller Region (İspir/Erzurum)	461
Şerife Nur SELVİ	Drought Tolerance and In Vitro Selection in Sunflower (<i>Helianthus annuus</i> L.)	471
Güler NAİBOĞLU DOĞAN Nalan BAKOĞLU	Tamarillo (<i>Solanum betaceum</i>) Yield And Fruit Quality Attributes Grown In Rize Conditions	484
Özgül GÜLAYDIN Muazzez YEŞİLYURT	Determination Of Antimicrobial Resistance Profile Of <i>Proteus mirabilis</i> Strains Isolated From Cats And Dogs	491
Muazzez YEŞİLYURT Özgül GÜLAYDIN	Investigation Of Antimicrobial Susceptibility Of Aerobic Bacterial Agents Causing Otitis Externa Cases In Cats And Dogs	499
Mehmet Ramazan BOZHUYUK İsmail BAYYIGIT Sezai ERCISLI	Fruit characteristic of some fig genotypes from inner Mediterranean region of Turkiye	508
Sadiq, M.S Singh, I.P. Ahmad, M.M. Sani, B.S.	Empowering Women in Agriculture: Youth-Driven Initiatives for Gender-Inclusive Agribusiness Models	515

Chikamso Christian Apeh Chizoma Olivia Osuagwu Rakiya Y. Abdulsalam Johnpaul Tochukwu Offorma Christopher C. Eze	An Assessment Of Retailers' Preferences For Banana (Musa Spp) Ripening Methods And Their Perceived Health Impacts In Imo State, Nigeria	530
Erinç GÜMÜŞ Selim SIRAKAYA Şahin ÖZTÜRK Ozan GENDİGELEN	Effects of Black Cumin Oil Addition on Olive Pomace Silage Quality	546
Tuğçe ANTEPLİOĞLU Muzaffer ORAL	Cattle Respiratory System Disease Complex and Diagnostic Methods Seen in Calves	553
Müzzemil Hattap SOYSAL Ali GÜLAYDIN	Prepubic Urethrostomy in a Cat: Case Report	563
Vildan Nermin UCAR Sezai ERCISLI Mehmet Ramazan BOZHUYUK	Morphological And Biochemical Characterization Of Crataegus tanacetifolia (Poir.) Pers Genotypes	571
Onur YILDIRIM Ali GÜLAYDIN	Megacolon Case in Norwegian Forest Cat	585
Murat ÖZOCAK	Examination In Terms Of Plant Development Of Different Covering Materials Used In Greenhouses In Turkiye	595
Tolga Meriç DÜMBEK Zeynep BOZKAN ÜNAL	Decompression Surgery For Intervertebral Disc Hernia In Cats And Dogs	605
Mehmet YILDIZ	Some Methods For Collecting Immature Oocytes In In Vitro Embryo Production In Cattle	616
Mohamed Said OMAR Husrev MENNAN	Germination biology of Fleveria bidentis weed under different temperature regimes	623
Aysun ŞEHİT	Sustainability And Organic Farming In Viticulture: A Bibliometric Analysis	627
Aysun ŞEHİT	Rootstocks In Grapevine: Mechanisms And Trends From A Bibliometric Perspective (2005-2025)	641
Rukiye TAŞ Hakan KAYI Berna TOPUZ	The Innovative Role of Metal Organic Cages in Improving the Effectiveness of Chemical Fertilizers for Sustainable Agriculture	658
Murat GÜNENÇ Pervin KINAY TEKSÜR	The Relationship Between Salicylic Acid And Silicon In Postharvest Diseases	666
Yaren PEKTAŞ Halil ÜNAL	Analysis Of Tractor Accidents That Occurred Between 2017-2023 In Balikesir Province	679
Emine NAKİLCİOĞLU Beyda CEYLAN	Chemical Structure of Matcha Tea and Its Effect on Health	692
Emine NAKİLCİOĞLU Beyda CEYLAN	Chicory Brown	697
Kamal Kant Sharma Laxmi Kant Sharma Sanju joshi	Phytodiversity of Indian Thar Deserpt of Rajasthan Region : An Overview	702

Daikwo, S. Simon, V.O. Olaomi A.A. Amuna, O.T. Olusanmi, P.K. Ayodele, F.A. Olusanmi, P.T.	Assessment Of Fungal And Parasitic Qualities Of Fresh Fish Sample Sold In Lokoja, Kogi State, Nigeria	710
Olaomi A.A. Daikwo, S. Amuna, O.T. Olusanmi, P.K. Ayodele, F.A. Olusanmi, P.T. Simon, V.O.	Antibacterial Activities Of Garlic (<i>Allium sativum</i>) On Bacteria <i>Neisseria gonorrhoeae</i> And <i>Treponema pallidum</i> Associated With Sexually Transmitted Diseases (STD)	725
Obabire, I. E.	Perceived Effect Of Climate Change On Poultry Production In Ado And Ikere Local Government Areas Of Ekiti State, Nigeria	732
Obabire, I. E. Obabire, I. R., Ekenta, C. M.	Assessment Of Climate Change Adaptation Strategies Among Poultry Farmers In Ekiti State, Nigeria	742
Moore-Igwe, Beatrice W. Wenah-Emmanuel, Justina E.	Toxicity And Cumulative Risks Of Nsaid Exposure: Physiological And Behavioral Impacts On Wistar Albino Rats	750
Madalina Alexandra DAVIDESCU Alexandru USTUROI	The Evolution Of Biotechnologies In The Food Industry: Impact On Solving Global Food Challenges	758
Mina Najafi Burçin Çokuysal Younes Rezaee Danesh	Impact of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on growth parameters of Thyme (<i>Origanum onites</i> L.) under drought stress	762
Meric Balci Mina Najafi	Enhancing Alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.) germination through Ultrasonic Treatments: A Novel Approach	770
Solmaz Najafi Rüveyde Tunçtürk Murat Tunçtürk	Effect of Glomus intraradices applications on photosynthetic pigments responses of Sage (<i>Salvia officinalis</i> L.) under salt stress	775
Solmaz Najafi Rüveyde Tunçtürk Murat Tunçtürk	Effect of mycorrhiza applications on some physiological parameters of sage plant grown under salt stress conditions	784
Osman Doğan BULUT Köksal KARADAŞ	Investigating Farmers Perspectives and Experiences Regarding the Impact of Pesticide Use on Human Health: The Case of Iğdır Province	793
Köksal KARADAŞ Osman Doğan BULUT	Socio-Economic Characteristics and Production Problems of Wheat Producers: The Case of Tuşba District, Van Province	802
Mustafa AKÇAY	Alleviating effects of exogenous melatonin against salt (NaCl) stress in parsley (<i>Petroselinum crispum</i> L.)	811
Ali Rıza DEMIRKIRAN Alaaddin YÜKSEL	Effects of leonardite on soil fertility	824
Halil DİLMEN	First Record of <i>Ricania</i> sp. (Hemiptera: Ricaniidae) on Apple Trees at Siirt University	832
Ebrahim Mohammadi	Changes of the Chronostratigraphic Chart of the Paleocene and Eocene During the Last 20 Years and its Effects on Planktonic Foraminiferal Biozones	838

Funmilayo Grace ADEBIYI Olufemi Adebukola ADEBIYI Oyinade L. SOETAN Tolulope Dorcas AKINADE Olayele Joseph OGUNNUSI Blessing Idowu TITIOYE Barnabas ADEDOTUN Olubunmi ADEJOH Ridwan Bayonle Salahudeen Olugbenga Adeniran OGUNWOLE	Nutritional Evaluation Of Nymphaea Lotus Leaf Meal As A Potential Feed Ingredient For Livestock	845
Olusanmi, P.K. Daikwo, S. Simon, V.O. Olaomi A.A. Amuna, O.T. Olusanmi, P.T. Ayodele, F.A.	In-Vitro Efficacy Of Clove (<i>Syzygium aromaticum</i>) against the growth of <i>Escherichia coli</i> and <i>Staphylococcus aureus</i> Associated With Urinary Tract Infection	853
Aynur BİLMEZ ÖZÇINAR	Effects Of High Temperature Stress On Oilseed Crop	864
Alaaddin YÜKSEL Ali Rıza DEMIRKIRAN	Digital soil technologies and applications	870

ABSTRACTS

UTILIZATION OF DIGITAL FARMING TECHNOLOGIES IN CORN PRODUCTION

Dr. Öğr. Üyesi P. Özlem KURT (ORCID: 0000-0002-1818-7243)

Bursa Uludağ Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Bursa
Türkiye, **Email:** ozlemkurt@uludag.edu.tr

Abstract

This study examines the integration of digital farming methods into maize production across three agricultural fields (Field A: 212 da, Field B: 117 da, Field C: 370 da) in Karacabey district, Bursa province, during the 2019 growing season, encompassing a total of 699 decares. Prior to planting, field boundaries were delineated using the FieldView digital mapping software, and these maps were integrated with precision agriculture sensors during the planting process. During the planting stage, sensors embedded in the planter measured real-time data for soil moisture, temperature, and organic matter content at each seed placement point. These data were automatically recorded onto digital maps, enabling the creation of detailed soil moisture, temperature, and organic matter maps for each production area.

The maps generated during planting facilitated accurate planning of the timing for the first irrigation and the determination of fertilizer application rates. Concurrently with the harvest, yield maps were produced, providing detailed regional yield values for each field and generating a comprehensive yield map for the entire production area. These yield maps enabled the comparative evaluation of field productivity during the current production year and informed planning for enhancing productivity in subsequent growing seasons.

In the study, grain and silage maize (*Zea mays*) production was conducted, with yield results of 1440 kg/da for Field A, 1543 kg/da for Field B, and 1393 kg/da for Field C, resulting in an average yield of 1460 kg/da across the total 699 decares. These findings demonstrate the significant contributions of digital farming methods to both productivity and sustainability in maize production.

Keywords: Digital farming, *Zea mays*, Yield maps

DİJİTAL TARIM TEKNOLOJİLERİNİN MISIR ÜRETİMİNDE KULLANIMI

Özet

Bu çalışma, 2019 üretim sezonunda Bursa ili Karacabey bölgesinde yer alan toplam 699 dekarlık üç farklı tarım alanında (A alanı: 212 da, B alanı: 117 da, C alanı: 370 da) dijital tarım yöntemlerinin mısır üretimine entegrasyonunu incelemektedir. Çalışmada, ekim öncesi arazi sınırları dijital haritalama yazılımı FieldView programı kullanılarak belirlenmiş ve bu haritalar ekim sürecinde hassas tarım sensörleri ile entegre bir şekilde kullanılmıştır. Ekim sırasında, ekim mibzerine entegre edilmiş sensörler aracılığıyla her bir tohumun bırakıldığı noktanın toprak nemi, sıcaklığı ve organik madde miktarı gibi veriler anlık olarak ölçülmüş ve elde edilen bu veriler otomatik olarak dijital haritalara işlenmiştir. Böylelikle, her bir üretim alanı için detaylı toprak nem, sıcaklık ve organik madde haritaları oluşturulmuştur.

Ekim sırasında oluşturulan haritalar, ilk sulamanın yapılacağı tarihin ve uygulanacak gübre miktarlarının en doğru şekilde belirlenmesine olanak sağlamıştır. Hasat süreci ile eş zamanlı olarak oluşturulan verim haritaları ise, her bir üretim alanının bölgesel verim değerlerini detaylı bir şekilde ortaya koymuş ve toplam üretim alanının verim haritasını oluşturmuştur. Bu kapsamda, elde edilen verim haritası hem mevcut üretim yılında alanların verimliliğini karşılaştırmalı olarak değerlendirmiş hem de sonraki üretim sezonu için verimliliği artırıcı planlamaların yapılmasına temel oluşturmuştur.

Araştırmada, tane ve silajlık mısır (*Zea mays*) üretimi gerçekleştirilmiş; A alanında 1440 kg/da, B alanında 1543 kg/da, C alanında 1393 kg/da olmak üzere toplamda 699 dekarlık üretim alanından ortalama 1460 kg/da verim elde edilmiştir. Bu sonuçlar, dijital tarım yöntemlerinin mısır üretiminde hem verimlilik hem de sürdürülebilirlik açısından önemli katkılar sunduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Dijital tarım; *Zea mays*; Verim haritası

HOPE FOR HEAT SENSITIVE FOOD: COLD PLASMA TECHNOLOGY

Lec. Dr. Tolga Kağan TEPE (ORCID:0000-0003-0484-7295)

Giresun University, Vocational School of Şebinkarahisar, Food Technology Department,
Giresun, Türkiye, **Email:** tolga.tepe@giresun.edu.tr (Responsible Author)

Assist. Prof. Dr. Fadime Begüm TEPE (ORCID: 0000-0003-4989-5354)

Giresun University, Vocational School of Şebinkarahisar, Food Technology Department,
Giresun, Türkiye, **Email:** begum.tepe@giresun.edu.tr

Abstract

Plasma is the fourth state of matter and 99.9 per cent of the visible universe is thought to be in the plasma state. Plasma, which is an ionized gas with a net neutral charge, consisting of ions, free electrons, atoms and molecules in their ground or excited states, is divided into thermal and low temperature plasma. Low-temperature plasma is branched out quasi-equilibrium (100-150°C) and non-equilibrium (<60°C) plasma. Quasi-equilibrium plasma maintains a local thermodynamic equilibrium among species like electrons and gas molecules. However, in contrast, there is no thermodynamic equilibrium in non-equilibrium or cold plasma (CP). In CP, electrons reach temperatures around 10,000 K, whereas ions and neutral particles typically remain close to room temperature. CP is defined as a reservoir of high-energy electrons operating under ambient temperature and pressure conditions, engaging within an open or regulated setting. Reactive species, including formed molecules, reactive particles, free radicals, UV reactive species, and reactive elements of N₂, O₂, and H₂ are generated by CP. As an emerging technology, CP remark for food industry. Especially in heat-sensitive food processing, CP is a hopeful technology due to its non-thermal nature. CP technology is considered to be used for sterilization, preserving food quality, reduction of bioactive compounds loss and extending shelf life. This study aims to explain CP technology, investigate usage in food technology, and indicate the advantages and disadvantages of CP.

Keywords: Cold Plasma, Non-Thermal Food Technologies, İons, Food Quality

ISIYA DUYARLI GIDALAR İÇİN UMUT: SOĞUK PLAZMA TEKNOLOJİSİ

Özet

Plazma maddenin dördüncü halidir ve görünür evrenin yüzde 99,9'unun plazma halinde olduğu düşünülmektedir. İyonlar, serbest elektronlar, atomlar ve moleküllerin temel veya uyarılmış hallerinden oluşan, net nötr yüke sahip iyonize bir gaz olarak tanımlanan plazma, termal ve düşük sıcaklık plazması olarak iki alt grupta incelenmektedir. Düşük sıcaklık plazması, yarı-denge (100-150°C) ve denge dışı (<60°C) plazma olarak ikiye ayrılmaktadır. Yarı dengeli plazma, elektronlar ve gaz molekülleri gibi türler arasında yerel bir termodinamik denge sağlar. Ancak, bunun aksine, denge dışı veya soğuk plazmada (SP) termodinamik denge yoktur. SP'da elektronlar yaklaşık 10.000 K sıcaklığa ulaşırken, iyonlar ve nötr parçacıklar oda sıcaklığına yakın bir sıcaklığında bulunmaktadır. SP, ortam sıcaklığı ve basınç koşulları altında çalışan, açık veya düzenlenmiş bir ortamda devreye giren yüksek enerjili elektron rezervuarı olarak tanımlanır. Oluşan moleküller, reaktif partiküller, serbest radikaller, UV reaktif türler ve N₂, O₂ ve H₂'nin reaktif elementleri dahil olmak üzere reaktif türler SP tarafından üretilir. Gelişmekte olan bir teknoloji olarak SP, gıda endüstrisi için dikkat çekici hale gelmektedir. Özellikle ısıya duyarlı gıdaların işlenmesinde, SP termal olmayan doğası nedeniyle umut verici bir teknoloji olarak görülmektedir. SP teknolojisinin sterilizasyon, gıda kalitesinin korunması, biyoaktif bileşik kaybının azaltılması ve raf ömrünün uzatılmasında kullanılabileceği düşünülmektedir. Bu çalışma, SP teknolojisini açıklamayı, gıda teknolojisindeki kullanım potansiyelini ve SP'nin avantaj ve dezavantajlarını belirtmeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Soğuk Plazma, Isıl Olmayan Gıda Teknolojileri, İyonlar, Gıda Kalitesi

IMMUNOHISTOCHEMICAL INVESTIGATION OF CASP-3 EXPRESSION IN SHEEP LUNGS WITH BRONCHOPNEUMONIA

PhD. Muhammet Bahaeddin DÖRTBUDAK^{1 a,*}

¹Harran University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology
Sanliurfa/Turkey

^a<https://orcid.org/0000-0001-5777-964X>

* Corresponding author: mbdortbudak@gmail.com

Abstract

Pneumonia is one of the most common health problems of sheep, which is the source of many animal products and contributes significantly to the national economy. Pneumonia is known as inflammation of the lungs, and bronchopneumonia is the type that usually results in death. Apoptosis is the programmed self-destruction of the organism by its own autonomous mechanism to maintain homeostasis in the organism. Since this mechanism plays an important role in the removal of pathologic cells, it is a parameter monitored in the pathogenesis of many diseases and caspase-3 is the most preferred apoptosis biomarker in current studies. In this study in which CASP-3 expression, a current apoptosis biomarker, was investigated in bronchopneumonia, 12 sheep lungs of different breeds and sex, aged 1-4 years were used. Tissue samples taken from sheep lungs with macroscopic signs of bronchopneumonia were fixed in 10% buffered formaldehyde. Then, routine tissue tracing procedure was performed and sections were taken from the paraffin blocked tissues. The tissue sections were stained with hematoxycyclen-eosin for histopathologic examination. Immunohistochemical staining was performed to monitor CASP-3 expression. On macroscopic examination, consolidated areas with distinct borders, dark red color, hard consistency and generally dry cross-sectional surface were observed in the cranial lobes of the lungs and thickening of the interlobular septa. Microscopic examination revealed dense leukocyte cell infiltrations, sometimes containing fibrin, in bronchial, bronchiolar and alveolar lumens related to exudative inflammation. Degeneration, necrosis and desquamation of the respiratory tract epithelium, hyperemia, hemorrhage and thrombosis were observed. Immunohistochemical examinations of these tissue samples, in which bronchopneumonia-related findings were observed, revealed severe CASP-3 expression in bronchial, bronchiole and alveolar epithelium. As a result, the presence of apoptosis in bronchopneumonia was revealed by CASP-3 expression and contributed to the explanation of the pathogenesis of bronchopneumonia.

Keywords; Lung, Apoptosis, Sheep, Pathology, Pneumonia

BRONKOPNÖMONİLİ KOYUN AKCİĞERLERİNDE CASP-3 EKSPRESYONUNUN İMMÜNOHİSTOKİMYASAL İNCELENMESİ

Özet

Birçok hayvansal ürünün kaynağını oluşturan ve ülke ekonomisine önemli katkı sağlayan koyunların en yaygın sağlık problemlerinden biri pnömonilerdir. Akciğerlerin yangısı olarak bilinen pnömoni tiplerinden en ölümcül sonuca sahip olan bronkopnömonilerdir. Canlıların kendi otonom mekanizması tarafından programlı bir şekilde organizmada homeostazı korumak için kendi kendini yok etmesi olayına apoptoz denir. Bu mekanizma patolojik durumdaki hücrelerin uzaklaştırılmasında önemli rol oynadığından birçok hastalık patogenezinde izlenen bir parametre olup, kaspaz-3 günümüz çalışmalarında en sık tercih edilen apoptoz biyobelirteci dir. Bronkopnömonide güncel bir apoptoz biyobelirteci olan CASP-3 ekspresyonunun araştırıldığı bu çalışmada 1-4 yaş aralığında, farklı ırk ve cinsiyet 12 adet koyun akciğeri kullanıldı. Makroskobik olarak bronkopnömoniyeye ilişkin bulgular taşıyan koyun akciğerlerden alınan doku örnekleri %10'luk tamponlu formaldehitte tespit edildi. Daha sonra rutin doku takibi prosedürü uygulandı ve parafin blok haline getirilen dokulardan kesitler alındı. Alınan doku kesitleri histopatolojik inceleme için Hematoksiklen-eozin boyandı. CASP-3 ekspresyonunu izlemek içinse immünohistokimyasal yöntemle boyama yapıldı. Makroskobik incelemede akciğerlerin daha çok kranial lobunda sınırları belirgin koyu kırmızı renkte, sert kıvamlı ve kesit yüzü genelde kuru olan konsolide alanlar ile interlobüler septalarda kalınlaşma görüldü. Mikroskobik incelemede eksudatif yangıya ilişkin bronş, bronşiyol ve alveol lümenlerinde bazen fibrin içeren yoğun lökosit hücre infiltrasyonları görüldü. Solunum yolu epitellerinde dejenerasyon, nekroz ve deskuamasyona, damarlarda hiperemi ve hemoraji ile tromboza rastlandı. Bronkopnömoniyeye ilişkin bulguların gözlemlendiği bu doku örneklerinin immünohistokimyasal incelemelerinden bronş, bronşiyol ve alveol epitellerinde şiddetli CASP-3 ekspresyonu tespit edildi. Sonuç olarak bronkopnömonide apoptoz varlığı CASP-3 ekspresyonu ile ortaya konularak bronkopnömonilerde patogenezin açıklanmasına katkı sağlandı.

Anahtar Kelimeler; Akciğer, Apoptoz, Koyun, Patoloji, Pnömoni

CLINICAL HEADLINES OF A CAT DIAGNOSED WITH FELINE INFECTIOUS ANEMIA AND EVALUATION OF HEMATOLOGICAL FINDINGS

Dr. Öğr. Üyesi Vedat BALDAZ (ORCID: 0000-0001-6799-1716)
Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı,
vedatbaldaz@siirt.edu.tr (Sorumlu Yazar)

Arş. Gör. Kerem ERCAN (ORCID: 0000-0003-4914-8578)
Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı,
kerem.ercan@siirt.edu.tr

Arş. Gör. Mahsum BAŞAK (ORCID: 0000-0003-1257-8283)
Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı,
mahsum.basak@siirt.edu.tr

Emin Can İLİK
Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı,
ilikemincan06@gmail.com

Abstract

Feline hemotropic mycoplasmosis (hemoplasmosis) is an infection of red blood cells caused by *Mycoplasma haemofelis* (Mhf), *Candidatus Mycoplasma haemominutum* (CMhm) and *Candidatus Mycoplasma turicensis* (CMt). The material of the case consists of a 3-year-old, neutered male tabby cat brought to Siirt University Animal Health and Research Hospital for diagnosis and treatment. As a result of the anamnesis information taken, it was determined that the patient had weakness and loss of appetite. Clinical examination revealed anemic mucous membranes and moderate dehydration. PCR analysis performed in the Microbiology laboratory of our hospital revealed that the patient was positive for *Candidatus Mycoplasma haemominutum*.

In the hematologic examination performed in a private veterinary clinic 3 days before the patient was brought to our hospital, RBC was 4.21 10¹²/L, Hg was 8.3 g/dL and Hct was 21.5%. In the hemogram examination performed in our hospital, these values were 2.8 10¹²/L, 4.9 g/dL and 15.1%, respectively. On the same day, blood transfusion was decided and blood transfusion was performed. Treatment was started with Enrofloxacin, prednisolone, B12, Iron preparations and parenteral fluid electrolyte supplementation. Two days after blood transfusion, RBC was 2.35 10¹²/L, Hg was 4.2 g/dL and Hct was 11.9%. It was determined that blood transfusion did not eliminate the existing anemia and hemogram values continued to decrease as a result of the analyzes. Therefore, a second blood transfusion was performed 4 days after the first transfusion. After the 2nd transfusion, it was observed that hemogram RBC, Hg and Hct values (3.36 10¹²/L, 6.5 g/dL and 19.7%) increased. However, 4 days after the 2nd blood transfusion, the patient's condition deteriorated again and hemogram values [RBC (2.20 10¹²/L), Hg (4.4 g/dL) and Hct (13.8%)] decreased again. The patient died 10 days after the second blood transfusion. In conclusion, it was concluded that feline hemotropic mycoplasmosis, which was definitively

diagnosed by PCR, may have triggered immune-related hemolytic anemia. Despite antianemic treatment and blood transfusions, no positive results were obtained.

Keywords: Anemia, Cat, *Candidatus Mycoplasma haemominutum*

FELİNE ENFEKSİYÖZ ANEMİ TEŞHİSİ KONULAN BİR KEDİNİN KLİNİK VE HEMATOLOJİK BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Özet

Kedi hemotropik mikoplazmoz (hemoplazmoz), *Mycoplasma haemofelis* (Mhf), *Candidatus Mycoplasma haemominutum* (CMhm) ve *Candidatus Mycoplasma turicensis*'in (CMt) neden olduğu kırmızı kan hücrelerinin bir enfeksiyonudur. Olgunun materyalini Siirt Üniversitesi Hayvan Sağlığı ve Uygulama ve Araştırma Hastanesine teşhis ve tedavi amacıyla getirilen 3 yaşında, kısırlaştırılmış erkek, tekir bir kedi oluşturmaktadır. Alınan anamnez bilgileri sonucunda hastada halsizlik ve iştahsızlık olduğu belirlendi. Yapılan klinik muayenede ise mukozaların anemik olduğu ve orta şiddette bir dehidrasyon varlığı saptandı. Hastanemizin Mikrobiyoloji laboratuvarında yapılan PCR analizi sonucunda hastanın *Candidatus Mycoplasma haemominutum* yönünden pozitif olduğu belirlendi.

Hastanemize getirilmeden 3 gün önce özel bir veteriner kliniğinde yapılan hematolojik muayenede RBC $4,21 \cdot 10^{12}/L$, Hg 8,3 g/dL ve Hct değeri ise %21,5 olarak ölçülmüştür. Hastanemizde yapılan hemogram muayenesinde ise bu değerler sırasıyla $2,8 \cdot 10^{12}/L$, 4,9 g/dL ve %15,1 olarak tespit edildi. Aynı gün kan transfüzyonu kararı alınarak kan transfüzyonu işlemi yapıldı. Bununla birlikte Enrofloksasin, prednizolon, B₁₂, Demir preparatları ve parantral sıvı elektrolit takviyesi yapılarak tedaviye başlandı. Kan transfüzyonundan 2 gün sonra RBC $2,35 \cdot 10^{12}/L$, Hg 4,2 g/dL ve Hct %11,9 olarak ölçülmüştür. Kan naklinin var olan anemiyi ortadan kaldırmadığı ve yapılan analizler sonucunda hemogram değerlerinin düşmeye devam ettiği belirlendi. Bu nedenle ilk kan naklinden 4 gün sonra ikinci bir kan nakli daha gerçekleştirildi. Yapılan 2. kan naklinden sonra hemogram RBC, Hg ve Hct ($3,36 \cdot 10^{12}/L$, 6,5 g/dL ve %19,7) değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Ancak 2. kan naklinden 4 gün sonra hastanın durumunun tekrar kötüleştiği ve hemogram değerlerinde [RBC ($2,20 \cdot 10^{12}/L$), Hg (4,4 g/dL) ve Hct (%13,8)] tekrar düşüş olduğu görüldü. Yapılan 2. kan transfüzyonundan 10 gün sonra da hastanın öldüğü bildirildi.

Sonuç olarak PCR ile kesin olarak tanısı konulan Kedi hemotropik mikoplazmoz, immün ilişkili hemolitik anemiyi tetiklemiş olabileceği kanısına varıldı. Yapılan antianemik tedavi ve kan nakillerine rağmen olumlu sonuç alınmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Anemi, Kedi, *Candidatus Mycoplasma haemominutum*

DETERMINATION OF CHICKEN MEAT ADULTERATION IN COOKED GROUND BEEF MODEL USING FLUORESCENCE SPECTROSCOPY

Assist. Prof. Dr. Ali SOYUÇOK (ORCID: 0000-0003-2626-5827)

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur Food Agriculture and Livestock Vocational
School, Department of Food Processing, Burdur-Türkiye

Email: asoyucok@mehmetakif.edu.tr

Abstract

Adulteration of beef with chicken meat is generally conducted due to economic concerns. Since chicken meat is cheaper compared to beef, producers looking to reduce costs and increase profits mix chicken meat into beef products in specific proportions. This creates an opportunity to mislead consumers by selling lower-quality products at higher prices. In cases where chicken meat is mixed with beef at certain ratios, the rapid and accurate detection of fraud is often not possible through methods such as visual inspection. The aim of this study was to explore the potential of fluorescence spectroscopy as a rapid, non-destructive, and comprehensive technique, in conjunction with multivariate analysis, to predict meat adulteration. Raw chicken ground was mixed with raw beef ground at concentrations ranging from 0-50% (w/w) in 10% increments and then cooked. Fluorescence measurements of the cooked meat samples were performed (Ex 200-500 nm, Em 525 nm). The obtained spectral data were evaluated using chemometric tools, such as principal component analysis and partial least squares regression, and the error metrics were determined. For the training, validation, and test data, R^2 values of 0.93, 0.91, and 0.91, and RMSE values of 8.89, 12.33, and 8.71 were identified, respectively. This study demonstrated that fluorescence spectroscopy and multivariate analyses can be utilized as rapid, non-destructive, and effective methods for detecting a 20% chicken meat adulteration in meat products. It has been established that fluorescence spectroscopy offers a practical alternative for detecting meat adulteration and could serve as an important tool in the fight against food fraud. This fluorometric method also has the potential to improve quality control processes in the food industry and enhance consumer trust.

Keywords: Adulteration, Chicken, Cooked ground beef, Fluorescence spectroscopy

EFFECT OF DROUGHT STRESS ON GERMINATION AND EARLY SEEDING PERIOD IN SILAGE MAIZE

Sedat ÇOLPAN (ORCID: 0009-0001-0976-2656)

Hakkari İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Kırsal Kalkınma ve Örgütlenme Şube Müdürlüğü,
Hakkari-Türkiye

Email: sedat.colpan@tarimorman.gov.tr ([Sorumlu Yazar](#))

Prof. Dr. Süleyman AVCI (ORCID: 0000-0002-4653-5567)

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Eskişehir-Türkiye,

Email: savci@ogu.edu.tr

Abstract

In this study, the responses of silage maize to drought stress under different vinegar treatments were investigated. The research was carried out in laboratory and climate chamber conditions at ESOGÜ Faculty of Agriculture, Department of Field Crops. First, seed applications at different vinegar doses [Control dry (CD), control water (CW), 1/40 vinegar (V40) and 1/20 vinegar (V20)] were made and germination and seedling characteristics were investigated. Then, after seed application at the same doses, 1/40 vinegar was applied to the root of the developing seedlings at 40% and 80% field capacities (FC) and changes in morphological and physiological characteristics under drought stress were investigated. The experiments were established in factorial arrangement in randomized plots. The effect of vinegar applications (V40) in germination studies was found to be negative except for root length. In the studies conducted during the seedling period; At 40% FC, plant height, stem thickness, leaf relative water content, electrolyte leakage were positively affected by root vinegar application to seedlings developed from CW-applied seeds, while fresh weight, leaf area and stomata number increased by root vinegar application to seedlings developed from CD application. SPAD value was negatively affected by the applications. The highest survival rates were obtained as a result of V40 root vinegar application to seedlings developed from V40 seed applications. As a result; no full relationship could be established between the morphological and physiological characteristics examined as a result of vinegar application under drought stress and plant survival rates. However, it is possible to say that vinegar applications are promising in drought conditions in corn cultivation.

Keywords: Maize, drought, vinegar, survival rate

SİLAJLIK MISIRDA ÇİMLENME VE ERKEN FİDE DÖNEMİNDE KURAKLIK STRESİNİN ETKİLERİ

Özet

Bu çalışmada, silajlık mısırın farklı sirke uygulamalarında kuraklık stresine gösterdiği tepkiler incelenmiştir. Araştırma ESOGÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde laboratuvar ve iklim odası koşullarında yürütülmüştür. İlk olarak farklı sirke dozlarında [Kontrol kuru (KK), kontrol su (KS), 1/40 sirke (S40) ve 1/20 sirke (S20)] tohum uygulamaları yapılarak, çimlenme ve fide özellikleri incelenmiştir. Daha sonra aynı dozlarda tohum uygulaması ardından gelişen fidelerde %40 ve %80 tarla kapasitelerinde (TK) 1/40 oranında kökten sirke uygulaması yapılarak kuraklık stresi altında morfolojik ve fizyolojik özelliklerdeki değişimler araştırılmıştır. Denemeler tesadüf parsellerinde faktöriyel düzende kurulmuştur. Çimlenme çalışmalarında sirke uygulamalarının (S40) etkisi kök uzunluğu dışında olumsuz bulunmuştur. Fide döneminde yapılan çalışmalarda; %40 TK.'de bitki boyu, sap kalınlığı, yaprak bağıl su içeriği, elektrolit sızıntısı KS uygulanmış tohumlardan gelişen fidelere kökten sirke uygulamasından, yaş ağırlık, yaprak alanı ve stoma sayısında KK uygulamasından gelişen fidelere kökten sirke uygulaması sonucu olumlu etkilenmiştir. SPAD değeri ise yapılan uygulamalardan olumsuz etkilenmiştir. Bitki canlılık oranlarında ise S40 tohum uygulamalarından gelişen fidelere S40 kökten sirke uygulaması sonucu en yüksek canlılık oranları elde edilmiştir. Sonuç olarak; kuraklık stresi altında sirke uygulaması sonucu incelenen morfolojik ve fizyolojik özelliklerle bitki canlılık oranları arasında tam bir ilişki kurulamamıştır. Bununla birlikte, mısır yetiştiriciliğinde sirke uygulamalarının kurak koşullarda ümitvar olduğunu söylemek mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Mısır, kuraklık, sirke, canlılık oranı

THE IMPORTANCE AND USES OF ESSENTIAL OILS

Prof. Dr. Rüveyde TUNÇTÜRK¹

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü,
ruveydetuncturk@yyu.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0002-3759-8232>)

Doktora Öğrencisi Tülay TOPRAK²

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı,
tulay1024@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-5576-2526>)

Prof. Dr. Murat TUNÇTÜRK³

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri
Bölümü, murattuncturk@yyu.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0002-7995-0599>)

Abstract

Essential oils are volatile, strongly aromatic, and oily mixtures obtained from plants or plant-based drugs through water or steam distillation. These oils are liquid at room temperature but may solidify under certain conditions. The primary methods used to extract essential oils include distillation, supercritical fluid extraction with solvents, and pressing. The production methods of essential oils influence their chemical composition and medicinal value. Due to their volatility at room temperature, they are called "essential oils"; because they evaporate like ether, they are also referred to as "ethereal oils," and due to their pleasant fragrance and use in perfumery, they are often named "essences." Not all plants in nature contain essential oils. Of the approximately 300.000 species of flowering plants distributed globally, less than 1% contain essential oils. Plants rich in essential oils are called aromatic plants, characterized by their distinctive scents. The synthesis of aromatic compounds in these plants plays a vital role in physiological and ecological processes such as pollination, fertilization, dispersion, protection, and adaptation. Many compounds derived from essential oils are utilized in the production of medicinal raw materials or as precursors for synthesizing fragrance substances. For instance, camphor is synthesized semi-synthetically from pinene, and vanillin is derived from eugenol. Additionally, the most significant application area for essential oils is natural flavoring. They are extensively used in obtaining or enriching various natural flavors.

Keywords: Distillation, Camphor, Medicinal and Aromatic Plants, Essential Oils

UÇUCU YAĞLARIN ÖNEMİ VE KULLANIM ALANLARI

Özet

Uçucu yağlar, bitkilerden veya bitkisel droglardan, su veya su buharı distilasyonu yoluyla elde edilen, oda sıcaklığında sıvı halde olan, fakat bazen donabilen, uçucu, kuvvetli kokulu ve yağimsı karışımlardır. Uçucu yağları elde etmede kullanılan başlıca yöntemler; distilasyon, çözücü süperkritik akışkan ekstraksiyonu ve presyondur. Uçucu yağların üretilme yöntemleri, yağın kimyasal bileşimini ve tıbbi değerini etkilemektedir. Açıkta bırakıldıklarında, oda sıcaklığında bile buharlaşabildiklerinden "uçucu yağ", eter gibi uçtuklarından "eterik yağ"; güzel kokulu olmaları ve parfümeride kullanılmaları nedeniyle "esans" gibi isimlerle adlandırılırlar. Doğada bulunan her bitki uçucu yağ içermez. Yeryüzünde yayılış gösteren 300 bin kadar çiçekli bitki türünden sadece %1'den daha azı uçucu yağ içermektedir. Uçucu yağlar bakımından zengin olan bitkilere aromatik bitki adı verilmektedir. Bu bitkilerin kendine has karakteristik kokuları vardır. Aromatik bitkilerin koku molekülleri sentezlemesi sayesinde tozlaşma, dölleme, yayılma, korunma ve adaptasyon gibi fizyolojik ve ekolojik olaylara yardımcı olur. Uçucu yağlardan elde edilen birçok madde, başta ilaç hammaddesi veya koku verici maddenin yarı sentez yoluyla elde edilmesinde kullanılır. Örneğin, kafur, pinenden; vanilin, öjenolden hareketle yarı sentetik olarak hazırlanmaktadır. Ayrıca uçucu yağların en önemli kullanım yeri doğal aromalardır. Birçok doğal aromanın elde edilmesinde veya aromaların zenginleştirilmesinde kullanılmaktadırlar.

Anahtar Kelimeler: Distilasyon, Tıbbi ve Aromatik bitkiler, Uçucu yağlar

CULTIVATION AND TRADE OF LEMON BALM (*Melissa officinalis* L.) IN TURKEY

Doktora Öğrencisi Tülay TOPRAK¹

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı,
tulay1024@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-5576-2526>)

Prof. Dr. Rüveyde TUNÇTÜRK²

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü,
ruveydetuncturk@yyu.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0002-3759-8232>)

Prof. Dr. Murat TUNÇTÜRK³

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri
Bölümü, murattuncturk@yyu.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0002-7995-0599>)

Abstract

The use of plants for medicinal purposes dates back to the beginning of human history. Thousands of years ago, people utilized the healing properties of plants and preferred them due to their health benefits. According to research by the World Health Organization (WHO), the number of medicinal plants used for therapeutic purposes is around 20.000. As in the rest of the world, medicinal and aromatic plants, which have been used for therapeutic purposes, as well as in food, tea, spices, dyes, insecticides, essential oils, and the cosmetics industry, have been utilized in Turkey for many years. One of these plants is lemon balm (*Melissa officinalis* L.). The lemon balm plant has three subspecies: *Melissa officinalis* subsp. *altissima*, *Melissa officinalis* subsp. *officinalis*, and *Melissa officinalis* subsp. *inodora*. Among these subspecies, *Melissa officinalis* subsp. *officinalis* holds great importance in Turkey and Balkan countries due to its economic value and lemon scent. Lemon balm can be propagated both generatively (by seeds) and vegetatively (by cuttings or seedlings). However, seed germination takes a long time, so production is generally done via seedling planting. According to 2023 data from the Turkish Statistical Institute (TÜİK), the cultivation area of *Melissa officinalis* L. in Turkey is 650 decares, production is 253 tons, and yield is 389 kg per decare. According to the Turkish Food Codex Spice Communiqué (Communiqué No: 2013/12), lemon balm leaves should contain no more than 2% foreign matter, a maximum of 10% moisture, and a total ash content of no more than 12% in dry matter. The essential oil content of lemon balm ranges between 0.01% and 0.5%. The major components of its essential oil are 39% citronellal and 33% citral. Additionally, minor compounds such as linalool, geraniol, α -pinene, and terpinen are present in smaller amounts. Due to the very low essential oil yield, lemon balm essential oil is imported. In 2023, the total essential oil import for lemon balm was 29.30 kg, amounting to 380,54 USD.

Key Words: Import, *Melissa officinalis* L., medicinal and aromatic plants, essential oil

TÜRKİYE' DE OĞUL OTU (*Melissa officinalis* L.)' NUN YETİŞTİRİCİLİĞİ VETİCARETİ

Özet

Bitkilerin tedavi amacıyla kullanılması insanlık tarihi le beraber başlamıştır. Binlerce yıl önce insanlar, bitkilerin tedavi edici özelliğini kullanmış ve sağlıklı oldukları için bitkileri tercih etmişlerdir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) araştırmalarına göre tedavi amaçlı kullanılan tıbbi bitkilerin sayısı 20.000 civarındadır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de halk arasında tedavi amaçlı, gıda, çay, baharat, boya, insektisit, uçucu yağlarından faydalanma ve kozmetik sanayinde kullanımı uzun yıllardan beri devam edentıbbi ve aromatik bitkiler bulunmaktadır. Bu bitkilerden biriside oğul otu (*Melissa officinalis* L.)' dur. Oğul otu bitkisinin *Melissa officinalis* subsp. *altissima*, *Melissa officinalis* subsp. *officinalis* ve *Melissa officinalis* subsp. *inodora* olmak üzere 3 ayrı alt türü bulunmaktadır. Bu alt türlerin içinde *Melissa* subsp. *officinalis*, ekonomik önemi ve limon kokusu özelliği sayesinde Türkiye ve Balkan ülkelerinde büyük öneme sahiptir. Oğul otu hem generatif hem de vejetatif olarak çoğaltılabilmektedir. Ancak tohumların çimlenmesi uzun sürdüğü için fide dikimi yoluyla üretim tercih edilmektedir. 2023 yılına ait TÜİK verilerine göre Türkiye' de *Melissa officinalis* L. ekim alanı 650 da, üretim 253 ton, verim ise 389 kg/da olarak belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliğine (Tebliğ No: 2013/12) göre; oğul otu yapraklarında yabancı madde en fazla %2, rutubet en çok %10, kuru maddede toplam kül en çok %12 olmalıdır. Oğulotunun uçucu yağ miktarı %0.01-0.5 arasında değişmektedir. Uçucu yağın önemli bileşenleri %39citronellal ve % 33citral'dir. Bu iki bileşenin yanında daha düşük oranlarda linalool, geraniol, α -pinen, terpinen gibi bileşikler bulunmaktadır. Uçucu yağ miktarı oldukça düşük olduğu için ithalat yapılmaktadır. 2023 yılında oğul otu bitkisinde uçucu yağ ithalat miktarı toplam 29.298 kg ile 380.540 dolar olmuştur.

Anahtar Kelimeler: İthalat, *Melissa officinalis* L., tıbbi ve aromatik bitkiler, uçucu yağ

**IMPACT OF AMF ON GROWTH TRAITS OF SAGE (*Salvia officinalis* L.) IN
SALINITY STRESS CONDITIONS**

Rüveyde Tunçtürk¹

Murat Tunçtürk¹

Solmaz Najafi^{1*}

¹Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Van Yuzuncu Yil University, Van,
Türkiye;

ruveydetunakturk@yyu.edu.tr (ORCID: 0000-0002-3759-8232); murattunakturk@yyu.edu.tr
(0000-0002-7995-0599); solmaznajafi@yyu.edu.tr (0000-0003-1011-7184)

*Correspondence: solmaznajafi@yyu.edu.tr

Abstract

Salinity represents a major abiotic stress that negatively influences plant growth and development, posing a considerable challenge to global agricultural productivity, particularly in arid and semi-arid regions. The findings demonstrated that increasing salinity levels significantly suppressed seedling growth across all assessed parameters, with control plants (0 mM) exhibiting the highest growth performance. The tallest plants, measuring 23.16 cm, were observed in the control treatment, whereas those subjected to 200 mM salinity reached only 13.12 cm. Although arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) application did not exert a statistically significant effect on plant height, it positively impacted growth attributes under non-saline conditions. Statistical analyses revealed a significant interaction between salinity levels and AMF application concerning root fresh and dry weights, with the highest values recorded in the control group. Moreover, AMF inoculation generally enhanced growth, particularly under salt-free conditions, aligning with previous research demonstrating the role of mycorrhizal symbiosis in improving plant stress tolerance. In summary, the study underscores the adverse effects of salinity on plant development and highlights the potential of mycorrhizal inoculation as a biological strategy to alleviate these impacts. These findings contribute to a broader understanding of AMF's role in enhancing salt tolerance and advancing sustainable agricultural practices in saline-affected environments.

Keywords: Salinity, Arbuscular Mycorrhizal Fungi, Plant Growth, Seedling Development.

**EFFECTS OF *Glomus intraradices* ON SEEDLING DEVELOPMENT OF
Salvia officinalis UNDER SALINE STRESS CONDITIONS**

Rüveyde Tunçtürk¹

Murat Tunçtürk¹

Solmaz Najafi^{1*}

¹Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Van Yuzuncu Yil University, Van,
Türkiye;

ruveydetunakturk@yyu.edu.tr (ORCID: 0000-0002-3759-8232); murattunakturk@yyu.edu.tr
(0000-0002-7995-0599); solmaznajafi@yyu.edu.tr (0000-0003-1011-7184)

*Correspondence: solmaznajafi@yyu.edu.tr

Abstract

Soil salinity poses a significant challenge to agricultural productivity, influenced by factors such as underground salt deposits, insufficient precipitation, excessive evaporation, the use of saline groundwater for irrigation, improper fertilizer application, and inefficient irrigation practices. Soluble salts in the soil are readily absorbed by plants, accumulating within their tissues. Once a critical threshold is reached, these salts destabilize cellular membranes, leading to the dysfunction of organelles such as chloroplasts and metabolic structures. Elevated salinity levels also inhibit the uptake of essential nutrients, including K⁺, Ca²⁺, Mn²⁺, and NO₃⁻, ultimately impeding plant growth and reducing yield. To mitigate salt-induced stress, plants activate defense mechanisms that stimulate the synthesis of various metabolites and proteins. Among these protective responses, arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) play a crucial role in enhancing plant resilience to diverse stress conditions. AMF offer a sustainable solution for alleviating the detrimental effects of salinity by improving root hydraulic conductivity, maintaining osmotic stability, and promoting carbohydrate accumulation, thereby facilitating water uptake even under saline conditions. The integration of mycorrhizal fungi in crop cultivation contributes to enhanced plant productivity, while also lowering the economic burden of pest and disease management. Research indicates that the application of *Glomus intraradices* effectively mitigates salt stress in *Salvia officinalis* by positively influencing key physiological and biochemical processes. Consequently, AMF utilization emerges as a promising strategy for optimizing sage production in saline environments.

Keywords: Soil salinity, *Salvia officinalis*, arbuscular mycorrhizal fungi, *Glomus intraradices*, salt stress adaptation

IMPACT OF LIPASE SUPPLEMENTATION ON BROILER PERFORMANCE: A META-ANALYSIS OF BODY WEIGHT AND FEED CONVERSION RATIO

Dr. Öğr. Üyesi Emre ŞAHİN (ORCID: 0000-0001-7625-1883)

Bingol University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Nutrition and Nutritional Disease, Bingol-Türkiye, **Email:** esahin@bingol.edu.tr (Responsible Author)

Arş. Gör. Dr. Güven GÜNGÖR (ORCID: 0000-0003-3695-9443)

Bingol University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Biostatistics, Bingol-Türkiye, **Email:** ggungor@bingol.edu.tr

Abstract

Using exogenous enzymes in poultry diets can enhance production efficiency and reduce feed costs. These enzymes improve feed digestion, minimize nutrient loss, decrease environmental impact, and eliminate anti-nutritional components, resulting in a more sustainable approach to poultry nutrition. Current literature indicates that lipase is not widely used as an enzymatic supplement in poultry feeding, and studies in this area have produced inconsistent results. This study aims to evaluate the impact of lipase and specific lipase types on body weight (BW) and feed conversion ratio (FCR) in broiler chickens. We conducted a meta-analysis to assess the effects of lipase, lipase+lecithin, and microbial or pancreatic lipase on broiler performance. Data obtained from 24 studies conducted between 2015 and 2023 were used in the study. A total of 2820 animals were used in these studies. The mean BW was 2387.67 g (2189.35-2585.99; 95% confidence interval) and FCR was 1.59 (1.53-1.65; 95% confidence interval). A high level of heterogeneity was found among the studies included in the analysis (Cochran's $Q=18269.97$ for BW, $p<0.001$, $I^2=99\%$; Cochran's $Q=2321.10$ for FCR, $p<0.001$, $I^2=99\%$). The analysis revealed that diets without supplementation, as well as those supplemented with lipase and lipase+lecithin, did not significantly affect BW (Cochran's $Q = 0.11$, $P = 0.947$) or FCR (Cochran's $Q = 0.47$, $P = 0.790$) in broiler chickens. Furthermore, microbial lipase and pancreatic lipase exhibited similar effects on BW (Cochran's $Q = 0.41$, $P = 0.524$) and FCR (Cochran's $Q = 0.74$, $P = 0.389$). In conclusion, our findings indicate that the positive impact of lipase supplementation on broiler performance remains uncertain. Therefore, further research should focus on advancements in lipase production technologies and explore the enzyme's use in combination with emulsifiers, bile acids, or other dietary supplements.

Keywords: broiler, enzyme, lipase, lipase type, lecithin

IMPACT OF LIPASE SUPPLEMENTATION ON BROILER PERFORMANCE: A META-ANALYSIS OF BODY WEIGHT AND FEED CONVERSION RATIO

Özet

Kanatlı hayvan yemlerinde ekzojen enzimlerin kullanılması verimliliği artırabilir ve yem maliyetlerini azaltabilir. Bu enzimler yem sindirimini iyileştirir, besin kaybını en aza indirir, çevresel etkiyi azaltır ve anti-nutrisyonel bileşenleri ortadan kaldırarak kanatlı hayvan beslenmesine daha sürdürülebilir bir yaklaşım sağlar. Güncel literatür, lipazın kanatlı hayvan beslenmesinde enzimatik bir takviye olarak yaygın olarak kullanılmadığını ve bu alandaki çalışmaların tutarsız sonuçlar ürettiğini göstermektedir. Bu çalışma, lipazın ve belirli lipaz tiplerinin etlik piliçlerde canlı ağırlık (CA) ve yemden yararlanma oranı (YYO) üzerindeki etkisini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Lipazın, lesitin+lipazın ve mikrobiyal veya pankreatik lipazın etlik piliç performansları üzerindeki etkilerini değerlendirmek üzere bir meta-analiz yürüttük. Çalışmada 2015-2023 yılları arasında gerçekleştirilmiş 24 adet çalışmadan elde edilen veriler kullanıldı. Bu çalışmalarda toplam 2820 adet hayvan kullanılmıştır. Ortalama CA'nın 2387.67 g (2189.35-2585.99; %95 Güven Aralığı) ve YYO'nun 1.59 (1.53-1.65; %95 Güven aralığı) olduğu bulunmuştur. Analize dahil edilen çalışmalar arasında yüksek düzeyde heterojenlik tespit edilmiştir (CA için Cochran's $Q=18269.97$, $p<0.001$, $I^2=99$; YYO için Cochran's $Q=2321.10$, $p<0.001$, $I^2=99$). Analiz, takviyesiz diyetlerin yanı sıra lipaz ve lipaz artı lesitin takviyeli diyetlerin etlik piliçlerde CA'yı (Cochran's $Q = 0,11$, $P = 0,947$) veya YYO'yu (Cochran's $Q = 0,47$, $P = 0,790$) önemli ölçüde etkilemediğini ortaya koydu. Dahası, mikrobiyal lipaz ve pankreas lipazı CA (Cochran's $Q = 0,41$, $P = 0,524$) ve YYO (Cochran's $Q = 0,74$, $P = 0,389$) üzerinde benzer etkiler gösterdi. Sonuç olarak, bulgularımız lipaz takviyesinin etlik piliç performansı üzerindeki olumlu etkisinin belirsizliğini koruduğunu göstermektedir. Bu nedenle, daha ileri çalışmalar lipaz üretim teknolojilerine odaklanmalı ve bu enzimin farklı tipte emülgatörler, safra asitleri veya diğer takviyelerle birlikte kullanımını araştırmalıdır.

Anahtar Kelimeler: broyler, enzim, lipaz, lipaz tipi, lesitin

**DISTRIBUTION OF RACEHORSE FATALITIES by BREED, AGE, GENDER, and SEASON
in İZMİR, TÜRKİYE (2018–2023)**

Asst. Prof. Dr. İsmail Gökçe YILDIRIM (ORCID:0000-0003-3458-0827)
Aydın Adnan Menderes University, Veterinary Medicine Faculty, Department of Anatomy,
Aydın- Türkiye, **Email:** gyildirim@adu.edu.tr

Asst. Prof. Dr. Solmaz KARAARSLAN (ORCID: 0000-0002-6239-2439)
Aydın Adnan Menderes University, Veterinary Medicine Faculty, Department of Animal
Science, Aydın- Türkiye, **Email:** solmazkaraarslan@adu.edu.tr (Responsible Author)

Abstract

Equine fatalities are a significant welfare concern in the global racing industry. Identifying potential risk factors specific to Türkiye is essential for addressing welfare concerns and reducing fatalities. This study aimed to examine the distribution of mortality records registered with the Turkish Jockey Club in İzmir province between 2018 and 2023 based on breed, gender, season, and age. Out of 200 recorded fatalities, 139 (69.50%) occurred in Thoroughbreds and 61 (30.50%) in Arabians. Male horses accounted for 111 cases (55.50%), while female horses accounted for 88 cases (44.00%). In the Thoroughbred breed, a higher number of fatalities were observed in the autumn season, while fewer cases were noted in the Arabian breed in the spring season. Age distribution revealed that Thoroughbreds most died at 2 and 3 years old, while Arabians had the highest fatalities at 3 and 4 years old. A total of 75 (53.96%) fatalities in Thoroughbred horses and 28 (45.90%) in Arabian horses resulted in euthanasia decisions. In the Thoroughbred breed, 75 (53.96%) fatalities were due to musculoskeletal injuries. Of these injuries, 45 (60.00%) occurred during racing/training, and 37 (82.22%) resulted in euthanasia decisions. In the Arabian breed, 15 (24.59%) fatalities were due to musculoskeletal injuries, and 24 (39.34%) were due to gastrointestinal disorders. In conclusion, a higher number of fatalities was observed in Thoroughbred horses, with the majority of these cases resulting in euthanasia. In Arabian horses, however, death cases due to illness were more frequent. In both breeds, a higher frequency of fatalities was observed during the first two years of their racing careers. These findings provide an important foundation for understanding the risk factors affecting the mortality rates of racehorses. They may also lay the groundwork for developing effective strategies to enhance the safety and welfare of horses.

Keywords: Thoroughbred, Arabian, mortality, breed, gender, season

İZMİR İLİNDE YARIŞ ATLARINDA GÖRÜLEN ÖLÜM VAKALARININ IRK, YAŞ, CİNSİYET VE MEVSİME GÖRE DAĞILIMLARI (2018-2023)

Özet

Tüm dünyada yarış sektörü için at ölümleri önemli bir refah sorunudur. Hayvan refahı noktasındaki bu kaygıyı gidermek ve at ölümlerini azaltmak için Türkiye'ye özgü olası risk faktörlerinin belirlenmesi önemlidir. Bu nedenle, çalışmada İzmir ilinde Türkiye Jokey Kulübüne kayıtlı, 2018-2023 yılları aralığında yaşanan ölüm vakalarına ait kayıtların ırka, cinsiyete, mevsime ve yaşa göre dağılımlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Toplam 200 adet ölüm vakasının 139 tanesi İngiliz ırkında (%69,50), 61 tanesi ise Arap ırkında (%30,50), 111 tanesi aygırlarda (%55,50), 88 tanesi ise kısıraklarda (%44,00) gerçekleşmiştir. İngiliz ırkında sonbahar mevsiminde daha fazla, Arap ırkında ise ilkbahar mevsiminde daha düşük sayıda ölüm vakası gözlemlenmiştir. Yaşa göre dağılımlar incelendiğinde ise İngiliz ırkında 2 ve 3 yaşlarında, Arap ırkında 3 ve 4 yaşlarında daha yüksek sayıda ölüm vakası tespit edilmiştir (İngiliz atı; 2 yaş:32, 3 yaş:41, 4 yaş ve üzeri:43, Arap atı; 3 yaş:17, 4 yaş:11, 5 yaş ve üzeri:21). Toplam ölüm vakalarının İngiliz ırkında 75 tanesi (%53,96), Arap ırkında 28 tanesi (%45,90) ötenazi kararı ile sonuçlanmıştır. İngiliz ırkında yaşanan ölüm vakalarının 75 tanesi (%53,96) kas-iskelet sistemi sakatlıkları sonucu gerçekleşmiştir. Bu sakatlıkların 45 tanesi (%60,00) yarış/antrenman sırasında gerçekleşmiş olup, 37 tanesi (%82,22) ötenazi kararı ile sonuçlanmıştır. Arap ırkında yaşanan ölüm vakalarının 15 tanesi (%24,59) kas-iskelet sistemi sakatlıkları ve 24 tanesi (%39,34) sindirim sistemi rahatsızlıkları sonucu gerçekleşmiştir. Sonuç olarak İngiliz ırkında daha yüksek sayıda ölüm vakası tespit edilmiş olup, bu vakaların büyük bir kısmı ötenazi kararı ile sonuçlanmıştır. Arap ırkında ise hastalık sonucu ölüm vakalarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Her iki ırkta da yarış hayatına başladıkları ilk iki yılda ölüm vakalarının daha sık görüldüğü tespit edilmiştir. Bu bulgular, yarış atlarının ölüm oranlarını etkileyen risk faktörlerini anlamak ve bu doğrultuda etkili stratejiler geliştirmek için önemli bir temel sunmakta olup, atların güvenliğini ve refahını artırmaya yönelik etkili yaklaşımların oluşturulmasına da zemin hazırlayabilir.

Anahtar Kelimeler: İngiliz atı, Arap atı, ölüm oranı, ırk, yaş, mevsim

DETERMINATION OF GLP-2, CLDN3, OCLN AND ZO1 BIOMARKER LEVELS IN CALVES WITH ATRESIA COLI

Dr. Öğr. Üyesi Kerem YENER (ORCID:0000-0002-6947-0356)

Harran University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery, Şanlıurfa-Türkiye, **Email:** keremyener@harran.edu.tr (Responsible Author)

Dr. Öğr. Üyesi Adem ŞAHAN (ORCID:0000-0002-4779-0893)

Harran University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Internal Medicine, Şanlıurfa-Türkiye, **Email:** ademsahan@harran.edu.tr

Abstract

This study was conducted to elucidate the pathophysiological mechanisms of atresia coli in calves and to evaluate potential biomarkers. The investigation evaluated serum samples from nine calves diagnosed with atresia coli through radiography and experimental laparotomy and six healthy control subjects. Biological markers reflecting intestinal barrier function and digestive system health, including CLDN3 (Claudin 3), GLP-2 (Glucagon-like peptide 2), OCLN (Occludin), and ZO1 (Zonula Occludens 1), were quantified using ELISA (enzyme-linked immunosorbent assays Assay). The results revealed a statistically significant difference in GLP-2 parameters between the diseased and control groups ($p = 0.046$). Elevated GLP-2 levels were also observed in the disease group. No significant differences were found for the other parameters (CLDN3, OCLN, and ZO1); however, CLDN3 exhibited borderline significance ($p = 0.060$). These findings suggest that GLP-2 may serve as a potential biomarker for the diagnosis of atresia coli. This study emphasizes the importance of investigating biomarkers for atresia coli and their utilization in the treatment of intestinal diseases. In conclusion, among these biomarkers, GLP-2 may be useful both in diagnostic processes and in monitoring the progress of treatment.

Keywords: Atresia coli, Calf, CLDN3, GLP-2, OCLN, ZO1

ATREZİYA KOLİ'Lİ BUZAĞILARDA GLP-2, CLDN3, OCLN VE ZO1 BİYOBELİRTEÇLERİN DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Özet

Bu çalışma, buzağılarda atreziya koli'nin patofizyolojik mekanizmalarını aydınlatmak ve potansiyel biyobelirteçleri değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada, radyografi ve deneysel laparotomi yoluyla atreziya koli teşhisi konulan dokuz buzağıdan ve altı sağlıklı kontrol grubundan alınan serum örnekleri değerlendirildi. CLDN3 (Claudin 3), GLP-2 (Glucagon-like peptide 2), OCLN (Occludin) ve ZO1 (Zonula Occludens 1) gibi bağırsak bariyer fonksiyonu ve sindirim sistemi sağlığını yansıtan biyolojik belirteçler ELISA (enzyme-linked immunosorbent assays Assay) kullanılarak ölçüldü. Sonuçlar, hastalıklı ve kontrol grupları arasında GLP-2 parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu ortaya koydu ($p = 0.046$). Hastalık grubunda yüksek GLP-2 seviyeleri de gözlemlendi. Diğer parametreler (CLDN3, OCLN ve ZO1) için anlamlı bir fark bulunmadı; ancak CLDN3 sınırda anlamlılık gösterdi ($p = 0.060$). Bu bulgular, GLP-2'nin atreziya koli tanısı için potansiyel bir biyobelirteç görevi görebileceğini düşündürmektedir. Bu çalışma, atreziya koli için biyobelirteçlerin araştırılmasının ve bunların bağırsak hastalıklarının tedavisinde kullanılmasının önemini vurgulamaktadır. Sonuç olarak, bu biyobelirteçler içerisinde GLP-2'nin hem tanısal süreçlerde hem de tedavinin ilerleyişinin izlenmesinde faydalı olabileceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Atreziya koli, Buzağı, CLDN3, GLP-2, OCLN, ZO1

INVESTIGATING *CAST* GENE POLYMORPHISMS IN MORKARAMAN LAMBS OF İĞDIR REGION

Enes Solmaz¹

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-1472-9011>
enessolmaz17@gmail.com

Lecturer Dr. Hasret Öztürk²

² Department of Biometry and Genetics, Faculty of Agriculture, İğdir University, İğdir,
Turkiye, hasret.pala@igdir.edu.tr
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1419-1050>

Abstract

Turkey's rich animal genetic resources are crucial for improving selection and breeding programs for livestock. Molecular genetic studies and molecular markers play an important role in characterizing animal breeds and preserving new breeds. In particular, polymorphisms in the *CAST* gene in sheep are associated with important production traits such as birth weight and growth rate. This gene is located on the 5th chromosome of the sheep genome and exhibits genetic variations across various sheep breeds. This genetic diversity enables better understanding and effective use of sheep breeds' characteristics in breeding programs. This study was conducted on 210 Morkaraman breed lambs born in 2023 and raised in the province of İğdir. Blood samples were collected from these lambs, from which DNA was isolated. The PCR-RFLP method was used to determine the *CAST/MspI* gene polymorphism and to calculate allele and genotype frequencies. According to the analysis, the NM genotype is dominant in the population at 72%, the NN genotype occurs at a lower frequency of 11%, and the MM genotype is present at 17%. In terms of allele distribution, the N allele accounts for nearly half at 47%, while the M allele is slightly higher at 53%. The balanced distribution of N and M alleles and the prevalence of the NM heterozygous genotype in the Morkaraman breed could reflect this breed's capacity for adaptation to environmental conditions and its genetic diversity. The Chi-square test result has determined that the Morkaraman sheep population in İğdir is not in Hardy-Weinberg equilibrium with respect to the *CAST/MspI* gene polymorphism ($P < 0.05$). This suggests that evolutionary processes such as genetic drift, natural selection, migration, mutations, or changes in mating patterns could be influencing the population. The findings obtained can be used to understand the breed's genetic diversity and to improve the health and production characteristics of breeds. Additionally, this genetic information will assist in making strategic decisions in breeding programs and sheep farming, contributing to the development of more efficient and sustainable methods. This study was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) under the 2209-A 2023/1 term with project number 3230.

Keywords: *CAST*, Polymorphism, PCR-RFLP, Morkaraman

İĞDIR YÖRESİ MORKARAMAN IRKI KUZULARDA *CAST* GEN POLİMORFİZMLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Özet

Türkiye'nin zengin hayvan genetik kaynakları, çiftlik hayvanları için seçim ve ıslah programlarının iyileştirilmesinde kritik bir öneme sahiptir. Moleküler genetik çalışmalar ve moleküler markörler, hayvan ırklarının karakterizasyonunda ve yeni ırkların korunmasında önemli bir rol oynar. Özellikle, koyunlarda *CAST* geni üzerindeki polimorfizmler, kuzuların doğum ağırlığı ve büyüme hızı gibi önemli üretim özellikleriyle ilişkilidir. Bu gen, koyun genomunun 5. kromozomunda yer alır ve çeşitli koyun ırklarında genetik varyasyonlar gösterir. Bu genetik çeşitlilik, koyun ırklarının özelliklerinin daha iyi anlaşılmasını ve ıslah programlarında etkin bir şekilde kullanılmasını sağlar. Bu çalışma, 2023 yılında doğmuş ve Iğdır ilinde yetiştirilen 210 Morkaraman ırkı kuzu üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, bu kuzulardan alınan kan örneklerinden DNA izolasyonu yapılmış ve PCR-RFLP yöntemi kullanılarak *CAST/MspI* gen polimorfizmi belirlenmiş ve alel ile genotip frekansları hesaplanmıştır. Analiz sonuçlarına göre, NM genotipi %72 ile popülasyonda baskınken, NN genotipi %11 ile daha düşük bir sıklıkta ve MM genotipi ise %17 oranında bulunmaktadır. Alel dağılımında, N aleli %47 ile neredeyse yarı yarıya bir oranda, M aleli ise %53 ile biraz daha yüksek bir oranda temsil edilmektedir. Morkaraman ırkında N ve M alelleri arasındaki dengeli dağılım ve NM heterozigot genotipinin yaygınlığı, bu ırkın çevresel koşullara adaptasyon kapasitesini ve genetik çeşitliliğini yansıtabilir. Chi-kare testi sonucunda, Iğdır ilindeki Morkaraman koyun popülasyonunun *CAST/MspI* gen polimorfizmi açısından Hardy-Weinberg dengesinde olmadığı belirlenmiştir ($p < 0.05$). Bu, popülasyonda genetik sürüklenme, doğal seleksiyon, göç, mutasyonlar veya çiftleşme desenlerindeki değişiklikler gibi evrimsel süreçlerin etkili olabileceğini işaret eder. Elde edilen bulgular, ırkın genetik çeşitliliğini anlama ve ırkların sağlık, üretim gibi özelliklerini iyileştirmek için kullanılabilir. Ayrıca, bu genetik bilgiler, ıslah programlarında ve koyun yetiştiriciliğinde stratejik kararlar alınmasına yardımcı olacak, daha verimli ve sürdürülebilir yöntemlerin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Bu çalışma, TÜBİTAK 2209-A 2023/1 dönemi kapsamında, 3230 proje numarası ile Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *CAST*, Polimorfizm, PCR-RFLP, Morkaraman

NUTRITIONAL QUALITY OF ALFALFA VARIETIES CULTIVATED IN DIFFERENT REGIONS IN ALGERIA

BELAIDI Chanez⁽¹⁾

DJAALAB Imene⁽²⁾

ZENIA Safia⁽³⁾

LAKHDARA Nedjoudj⁽¹⁾

⁽¹⁾Health Management research Laboratory and Animal Production, El Khroub Veterinary Sciences Institute, University of Constantine 1, 25000 Constantine, Algeria

⁽²⁾El Khroub Veterinary Sciences Institute, University of Constantine 1, 25000 Constantine, Algeria

⁽³⁾Laboratory of Research of Animal Health and Productions, National Veterinary School of Algiers, 16000 Algiers, Algeria

Abstract

Alfalfa, often referred to as the "Queen of Forage Crops", is a highly nutritious forage that plays an important role in livestock diets due to its high nutrient content and digestibility. This study aims to synthesize the results of Algerian researchers who have characterized alfalfa grown in different regions of Algeria. It is particularly interested in determining the chemical composition (OM, MM, CP, CF, NDF and ADF), nutritional value (UFL, UFV, PDIE, PDIN) and digestibility (OMd) of this plant. We collected data from the publications of several Algerian authors over a period from 2001 to 2022, with the aim of identifying correspondences and similarities between varieties. We applied two statistical methods, Principal Component Analysis (PCA) and the second method, Hierarchical Cluster Analysis (dendrogram). Our statistical analysis showed the presence of 6 different groups: group 1, characterized by the lowest PDIN values (between 81 and 105 g of PDIN per kg of DM), group 2, distinguished by high organic matter (89.3-92% DM) and neutral detergent fiber (55.1-64.3% DM), as well as particularly low mineral content (8-10.7% DM), group 3, indicates the superiority of these varieties in mineral matter (12.09 to 16.84% DM), these varieties provided the best energy values (respectively 0.89 to 1 UFL and 0.83 to 0.97 UFV per kg of DM), group 4, stands out for its high levels of crude protein (CP) and (PDIN), and vary respectively from 22.35 to 26.08% DM and from 144 to 168 g of PDIN per kg of DM, group 5 contains varieties with average characteristics compared to all the varieties studied, group 6, these varieties accumulate very high quantities of PDIE (between 92 and 96 g of PDIE per kg of DM) with a digestibility of organic matter (OMd, varying between 70.01 and 74.93%) and feed units for lactation (UFL, between 0.83 and 0.9 UFL per kg of DM). Overall, the varieties studied provided quality fodder in terms of energy and nitrogen content, and can be used to make quality basic rations, which will cover the energy and nitrogen requirements of the animals without having to resort to high

levels of concentrate supplementation.

Keywords: Alfalfa, Varieties, Chemical composition, Nutritional value, Digestibility.

COMMODITY EVALUATION OF FOOD QUAIL EGGS SOLD IN THE TRADE NETWORK OF THE CITY OF ODESA

Kateryna Rodionova (ORCID:0000-0002-7245-4525)

Odesa State Agrarian University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of infectious pathology, biosafety and veterinary-sanitary inspection named after professor V.Ya. Atamas, Odesa, Ukraine, **Email:** katerina.rodionova@ukr.net

Mariia Khimych (ORCID:0000-0003-2646-3196)(Responsible Author)

Odesa State Agrarian University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of infectious pathology, biosafety and veterinary-sanitary inspection named after professor V.Ya. Atamas, Odesa, Ukraine, **Email:** khimichms@gmail.com

Mykhailo Yerastov (ORCID:0009-0002-3737-1449)

National Scientific Center «Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine»,
Laboratory of Veterinary Sanitation and Parasitology, Kharkiv, Ukraine.
Email: mishaerastov21052000@gmail.com

Serhii Niiakyi (ORCID:0009-0008-3463-4884)

Odesa State Agrarian University, Faculty of Veterinary Medicine, Odesa, Ukraine
Email: solution.odessa@gmail.com

Abstract

Quail eggs are a valuable dietary food product only if they meet quality and safety requirements. In Ukraine, the requirements for the production and sale of quail eggs are regulated by the National Standard – DSTU 4656:2006 «Quail Eggs for Food and Hatching. Specifications».

The current consumer market for food eggs in Ukraine is highly competitive. Despite the high level of supply of the trade network with industrial products, significant volumes of farm products are sold through the network of agri-food markets.

In this study, we carried out a commodity evaluation of 200 samples of food quail eggs sold in the Odesa retail network for compliance with the requirements of the National Standard of Ukraine.

At the first stage, the appearance and weight of the eggs were examined. It was found that 6.0% of the samples showed signs of litter contamination, 4.5% had mechanical damage to the shell. 6.5% a weight below 10 g. Overall, it was found that 15.5 % of the egg samples did not meet the requirements of the National Standard.

At the second stage of the study, the condition of the egg whites and yolks of eggs that had successfully passed the previous stage of assessment was examined. According to the results, 4.14% of the samples showed protein dilution, 3.55% of the samples had blood spots in the yolks. Overall, it was found that 7.1% of eggs did not meet the requirements of the National Standard.

At the third stage, the safety indicators of the samples were determined. It was found that the

microbiological and radiological parameters of the eggs were within the regulated limits, and no general toxicity was detected.

According to the results of the commodity evaluation, it was found that 22.6% of the egg samples intended for sale in the city's retail network did not meet the requirements of the National Standard.

Keywords: quail eggs, commodity evaluation, quality, safety

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE COMBUSTION PARAMETERS FOR BIOMASS WASTES GENERATED FROM FOOD PROCESSING

Neacsu Ana¹

¹Institute of Physical Chemistry „Ilie Murgulescu” of the Romanian Academy, Laboratory of
Chemical Thermodynamics, Bucharest, Romania.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7731-1905>

¹anna_matache@yahoo.com,

Gheorghe Daniela²

²Institute of Physical Chemistry „Ilie Murgulescu” of the Romanian Academy, Laboratory of
Chemical Thermodynamics, Bucharest, Romania.

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3835-7318>

²gheorghedanny2@gmail.com

Abstract

The purpose of the present research is the achievement of the combustion parameters for three types of biomass generated from food processing: pumpkin shells, bean pods and cherries stalks. In order to improve their properties, the probability of generating pellets by mixing the mentioned biomass with 10% coffee grounds and waste engine oil as additives was investigated. Two types of blends at the same weight ratio were studied in order to control the impact of mixing on the pellet characteristics. The calorific energy values were measured using an isoperibolic Parr Instruments 6200 Combustion Calorimeter and were calculated following ASTM D5865 standard test for gross calorific value and standard operating procedure of the calorimeter. The nitrogen and sulphur content were calculated in order to estimate the emission of gas contaminants generated during combustion (dioxins, furans, NO_x, SO_x, or HCN) and the corrosion problems in heaters and bad operation in boilers. From our obtained results it can be concluded that all mixtures properties are in good agreement with the specification of the standard. The two studied blends, namely (30% pumpkin shells+30% bean pods+30% cherries stalks+10% coffee grounds) and (30% pumpkin shells+30% bean pods+30% cherries stalks+10% waste engine oil) in terms of combustion characteristics were ascertained as becoming possible biomass pellets, an alternative to fossil fuels and a good option for reducing non-sustainable power sources. The comparative analysis is performed in order to highlight the best blend for pellet employment, in terms of the principal criterions required by the European Standard EN 17225-6.

Keywords: coffee ground; waste engine oil; biomass mixing; biomass pellet; calorific power; waste management.

BREED PREDISPOSITION OF DOGS TO FOLLICULAR SKIN CYSTS (LITERATURE REVIEW)

***DANKEVYCH Nina**

Odesa State Agrarian University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery, Obstetrics and Small Animal Diseases, Odesa, Ukraine, **E-mail:** dankevych82@gmail.com
ORCID ID: 0000-0001-8927-5219

SKRYPKA Halyna

Odesa State Agrarian University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of infectious pathology, biosafety and veterinary-sanitary inspection named after professor V. Ya. Atamas, Odesa, Ukraine, **E-mail:** ludskayaya@gmail.com
ORCID ID: 0000-0002-3326-7604

DANKEVYCH Artem

Odesa State Agrarian University, Faculty of Veterinary Medicine, Odesa, Ukraine

STRATAN Andrii

Odesa State Agrarian University, Faculty of Veterinary Medicine, Odesa, Ukraine

Abstract

A follicular skin cyst in dogs is a benign neoplasm resulting from the blockage of a hair follicle and the accumulation of keratin. These cysts are round or oval in shape, vary in size and can be located on any part of the animal's body.

The inbred predisposition of dogs to follicular skin cysts is related to skin structure, genetic factors and inherited abnormalities in the development of sebaceous and hair follicles. Follicular cysts are most often observed in the following breeds: Sharpei, Poodle, Labrador Retriever, Bulldogs (English, French), Boxer, Ridgebacks. The main causes of breed predisposition are:

1. Skin structure: folded skin (e.g., in Sharpeys, Bulldogs) favours follicle blockage.
- 2 Peculiarities of the hair coat: thick or curly hair (Poodles, Retrievers) makes it difficult to cleanse the hair follicles.
3. Genetic factors: hereditary disorders of follicle development or increased activity of sebaceous glands.
4. Tendency to skin inflammation: frequent dermatitis or infections in predisposed breeds increase the risk of cyst formation.

Breed predisposition indicates the need for regular examination and skin care of dogs to prevent complications associated with cysts.

Thus, understanding breed predisposition is important for early detection and prevention of follicular cysts in dogs. Owners of predisposed breeds need to pay special attention to the care of their pet's skin and coat.

Keywords: follicular cyst, skin, dog breeds

BOTANICAL BOOSTERS: EXPLORING THE ROLE OF MEDICINAL PLANTS IN ENHANCING TESTOSTERONE LEVELS IN MEN

Tasawar Iqbal

(ORCID: 0000-0002-5854-9069)

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

Email: tasawariqbal177@gmail.com

Nadeem Ahmed

(ORCID: 0009-0004-9085-1630)

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

Email: nadeemaloch334@gmail.com

Abstract

Testosterone, the primary male sex hormone, plays a critical role in regulating physiological processes such as muscle mass, bone density, libido, and overall health. Testosterone deficiency, often linked to aging, lifestyle factors, or medical conditions, has garnered significant attention for its impact on men's health. While pharmacological treatments are available, they may pose risks and side effects. Consequently, there is a growing interest in natural, plant-based remedies that offer safer alternatives. This abstract explores the role of medicinal plants in enhancing testosterone levels, highlighting phytochemicals with androgenic activity. Key plants and their bioactive compounds, such as flavonoids, saponins, and alkaloids, are discussed for their potential to stimulate testosterone synthesis, improve testicular function, and mitigate oxidative stress. The mechanisms by which these plants act include upregulating luteinizing hormone (LH), modulating cholesterol metabolism for steroidogenesis, and combating inflammation and free radicals that impair Leydig cells. Prominent examples include *Tribulus terrestris*, *Fenugreek (Trigonella foenum-graecum)*, and *Ashwagandha (Withania somnifera)*, which have shown promising results in preclinical and clinical studies. Additionally, the review addresses limitations in current research, such as variability in plant extracts, dosage standardization, and the need for long-term safety evaluations. Understanding the interplay between these bioactive compounds and hormonal pathways could pave the way for developing plant-based therapies that are both effective and accessible. This paper aims to contribute to the growing body of evidence supporting the integration of medicinal plants into men's health regimens, providing insights into their therapeutic potential and promoting further exploration in this field.

Keywords: Testosterone enhancement, Medicinal plants, Phytochemicals, Androgenic activity, Men's Health, Natural Therapies

**THE EFFECTS OF NaOH PRETREATMENT, THERMAL PRETREATMENT, AND
THEIR COMBINED NaOH-THERMAL METHOD ON BIOMETHANE
PRODUCTION DURING THE ANAEROBIC DIGESTION OF WALNUT SHELLS**

Zineb El Hamri¹

M. Karaoui¹

M. Alami¹

M. Assouag¹

¹ Team of Innovative Materials and Mechanical Manufacturing Processes, ENSAM,
University Moulay Ismail, B.P. 15290, Al Mansour, Meknes, Morocco.

*Corresponding E-mail: zineb.elhamri@edu.umi.ac.ma

Abstract

Anaerobic digestion (AD) of walnut shells (WS) produces limited biomethane yields due to their high fiber content, classifying them as a largely non-biodegradable lignocellulosic biomass. In this study, thermal pretreatment (50–250 °C), alkaline pretreatment (1–5% w/w NaOH), and a combined alkaline-thermal approach (4% w/w NaOH + 150 °C) were evaluated to enhance the anaerobic biodegradability of WS. The highest biomethane yields, 159.9 ± 6.8 mL CH₄.g VS⁻¹ and 169.8 ± 6.8 mL CH₄.g VS⁻¹, were obtained following thermal pretreatment at 250 °C and NaOH pretreatment at 4%, respectively. The combined NaOH-thermal pretreatment resulted in the highest biomethane yield of 192.4 ± 8.2 mL CH₄.g VS⁻¹ at the end of the AD process, although it exhibited the longest lag phase (3.90 days) and the highest total VFA concentration (1280.1 mg HAc L⁻¹). This superior yield was supported by the highest SCOD/TCOD ratio (0.37 ± 0.02) and the most effective removal of lignocellulosic fibers, with reductions of $41.1 \pm 2.7\%$ in cellulose, $35.6 \pm 1.8\%$ in hemicellulose, and $58.7 \pm 3.2\%$ in lignin. Cumulative biomethane production was successfully modeled using a modified Gompertz equation. This study highlights that thermal, NaOH, and combined NaOH-thermal pretreatments are effective strategies for significantly improving the biomethane yield of WS, even with their high lignin content.

Keywords: Alkaline pretreatment . Biomethane production . Thermal pretreatment . Lignocellulosic removal . Lignocellulosic biomass . Biogas . Alkaline-thermal pretreatment.

References

- [1]: Alqaralleh RM, Kennedy K, Delatolla R (2019) Microwave vs. alkaline microwave pretreatment for enhancing thickened waste activated sludge and fat, oil, and grease solubilization, degradation and biogas production. J Environ Manag 233:378–392.
- [2]: APHA A (1985) WPCF, 1992 Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington.

IMPACT OF WALNUT SHELL POWDER ON THE MORPHOLOGICAL, THERMAL, AND MECHANICAL PROPERTIES OF POLY (LACTIC ACID)

Zineb El Hamri¹

M. Karaoui¹

M. Alami¹

M. Assouag¹

¹ Team of Innovative Materials and Mechanical Manufacturing Processes, ENSAM,
University Moulay Ismail, B.P. 15290, Al Mansour, Meknes, Morocco.

*Corresponding E-mail: zineb.elhamri@edu.umi.ac.ma

Abstract

Poly(lactic acid) (PLA) is a sustainable and eco-friendly material; however, its practical applications are restricted due to its inherent brittleness, low heat distortion temperature, and slow crystallization rate. To overcome these limitations, this study explored the incorporation of walnut shell (WS) powders into PLA. The effects of WS powders on the morphology, thermal behavior, and mechanical properties of PLA were systematically investigated using techniques such as differential scanning calorimetry (DSC), infrared (IR) spectroscopy, polarizing optical microscopy (POM), and various mechanical tests. Results demonstrated that the addition of WS powders notably influenced the morphology and enhanced the thermal and mechanical performance of PLA. The PLA/WS composites showed improvements in tensile strength, impact strength, and elongation at break with increasing WS powder content, reaching peak values of 51.2 MPa, 23.3 MPa, and 19.0%, respectively, at 0.5 wt%. Beyond this threshold, these properties began to decrease. Compared to neat PLA, the composites exhibited smaller spherulite grain sizes and the development of irregular polygonal crystalline structures. Furthermore, the PLA/WS composites displayed reduced melting, cold crystallization, and glass-transition temperatures relative to unmodified PLA.

Keywords: Poly(lactic acid), walnut shells, mechanical properties, composites, thermal properties.

References

- [1]: Raquez JM, Habibi Y, Murariu M, et al. Polylactide (PLA)-based nanocomposites. *Prog Polym Sci* 2013; 38: 1504–1542..
- [2]: Cong DV, Hoang T, Giang NV, et al. A novel enzymatic biodegradable route for PLA/EVA blends under agricultural soil of Vietnam. *Mater Sci Eng C* 2012; 32: 558–563.
- [3]: Jonoobi M, Harun J, Mathew AP, et al. Mechanical properties of cellulose nanofiber (CNF) reinforced polylactic acid (PLA) prepared by twin screw extrusion. *Compos Sci Technol* 2010; 70: 1742–1747.

PERCEPTION AND KNOWLEDGE OF ORGANIC FOOD AMONG THE MOROCCAN POPULATION

Soumaya Atouife¹

Jamila Elbiyad¹

Halima Belaoufi¹

Abdellah El Habazi¹

Rekia Belahsen*¹

¹ Training and Research Unit on “Nutrition & Food Science”, LABS, Faculty of Sciences, Chouaïb Doukkali University, El Jadida, Morocco

*Corresponding author: somayaatouife@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7466-8542>

Abstract

In recent decades, shifts in food production and consumption patterns have emerged, impacting significantly the food system and having repercussions on both the environment and health. These changes are largely driven by an increased food production to meet the needs for food security and global population growth. This surge in production has, in turn, influenced people's eating habits, enhancing food availability and improving food security. All these changes are also causing negative environmental consequences such as the depletion of natural resources, deforestation, biodiversity loss, pollution, climate change. At the same time, unsustainable food consumption exacerbates these imbalances in terms of both quantity and quality. In this context, organic agriculture emerges as a promising alternative to promote sustainable food consumption. This paper aims to assess Moroccans' perception of organic agriculture through an online questionnaire, to which 423 participants responded. The results reports that 81.7% of survey respondents consumed organic foods for reasons mainly related to their benefits on health and environment, 85.5% claimed the high cost as reason for not eating them. The study revealed a confusion of organic products with local products in a large part of the participants (66.3%). In conclusion, Moroccan population perceives organic food superior to conventionally grown products in terms of quality or taste. However, the consumption of organic products is still modest among the population. The data from this study indicate that although the development of organic agriculture is still insufficient in Morocco, it appears to be a promising approach for sustainable food consumption.

Keywords: Organic food; local food; consumption; perception

RICE FARMERS' UTILIZATION OF AGRICULTURAL INFORMATION IN MOKWA LOCAL GOVERNMENT AREA OF NIGER STATE, NIGERIA

G.A. Ubandoma¹

I. Aliyu¹

S. Haruna²

I. Oyewumi²

¹Department of Agricultural Economics and Extension Services, Faculty of Agriculture,
Ibrahim Badamasi Babangida University Lapai, Niger State, Nigeria

²Department of Agricultural Extension and Rural Development, Faculty of Agriculture,
Usmanu Danfodiyo University, Sokoto, Sokoto State, Nigeria

Correspondence email: ubandomagarba@gmail.com,

Abstract

The study assessed Rice farmers' utilization of agricultural information in Mokwa Local Government Area, Niger State, Nigeria. Five wards were purposively selected using multistage sampling procedures. Eighty respondents were selected for the study. Data were obtained using questionnaire and was analyzed using descriptive statistics. The results revealed that the respondents in the study area were between the age range of 36-40 years old with mean age of 37 years, showing that they were active, energetic, and can withstand the farm operations. 78.8% of the respondents are male and 21.3% are female. Also, 60% of the respondents were having tertiary education, 21.3% had Qur'anic education, 12.5% had secondary education and 6.3% had primary education. The mean household size was 7 persons and mean income was ₦32,921:25K in the study area. The study revealed further that the 78.75% of the respondents were aware of agricultural information. The agricultural information need includes: pest, weed and disease management 45.0%, marketing 28.75%, access to farm machinery 26.25%, extension service 28.75%, source of credit 5.0% and post harvest management. The key sources of information used by the respondents were radio, friends and village heads. The constraints to use of agricultural information include: lack of trust on reliable information 5.0%, complexity of information 2.5%, limited access to information 5.0%, poor presentation of information 17.0%, out-dated information 6.0%, language barrier 11.0% and lack of awareness on available agricultural information 2.5%. Organizing workshops and training on awareness on the available agricultural information on time, and establishment of information centers in rural communities were offered as recommendations.

Keywords: Utilization, Information, Agricultural, Mokwa, Niger, State

OPTIMIZED *IN VITRO* MICROPROPAGATION PROTOCOL FOR ‘WINTER DAWN’ STRAWBERRY (*Fragaria* × *ananassa*): A COST-EFFECTIVE STRATEGY FOR SUSTAINABLE COMMERCIAL CULTIVATION

Aadil Gani¹

Naina Tirki¹

Ankit Patel¹

Khela Ram Soren¹

Kishor Tribhuvan¹

¹ICAR-Indian Institute of Agricultural Biotechnology, Ranchi 834003, Jharkhand, India

Abstract

The cultivation of strawberries (*Fragaria* × *ananassa*), traditionally reliant on runner propagation, is constrained by several challenges, including disease transmission, limited scalability, and high transportation costs. To address these issues, a comprehensive and efficient *in vitro* micropropagation protocol was developed for the commercially significant ‘Winter Dawn’ cultivar. This optimized protocol encompasses critical stages of tissue culture sterilization, shoot induction, multiplication, rooting, and hardening to enable rapid and disease-free plant production at a reduced cost.

Explants derived from runners were successfully sterilized using a combination of 4% sodium hypochlorite (NaClO) and 0.1% mercuric chloride (HgCl₂), achieving 100% contamination control without compromising tissue viability. For shoot induction, explants cultured on SM3 medium (Murashige and Skoog medium supplemented with 1.0 mg/L benzylaminopurine (BAP) and 0.1 mg/L kinetin) exhibited a remarkable 87% regeneration rate, producing 6-10 shoots per explant during subsequent subculturing cycles. Rooting was optimized on RM2 medium (MS medium fortified with 1 mg/L indole-3-butyric acid (IBA)), which yielded an exceptional rooting efficiency of 94%. The rooted plantlets developed robust root systems with an average root length of 12.2 cm within 45 days, ensuring their readiness for transplantation. To streamline the acclimatization process, the traditional multi-phase hardening approach was simplified. The primary phase was bypassed, and plantlets were directly transferred to a soil-vermicompost mixture (HM2), achieving a 100% survival rate under controlled polyhouse conditions. Notably, the soil-vermicompost medium performed on par with cocopeat-based substrates regarding plant vigour and hardiness, demonstrating its suitability as a cost-effective alternative.

This optimized micropropagation protocol is a significant advancement for commercial strawberry cultivation, offering a reliable and scalable method to produce high-quality, disease-

free planting material. By reducing reliance on traditional propagation and minimizing transportation and disease management costs, this protocol paves the way for sustainable strawberry production in India and beyond.

Keywords: Acclimatization, *Fragaria* × *ananassa*, hardening, in vitro propagation, micropropagation, rooting, shoot induction, shoot multiplication, Winter Dawn.

**STRATEGIES FOR MANAGING PENICILLIUM IN CITRUS:
A REVIEW OF CHEMICAL, BIOLOGICAL, PHYSICAL, AND INTEGRATED
APPROACHES**

H. Benzahra^{a,b}

I. Mrabti^{a,b}

S. Ait Baddou^{a,b}

H. Grijja^c

K. Selmaoui^b

M. Afechtal^a

^a Laboratory of Virology, Regional Center of Agricultural Research of Kenitra, National Institute of Agricultural Research, 14000 Kenitra, Morocco.

^b Laboratory of Plant, Animal, and Agro-Industry Productions, Faculty of Sciences, University Ibn Toufail, Kenitra, Morocco.

^c Laboratory of Entomology, Regional Center of Agricultural Research of Kenitra, National Institute of Agricultural Research, 14000 Kenitra, Morocco.

* Corresponding author: BENZAHRA Hayat, email: hayat.benzahra@uit.ac.ma

Abstract

Penicillium species, particularly *Penicillium digitatum* (green mold) and *Penicillium italicum* (blue mold), are major postharvest pathogens of citrus fruits, causing significant economic losses worldwide. Traditional reliance on synthetic fungicides has raised concerns regarding environmental impact and consumer safety. This review comprehensively examines alternative control strategies for Penicillium in citrus, encompassing: **Biological control:** Utilizing antagonistic microorganisms, including yeasts, bacteria, and fungi, to inhibit pathogen growth. **Botanicals:** Employing plant extracts and essential oils with antifungal properties. **Physical methods:** Implementing techniques such as heat treatments, modified atmospheres, and irradiation to inactivate pathogens. **Edible coatings:** Applying protective coatings derived from chitosan, waxes, and other natural polymers to minimize pathogen penetration. **Integrated approaches:** Combining multiple control strategies for enhanced efficacy and reduced reliance on synthetic inputs.

This study critically evaluates the efficacy, feasibility, and sustainability of each approach, highlighting recent advancements and future research directions. to provide valuable insights for developing effective and environmentally sound strategies to mitigate Penicillium-induced postharvest losses in the citrus industry.

Keywords: citrus, *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum*, post-harvest disease, biological control.

PRECISE IDENTIFICATION OF THE COTTONY CUSHION SCALE, *Icerya purchasi* IN MOROCCO THROUGH THE ADVANCED APPLICATION OF DNA BARCODING

MRABTI Imane^{1*}

BENZAHERA Hayat²

GRIJJA Hassan³

BRHADDA Najiba⁴

AFECHTAL Mohamed⁵

ZIRI Rabea⁶

^{1*}ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6580-4291>, Faculty of Sciences, Laboratory of Plant, Animal, and Agro-Industry Productions, University IbnToufail, Kenitra, Morocco and National Institute for Agricultural Research, Regional Center for Agricultural Research of Kenitra, Kenitra, Morocco

² ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-9708-5468>, National Institute for Agricultural Research, Regional Center for Agricultural Research of Kenitra, Kenitra, Morocco and Faculty of Sciences, Laboratory of Plant, Animal, and Agro-Industry Productions, University IbnToufail, Kenitra, Morocco

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-3905-8173>, National Institute for Agricultural Research, Regional Center for Agricultural Research of Kenitra, Kenitra, Morocco

⁴ ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1994-0310>, Faculty of Sciences, Laboratory of Plant, Animal, and Agro-Industry Productions, University IbnToufail, Kenitra, Morocco

⁵ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4409-1226>, National Institute for Agricultural Research, Regional Center for Agricultural Research of Kenitra, Kenitra, Morocco

⁶ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5223-8235>, Faculty of Sciences, Laboratory of Plant, Animal, and Agro-Industry Productions, University IbnToufail, Kenitra, Morocco

*authors e-mails: imane.mrabti@uit.ac.ma

Abstract

DNA extraction from scale insects is particularly challenging due to their small size and waxy coating. In this regard, a study was conducted between the summer and autumn of 2024 in the north-west of Morocco to assess the effectiveness of ten DNA extraction methods on scale insects. The target species of this study, *Icerya purchasi*, is a major pest of citrus crops in Morocco. The main objective of this research was to identify extraction methods that are quick, cost-effective, and environmentally friendly.

The results showed that fresh samples of *I. purchasi* provided the best DNA yields. Among the methods tested, the use of NaCl (5M) produced the highest yield, while the Kac and SDS methods yielded moderate results, all while being cost-effective and environmentally sustainable.

The results of this study provide valuable recommendations for selecting the optimal DNA extraction method for *I. purchasi*. These suggestions can help improve the identification and management of this pest, thereby optimizing pest control and monitoring strategies in agricultural settings.

Keywords: *Icerya purchasi*, DNA extraction, citrus, cost-effectiveness, Morocco.

**SPECIATION OF ARSENIC FROM FISH POND SEDIMENTS FROM TALBA
FARM, MINNA METROPOLIS**

Annah Siminle Amos*

Dr. Simon Olonkwoh Salihu

Dr. Idris Suleiman

Department of Chemistry, Federal University of Technology, Minna, Niger State, Nigeria.
Corresponding author's email: annamosiminle@gmail.com, annahamos00@gmail.com,
simon.salihu@futminna.edu.ng

Abstract

Sediments act as reservoirs for many metals, which can release metal species into aquatic environment which may accumulate in fish grown in the pond to toxic or beneficial level. However, the accumulation of metals in sediments can lead to environmental issues, as they can be released back into the water, contaminating the ecosystem and potentially entering the food chain, posing a threat to aquatic life and human health. The contamination of sediments with metals, particularly Arsenic (As), is a significant concern in both developing and industrialized countries, due to their harmful effects, longevity, mobility, and ability to accumulate in living organisms. Arsenic (As) is linked to a number of cancers, including bladder, lung, skin, kidney, nasal passage, liver, and prostate cancer. Small amounts of arsenic can dissolve into ground water that may be used for drinking and growing food. Hence, it is important to know how easily As can be taken up into the environment. In this present study, speciation analysis was done in terms of solubility and concentration of species, the BCR Sequential Extraction Method was employed to determine the species of Arsenic that are associated with four different chemical fraction of the sediment obtained from Talba Farm in Minna metropolis, since metal mobility is closely associated with the chemical conditions of the method, the concentration of As species obtained from analysis with MP-AES gave some knowledge on the solubility and mobility of As in the fish pond sediments from each fraction. Fractions 1 to 4, follows the increasing order across the sampling location. The concentration: 3.13>1.29>1.21>1.20 of fraction 1, implies the level to which As is more soluble and easily exchangeable with carbonates, hydroxides and other clay minerals with the order of location 4>2>3>1 with location 3 having the highest concentration of 3.13 and location 1 with the lowest concentration of 1.20. The concentration: 1.63>1.47>1.39>1.04 of Fraction 2, implies the level to which As is more bound to Iron and Manganese with the order of location 3>1>4>2 with location 3 having the highest concentration of 1.63 and location 2 with the lowest concentration of 1.04. The concentration: 1.55=1.55>1.47>1.01 of Fraction 3, implies the level to which As targets metals bound to organic matter and sulfides, with the order of location 1=3>2>4 with location 1 and 3 having the highest concentration of 1.55 and location 4 with the lowest concentration of 1.01. The concentration: 1.80>1.57>1.53>1.35 of fraction 4, implies the level

to which As are bound more to silicates mineral and therefore are not easily extracted, following the order of location 1 >2>4>3, the result shows that location 1 have the highest concentration of 1.80 and location 3 with the lowest concentration of 1.35.

Key Words: BCR, MP-AES metals, sediments, arsenic, chemical speciation, fish pond, Talba farm, silicate, and solubility.

GOVERNANCE OF FOOD SECURITY: COMPARATIVE INSIGHTS FROM TWO DEMOCRATIC GIANTS – INDIA AND THE USA

Mr. Abhishek Kumar Verma

Research Scholar, Department of Law, School of Legal Studies, Central University of Punjab,
Bathinda, India.

Email Id: akvsumit@gmail.com

Mr. Jaswant Singh Rajput

Research Scholar, Department of South and Central Asian Studies, School of International
Studies, Central University of Punjab, Bathinda, India.

Email Id: rajputfci@gmail.com

Abstract

Food security is an important issue in global development, especially with regard to increasing populations, climate change, and disparities in socioeconomic status. As two of the world's largest democracies, India and the United States face unique challenges in governing food security. India has to contend with issues of access and distribution in a developing economy, whereas the United States focuses on efficiency and sustainability within a market-driven framework. Understanding their governance models gives an insight into how to deal with food security globally. This study aims to compare and contrast food security governance mechanisms in India and the United States, focusing on their policy frameworks, institutional structures, and practical implementations. It seeks to identify transferable lessons and areas for cross-national collaboration to improve food security governance. It analyses constitutional provisions, legislative measures, and judicial decisions related to food security in the two countries with the help of doctrinal methodology. This analysis is constructed through a review of secondary data sources, such as government reports, policy documents, and international guidelines, for comparing governance practices and outcomes. The study reveals that India emphasises welfare-driven approaches, such as the Public Distribution System (PDS) and the National Food Security Act (NFSA), to ensure access to affordable food for vulnerable populations. In contrast, the United States employs market-oriented strategies like the Supplemental Nutrition Assistance Program (SNAP) and extensive agricultural subsidies to maintain food security. Resource allocation inefficiencies in India and equity concerns in the USA are the governance challenges highlighted as critical areas of concern. The findings suggest a balanced approach of welfare-driven and market-oriented strategies that would help the country to take a holistic view of food security. India and the United States can strengthen their food security policies by learning from each other's governance models in the context of combating hunger and malnutrition globally. The comparative analysis has been made with the aim of giving actionable insights for policymakers and stakeholders in diverse socio-economic contexts who want to enhance food security governance.

Keywords: Food Security Governance, Comparative Analysis, India and United States, Policy Frameworks.

BIOACTIVE PLANT EXTRACTS AS ALTERNATIVES TO CHEMICAL CONTROLS AGAINST THE CAUSAL AGENT OF BACTERIAL CANCER OF TOMATO

Mammass Bourassen ^{1*}

Redouan Qessaoui ²

Rachid Bouharroud ²

M'barka Elqdhly ³

Mouna Belmouden ⁴

Mohamed Alouani ¹

¹ Laboratory of Biotechnologies and Valorization of Natural Resources Faculty of Sciences, Ibn Zohr University, Agadir, Morocco.

² Regional Center of Agricultural Research of Agadir, National Institute of Agricultural Research (INRA), Avenue Ennasr, B.P. 415 Rabat Principal, Rabat 10090, Morocco.

³ Laboratoire de Biotechnologies Microbiennes et Protection des Végétaux (LBMPV), Faculté des Sciences d'Agadir, Université Ibn Zohr, BP 8106, 80000 Agadir, Maroc

⁴ Biotechnology and Valorization of Plant Resources: Algae and Plants, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, B.P. 299-24000 El Jadida, Morocco.

*Corresponding author: mammass.bourassen@edu.uiz.ac.ma

Abstract

The reason behind the worldwide limited production of tomatoes is the significant economic losses caused by phytopathogenic bacteria such as *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Cmm), which is responsible for the Bacterial canker of tomatoes. The main method of controlling Cmm is using chemical bactericides; however, those chemicals have some problems related to human health and the environment. Biological control including plant extracts has recently gained attention because of their safety, non-toxic, biodegradable, and most importantly they are natural. Our study aims to investigate the antibacterial activity of some plant extracts against this phytopathogenic bacteria. To assess the antibacterial activity, agar well diffusion and broth microdilution methods were used, while phenolic and flavonoid contents were determined spectrophotometrically. Additionally to their highest phenolic and flavonoid content, the methanol extract of both plants tested also showed the highest inhibition zones at the concentrations tested. The results obtained suggest that these plant extracts maybe integrated in the disease management programs against *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*.

Keywords: Plant extracts; antibacterial agent; bacterial diseases; biological control.

ALGAL BIOCOMPOUNDS AS A NATURAL AND SUSTAINABLE ALTERNATIVE FOR AGRICULTURAL PRACTICES

Fatima Lakhdar^{1*}

Bouchra Benhniya¹

Selma Mabrouki¹

Jamal Bouhraoua¹

Omar Assobhei²

Samira Etahiri¹

¹Laboratory of Marine Biotechnology and Environment – CNRST Labeled Research Unit,
Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, BP 20, El Jadida 24000, Morocco.

²University Sidi Mohamed Ben Abdellah, BP 2202, Fez-Morocco.

*E-mail: lakhdar.f@ucd.ac.ma/fatimalakhdar24@gmail.com

Abstract

The excessive use of synthetic pesticides in the croplands and in the environment causes an increased risk of pesticide resistance, increased pollution, and toxicological implications to human and environmental health. The seaweed extracts used as nutritional supplements, organic fertilizers, or as bio-pesticides have proven their effects to increase growth, yield, and stimulate the distrust of abiotic stress in plants. However, natural bioactive molecules derived from seaweed can help plant survival by providing protection against stress imposed by pathogens. The Moroccan coasts, especially the Atlantic coast of Sidi Bouzid (El Jadida), are particularly rich in seaweed and are a reserve of species with considerable economic, social, and ecological potential.

The objective of this study was to evaluate the effectiveness of algal extracts (Rhodophyceae, Phaeophyceae, and Chlorophyceae) collected from the coast of El Jadida, Morocco, as activators of plant defenses in controlling plant diseases *In vitro* and *In vivo*.

The brown algae extracts were the best extracts that significantly reduced plant disease severity until 90%, whatever the concentration of algae extract used, though protection observed after treatment was higher than that observed in plants inoculated and pre-treated with distilled water or with reference pesticide. This protection ability was associated with the induction of an activation of the growth parameters. These results strongly suggest that algae extracts inhibit the invasion of the pathogen and its proliferation.

Keywords: Algae extract, Sidi Bouzid (El Jadida), Plant disease severity, Bio-pesticide, Bioactive molecules.

ASSESSMENT OF MICROBIAL DIVERSITY IN ANAEROBIC DIGESTION OF COW DUNG FOR BIOGAS PRODUCTION

Leh-Togi Zobeashia S. Stella

Umeakuana D. Chidinma

Food and Industrial Biotechnology Department, National Biotechnology Research and Development Agency, Lugbe, Abuja, Nigeria

*Corresponding author: lehtogistella@gmail.com

Abstract

Anaerobic digestion (AD) of Cowdung presents a sustainable approach for waste management and energy production. AD is a biological process in which microorganisms decompose organic matter in the absence of oxygen. The study assessed the microbial diversity involved in the AD of cow dung for biogas production under batch conditions, with a hydraulic retention time (HRT) of 35 days in 15-liter locally constructed digesters maintained at 37°C. Parameters, including pH, total solids (TS), moisture content (MC), total ammonia nitrogen, and volatile solids (VS), were measured before and after digestion. Microbial community diversity was analyzed using 16S rRNA amplicon-based next-generation sequencing (NGS). The results indicated a pH drop from 8.00 ± 0.02 to 7.14 ± 0.00 post-digestion, and a significant reduction in TS from $68.22 \pm 0.15\%$ to $3.30 \pm 0.09\%$. The total biogas yield was 4.32 ± 0.10 bars, with methane content measured at $57.0 \pm 2.11\%$ using a Non-Dispersive Infrared (NDIR) gas analyzer. Dominant microbial phyla identified included Bacteroidetes (34%), Firmicutes (51.07%), and Proteobacteria (12.14%) amongst others. The results show the value of molecular techniques in understanding microbial dynamics during AD, facilitating the optimization of biogas production and improving waste management practices.

Keywords: Anaerobic digestion, Cow dung, Microbial, Diversity, Biogas

EFFECT OF BIO-PESTICIDE MADE FROM SOIL BACTERIA ON SOME CROP INSECT PESTS

Khalida DERRADJI ¹

Mostefa KOUADRIA

Abdelkrim HASSANI

Leila SMAIL

¹Faculty of Nature and Life Sciences, Ibn Khaldoun University of Tiaret/ Laboratory of Agrobiotechnology and Nutrition in semi-arid Zones.

²Faculty of Nature and Life Sciences, Ibn Khaldoun University of Tiaret / Laboratory of Microbiology

E-mail: khalida_derradji@yahoo.fr

Abstract

This work is part of a biological control trial studying the ability of soil microorganisms (Actinomycetes) to inhibit the activity of a number of crop insect pests.

We tried to test the effect of soil actinomycetes extract on:

- White grubs, which live in the soil and attack the roots of all plants,
- Insect pests belonging to the locust family (e.g. grasshoppers, locusts, etc.),
- Hemipteran insects (e.g. aphids) that feed on plant sap, which can cause serious damage to leaves, stems and flowers.

The results show that actinomycete-based pesticides have an effective inhibitory effect on grubs. Actinomycetes, which are beneficial soil bacteria, produce antimicrobial and insecticidal substances that disrupt the metabolism and survival of grubs.

These bio-pesticides are particularly advantageous because they specifically target pests, while being more environmentally friendly than traditional chemical pesticides. Thus, the use of actinomycete-based pesticides offers a promising method for managing grub populations in an environmentally friendly and sustainable way.

Key words: Soil, Biotechnology, Biological agriculture, Actinomycetes, Bio-pesticide.

MICROBIOTA MODULATION AS THERAPEUTIC APPROACH IN THE NEUROPATHIC PAIN IN DOG WITH SPINAL CORD INJURY: IMPACT OF POLENOPLASMIN

Major Gheorghe GIURGIU¹

Prof. dr. med. Manole COJOCARU^{2,3}

¹Deniplant-Aide Sante Medical Center, Biomedicine, Bucharest, Romania
deniplant@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5449-2712>

²Academy of Romanian Scientists

³Titu Maiorescu University, Faculty of Medicine, Bucharest, Romania
cojocaru.manole@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7192-7490>

Abstract

Background Studies have demonstrated the presence of gut dysbiosis (alterations in gut bacterial homeostasis) secondary to spinal cord injury in dogs. The dysbiosis is thought to impair recovery by decreasing the production of short-chain fatty acids which play a role in suppressing inflammation within the central nervous system.

Objective Therefore, targeting gut dysbiosis could have significant therapeutic value in the management of spinal cord injury. The purpose of this study is to determine if gut dysbiosis occurs in dogs with spinal cord injury. Another area of potential intervention interest is in situations of spinal injury where there is an urgent need to generate new neurons. To arrive at these observations, the authors examined how Polenoplasmin and diet solve paralysis in dogs. Materials and methods The most common cause of spinal problems in dogs is trauma. We are currently assessing whether indoles can also stimulate formation of neurons in dogs with paralysis.

Results We found that gut microbes that metabolize tryptophan-an essential amino acid-secrete small molecules called indoles, which stimulate the development of new brain cells in dogs, also demonstrated that the indole-mediated signals elicit key regulatory factors known to be important for the formation of new neurons.

Conclusion This study is another intriguing piece of the puzzle highlighting the importance of lifestyle factors and diet. The link between the health of the microbiome and the health of the brain shows how microorganisms in the gut solve paralysis, gut microbe secreted molecule linked to formation of new nerve cells in paralyzed dogs.

Keywords: gut dysbiosis, indole, paralyzed dog, Polenoplasmin

**FABRICATION OF GREEN GEOPOLYMER/ALGINATE HYBRID SPHERES FOR
EFFICIENT REMOVAL OF METHYL ORANGE DYE IN WATER: BATCH
STUDIES**

Amal Bassam

Dr. Laboratory of Physical Chemistry of Materials, Faculty of Sciences Ben M'sik, Hassan II
University of Casablanca, B.P.7955, Bd Cdt Driss El Harti, Casablanca, Morocco.

Amalbassam6@gmail.com

Rajaa Bassam

Dr. Laboratory of Physical Chemistry of Materials, Faculty of Sciences Ben M'sik, Hassan II
University of Casablanca, B.P.7955, Bd Cdt Driss El Harti, Casablanca, Morocco.

bassam.rajaa@gmail.com

Younes Rachdi

Dr. Laboratory of Physical Chemistry of Materials, Faculty of Sciences Ben M'sik, Hassan II
University of Casablanca, B.P.7955, Bd Cdt Driss El Harti, Casablanca, Morocco.

rachdi.smc@gmail.com

Marouane El Alouani

Dr. Materials Science Center, Laboratory of Physico-Chemistry of Inorganic and Organic
Materials (LPCMIO), Ecole Normale Supérieure (E.N.S), Mohammed V University of Rabat,
Morocco, ma.elalouani@gmail.com

Mohammed Hfid

Dr. Materials Science Center, Laboratory of Physico-Chemistry of Inorganic and Organic
Materials (LPCMIO), Ecole Normale Supérieure (E.N.S), Mohammed V University of Rabat,
Morocco, Hafidmohammed93@gmail.com

Hamid Saufi

Prf. Materials Science Center, Laboratory of Physico-Chemistry of Inorganic and Organic
Materials (LPCMIO), Ecole Normale Supérieure (E.N.S), Mohammed V University of Rabat,
Morocco, saufihamid@yahoo.fr

Said Belaouad

Prf. Laboratory of Physical Chemistry of Materials, Faculty of Sciences Ben M'sik, Hassan II
University of Casablanca, B.P.7955, Bd Cdt Driss El Harti, Casablanca, Morocco.

sbelaouad@yahoo.fr

Abstract

Discharges of various micropollutants (organic and inorganic) into the environment are on the increase. These pollutants are generally toxic, poorly biodegradable, and cause numerous adverse health effects. In this context, this work focuses on the development of a geopolymer

based on red clay waste, with a view to its application as an adsorbent in the treatment of an aqueous medium contaminated by Methyl Orange. The synthesized geopolymer was characterized by various analytical techniques. The raw material and the synthesized geopolymers were characterized by various physico-chemical methods. The results of XRF, XRD, and FTIR confirmed the successful synthesis of geopolymer beads, while the SEM/EDX findings revealed the homogeneous surface of the adsorbents. Adsorption tests were carried out by varying various parameters likely to affect adsorption performance, including adsorbent dose, solution pH, contact time, initial Methyl Orange concentration, and solution temperature. The kinetic study revealed that the geopolymer eliminates Methyl Orange relatively quickly. The pseudo-second-order model is the most suitable for presenting the adsorption mechanism. The isotherm for Methyl Orange retention on geopolymer is in perfect agreement with the Langmuir model. Evaluation of the thermodynamic quantities showed that the Methyl Orange adsorption process is favorable, spontaneous, and endothermic. The results we have found allow us to predict that the use of these new generations of geopolymers offers great potential for the retention of cationic textile dyes.

Keywords: Adsorption; red clay waste; Geopolymer Beads; Methyl Orange; Characterization.

Références:

- [1] P. Sirajudheen, P. Karthikeyan, M. C. Basheer, et S. Meenakshi, « Adsorptive removal of anionic azo dyes from effluent water using Zr(IV) encapsulated carboxymethyl cellulose-montmorillonite composite », *Environ. Chem. Ecotoxicol.*, vol. 2, p. 73-82, 2020, doi: 10.1016/j.eneco.2020.04.002.
- [2] S. Dutta, B. Gupta, S. Kumar Srivastava, et A. Kumar Gupta, « Recent advances on the removal of dyes from wastewater using various adsorbents: a critical review », *Mater. Adv.*, vol. 2, n° 14, p. 4497-4531, 2021, doi: 10.1039/D1MA00354B.
- [3] C. Lavanya, R. Dhankar, S. Chhikara, et S. Sheoran, « Degradation of toxic dyes: a review. », *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.*, vol. 3, n° 6, p. 189-199, 2014.

RESPONSES OF MAIZE GENOTYPES TO SALT STRESS DURING GERMINATION AND EARLY SEEDLING STAGES

Tuğba SARICA (ORCID: 0009-0003-5126-5201)

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Eskişehir-
Türkiye, **Email:** tbkarabudak@gmail.com (Sorumlu Yazar)

Prof. Dr. Süleyman AVCI (ORCID: 0000-0002-4653-5567)

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Eskişehir-
Türkiye, **Email:** savci@ogu.edu.tr

Abstract

In this study, the responses of different maize genotypes to salinity stress with citric acid and lemon juice applications during the early seedling stage were investigated. The research was conducted in the laboratories and climate chamber of the Field Crops Department, Faculty of Agriculture, Eskişehir Osmangazi University. Initially, the responses of 21 maize genotypes to salinity stress were examined through germination and emergence tests. Based on a cluster analysis of reductions in seedling growth and fresh weight values, the most sensitive genotype (P2088) and the most tolerant genotype (DKC6050) were identified. Subsequently, citric acid applications [control (PW, pure water), citric acid (CA, 100 ppm), and lemon juice (LJ, 0 g/L)] were applied to these two genotypes under saline conditions [control (pure water) and 15 dS m⁻¹ saline conditions] during the early seedling period. The experiments followed a factorial design arranged in randomized plots with four replicates. The results showed that plant height and stem thickness decreased with salt applications. However, in saline conditions, plant height increased with CA application in the DKC6050 genotype. The SPAD value improved with LJ application in the P2088 genotype and with CA application in DKC6050 under saline conditions. Leaf relative water content decreased in P2088 with citric acid application under saline conditions but increased in DKC6050. Electrolyte leakage was higher in the P2088 genotype in a saline environment, but citric acid applications reduced this leakage. Under control conditions, the leaf area of P2088 was larger, but it decreased in both genotypes under saline stress. LJ applications mitigated this reduction and increased the leaf area. Fresh weight was higher in the DKC6050 genotype, although the effect of citric acid was negligible. The dry matter ratio increased in the P2088 genotype with citric acid applications. Stomatal density increased under saline conditions, while stomatal length increased in the P2088 genotype with LJ application. The Na⁺/K⁺ ratio decreased with citric acid applications in the P2088 genotype under saline conditions, indicating increased salt tolerance. In conclusion, initial germination and emergence analyses were insufficient to determine salt tolerance in maize genotypes. Although the P2088 genotype was classified as more sensitive, it demonstrated more favorable responses than DKC6050 in terms of certain morpho-physiological traits and Na⁺/K⁺ ratio under saline conditions with citric acid applications. In order to determine salt tolerance precisely, osmalite accumulation, antioxidant enzyme analyses and ion accumulations should also be evaluated.

Keywords: Maize, salt stress, citric acid, sodium (Na), electrolyte leakage

MISIR GENOTİPLERİNİN ÇİMLENME VE ERKEN FİDE DÖNEMİNDE TUZ STRESİNE TEPKİLERİ

Özet

Bu çalışmada, erken fide döneminde farklı mısır genotiplerinin sitrik asit ve limon suyu uygulamalarıyla tuzluluk stresine gösterdiği tepkiler incelenmiştir. Tez çalışması, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarlarında ve iklim odasında yürütülmüştür. İlk olarak 21 mısır genotipinin çimlenme ve çıkış testleriyle tuzluluk stresine tepkileri incelenerek, en hassas (P2088) ve en toleranslı (DKC6050) genotipler fide ve yaş ağırlık değerlerindeki azalma oranlarına göre kümeleme analiziyle belirlenmiştir. Daha sonra erken fide döneminde bu iki genotipte, tuzlu koşullarda [Kontrol (Saf su) ve 15 dSm⁻¹] sitrik asit uygulamaları [Kontrol (SS, saf su), sitrik asit (SA, 100 ppm) ve limon suyu (LS, 0 gr/l)] yapılmıştır. Denemeler, tesadüf parsellerinde faktöriyel düzende 4 tekrarlı olarak kurulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre bitki boyu ve sap kalınlığı tuz uygulamalarıyla azalmıştır. Ancak, tuzlu ortamda DKC6050'de SA uygulamasıyla bitki boyu artmıştır. SPAD değeri, tuzlu ortamda P2088 genotipinde LS uygulaması ve DKC6050'de SA uygulamasından olumlu etkilenmiştir. Yaprak bağıl su içeriği tuzlu koşullarda sitrik asit uygulamasıyla P2088'de azalmış, DKC6050'de artış göstermiştir. Elektrolit sızıntısı tuzlu ortamda P2088 çeşidinde daha fazla olmakla birlikte sitrik asit uygulamaları bu sızıntıyı azaltmıştır. Kontrol koşullarında P2088'in yaprak alanı daha geniş iken, tuzlu ortamda her iki çeşitte daralmıştır. Limon suyu uygulamaları yaprak alanını artırmıştır. Yaş ağırlık DKC6050 çeşidinde daha yüksek olup sitrik asit etkisi önemsizdir. Kuru madde oranı P2088 çeşidinde sitrik asit uygulamalarıyla artmıştır. Tuzlu ortamda stoma sayısı artmış, P2088 çeşidinde limon suyu uygulamasıyla stoma boyu uzamıştır. Tuzlu ortamda P2088 çeşidinde sitrik asit uygulamalarıyla Na⁺/K⁺ oranı düşmüştür, bu da tuz toleransına işaret etmiştir. Sonuç olarak; başlangıçta yapılan çimlenme ve çıkış analizleri, genotiplerin tuz toleransını belirlemede yetersiz kalmıştır. P2088 genotipi, daha hassas olarak sınıflandırılmasına rağmen tuzlu koşullarda sitrik asit uygulamalarıyla bazı morfo-fizyolojik özellikler ve Na⁺/K⁺ içerikleri bakımından DKC6050'den daha olumlu tepkiler göstermiştir. Tuz toleransını kesin olarak belirlemek için osmalit birikimi, antioksidan enzim analizleri ve iyon birikimlerinin de değerlendirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mısır, tuz stresi, sitrik asit, sodyum (Na), elektrolit sızıntısı

**IMPACT OF CLIMATE CHANGE RELATED SHIFTS IN THE AGRICULTURAL
SYSTEM SPECIAL FOOD SECURITY AND LIVELIHOOD OF THE FARMING
COMMUNITY IN LARKANA SINDH-PAKISTAN**

Dr. Faiz Muhammad Shaikh

Professor-University of Larkano -Sindh

Email: faizs045@gmail.com

Dr. Mazharuddin Keerio

DG Research-Sindh

Rasool Bux Junejo

Director Agri. Extension-Government of Sindh

Muhammad Zafar Wassan

Conservator Forest -Larkana

Email: zafarwassan@gmail.com

Syed Mujeeb Hyder Shah

Toronto-Canada

Syed Mehtab Ali Shah, Progressive Grower-Saleh Pat

Abstract

The threat of climate change is particularly in the areas of agriculture, land use, energy consumption, biodiversity, health and water resources. Poor people who depend on agriculture as a means of livelihood are the most vulnerable to the challenges stemming from climate change. The impacts of climate change will surely be felt in almost all the geographical location as well as sectors of the nation's development. Specifically it will manifest in the following ways; burning fossil fuels, deforestation and a growing world populations. There are four major causes of climate change namely; astronomical causes, volcanic eruptions, variations in solar output and changes in earth's environment as a result of human activity. The intergovernmental panel on climate change (IPCC) says that human activity is the main cause of the changes seen in climate. This it does through activities that cause emissions of greenhouse gases (mainly consist of carbon dioxide, water vapor, methane and nitrous oxide). Climate change impacts the four key dimensions of food security, namely food availability, food stability, food accessibility, and food utilization. Availability of agricultural products is affected by climate change directly through its impacts on crop yields, crop pests and diseases, and soil fertility and water-holding properties. It is also affected by climate change indirectly through its impacts on economic growth, income distribution, and agricultural demand. In addition, stability of crop yields and food supplies is negatively affected by variable weather conditions. Therefore, climate change mitigation can be partly achieved through the reduction of greenhouse emissions from agriculture by encouraging environmental friendly agricultural practices. The need for effective adaptive measures to changes in climatic condition cannot be overemphasized as the

challenges posed by vagaries of climate has an adverse effect on food security, livelihood, labor productivity, poverty and the economy in general. It is recommended that policy measures on climate change adaptation should be very supportive of climatic information dissemination as successful adaptation to climate change depends on reaching the most vulnerable, who may not have easy access to and appropriate understanding of existing climate information.

ECOLOGICAL DYE USING A NATURAL PIGMENT DERIVED FROM MADDER RHIZOMES FROM MOROCCO

Oumaima Chajji

Physical Chemistry laboratory, Materials and Catalyse (LCPMC), Faculty of Sciences Ben
M'sik - University of Hassan II – Casablanca, Morocco.

Technical Center of Textile and Clothing (CTTH), Casablanca, Morocco.

oumchajji@gmail.com

Younes Chemchame

Physical Chemistry laboratory, Materials and Catalyse (LCPMC), Faculty of Sciences Ben
M'sik - University of Hassan II – Casablanca, Morocco.

Technical Center of Textile and Clothing (CTTH), Casablanca, Morocco.

Department of Traditional Weaving, Academy of Traditional Arts, Foundation of Hassan II
Mosque, Casablanca, Morocco.

Reda Achahboune

Technical Center of Textile and Clothing (CTTH), Casablanca, Morocco.

Mohamed Dalal

Technical Center of Textile and Clothing (CTTH), Casablanca, Morocco.

Abdeslam El Bouari

Physical Chemistry laboratory, Materials and Catalyse (LCPMC), Faculty of Sciences Ben
M'sik - University of Hassan II – Casablanca, Morocco

Abstract

Ecological dyeing with a natural colorant extracted from the rhizomes of *Rubia tinctorum* L. from Morocco. Natural dyes offer an ecological alternative to synthetic dyes, using renewable and biodegradable resources, thus contributing to the preservation of the environment. In this study, the extract of *Rubia tinctorum* L., a plant indigenous to Morocco, was explored as a natural textile dye for cotton and wool. To optimize the ultrasonic-assisted dyeing process, response surface methodology (RSM) was employed, enabling the interactions between different parameters such as pH, temperature and dyeing time to be analyzed. The dyed cotton and wool fabrics were evaluated according to their coloring properties, including color strength and fastness, as well as their functional properties. The latter included ultraviolet protection factor (UPF) and antibacterial activity, underlining the additional benefits of natural dyes beyond their aesthetic appeal. The results obtained show that *Rubia tinctorum* L. extract can be used effectively to dye cotton and wool, giving rich, long-lasting colors. In addition, ultrasound-treated fabrics show improved functional properties, such as better UV protection and enhanced antibacterial activity, compared with fabrics dyed by conventional methods.

Keywords: *Rubia*, UV protection, Natural dye, RSM.

ASSESSING DROUGHT TOLERANCE IN RAPESEED GENOTYPES: IMPACTS OF LOW SOIL MOISTURE ON GERMINATION AND SEEDLING ESTABLISHMENT IN MOROCCO

Abdelghani Bouchyoua

Dr., Laboratory of Natural Resources and Environment, Polydisciplinary Faculty of Taza, Sidi Mohamed Ben Abdallah University, Taza 35 000, Morocco

abdelghani.bouchyoua@usmba.ac.ma

Abdelmajid Khabbach

Pr., Laboratory of Biotechnology, Conservation, and Valorisation of Natural Resources (BCVRN), Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, Sidi Mohamed Ben Abdallah University, B.P. 1796, Fez 30003, Morocco. abdelmajid.khabbach@usmba.ac.ma

Khalil Hammani

Pr., Laboratory of Natural Resources and Environment, Polydisciplinary Faculty of Taza, Sidi Mohamed Ben Abdallah University, Taza 35 000, Morocco.

khalil.hammani@usmba.ac.ma

Abdelghani Nabloussi

Dr., Research Unit of Plant Breeding and Plant Genetic Resources Conservation, Regional Agricultural Research Center of Meknes, National Institute of Agricultural Research, PO. Box 415, Rabat 10090, Morocco abdelghani.nabloussi@inra.ma

Abstract

Rapeseed (*Brassica napus L.*), one of the world's major oilseed crops, is increasingly vulnerable to drought during germination and early seedling growth, particularly in the context of climate change. Enhancing tolerance to these conditions has become a critical goal to improve crop resilience and ensure food sovereignty in edible oils. This study used univariate and multivariate statistical analyses to evaluate the effects of four soil moisture levels (100%, 70%, 50%, and 30% field capacity) on germination and early seedling growth traits in 12 rapeseed genotypes. A pot experiment was conducted under controlled greenhouse conditions with a completely randomized design and three replications. Analysis of variance (ANOVA) revealed that drought stress significantly affected most traits ($\geq 73\%$ of total variance). Severe drought stress markedly reduced all measured traits, especially at 30% field capacity. Significant differences among genotypes were also observed, indicating varied genetic potential for early drought tolerance. Multivariate analyses grouped the genotypes into three distinct clusters. Notably, the most drought-tolerant genotypes 'Baraka', 'Nap10', 'Redana', and 'Nap9'—emerged as promising candidates for cultivation in arid regions and as valuable germplasm for rapeseed breeding programs. However, further research is needed to assess the tolerance of these genotypes to late-season drought, particularly during flowering and seed-filling stages. Traits such as germination percentage, germination speed, root development, and shoot growth are

recommended as key selection criteria for improving drought tolerance in the early growth stages of rapeseed.

Keywords: *Brassica napus* L.; Drought tolerance; Germination stress index; Rapeseed genotypes; Seedling establishment; Selection indices

THE ROLE OF VETERINARY PRACTICES IN PREVENTING ZOOONOTIC DISEASES: CHALLENGES AND SOLUTIONS

Nadeem Ahmed

(ORCID: 0009-0004-9085-1630)

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

Email: nadeembaloch334@gmail.com

Tasawar Iqbal

(ORCID: 0000-0002-5854-9069)

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

Email: tasawariqbal177@gmail.com

Abstract

Zoonotic diseases, which are transmitted between animals and humans, continue to pose significant public health risks globally. Veterinary practices play a crucial role in preventing the emergence and spread of these diseases, which include highly infectious conditions such as rabies, avian influenza, and tuberculosis. This paper explores the pivotal role that veterinary professionals and their practices have in controlling zoonotic diseases, focusing on the challenges faced and the solutions implemented. Key challenges include limited access to veterinary care in rural and low-resource areas, lack of awareness among both the public and veterinary practitioners, insufficient surveillance systems, and the growing impact of climate change on disease spread. Furthermore, inadequate infrastructure and a shortage of trained professionals exacerbate the difficulties faced in effective zoonotic disease prevention. In addressing these challenges, several solutions are proposed, such as strengthening veterinary education and training, improving collaboration between human and veterinary health sectors (One Health approach), enhancing surveillance systems, and ensuring the availability of vaccines and diagnostics. The integration of technology in monitoring and reporting zoonotic diseases is also emphasized as an essential tool for early detection and response. Finally, the need for policy reforms, increased funding, and global cooperation in controlling zoonotic disease outbreaks is highlighted. The veterinary sector's role in zoonotic disease prevention is indispensable for safeguarding both animal and human populations, underscoring the importance of a comprehensive approach to public health.

Keywords: Zoonotic diseases, Veterinary practices, One Health approach, Disease prevention, Surveillance systems, Public health.

**ANTI-INFLAMMATORY PROPERTIES OF CHIA SEEDS (*SALVIA HISPANICA L.*):
A NATURAL APPROACH TO RHEUMATOID ARTHRITIS TREATMENT**

Tasawar Iqbal

(ORCID:0000-0002-5854-9069)

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

Email: tasawariqbal177@gmail.com

Sidra Altaf

(ORCID:0000-0001-7717-1375)

Department of Pharmacy, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan

Email: sidra.altaf@uaf.edu.pk

Nadeem Ahmed

(ORCID:0009-0004-9085-1630)

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

Email: nadeembaloch334@gmail.com

Abstract

Rheumatoid arthritis (RA) is a chronic inflammatory disorder that primarily affects the joints, causing pain, swelling, and progressive joint destruction. Current pharmacological treatments for RA are often accompanied by adverse side effects, leading to the need for alternative and complementary therapies. Chia seeds (*Salvia hispanica L.*), a rich source of omega-3 fatty acids, fiber, and antioxidants, have gained attention for their potential health benefits, including anti-inflammatory effects. This review aims to explore the anti-inflammatory properties of chia seeds and their potential as a natural therapeutic option for the management of rheumatoid arthritis. Abstract indicate that chia seeds possess significant anti-inflammatory activity, largely attributed to their high content of alpha-linolenic acid (ALA), a plant-based omega-3 fatty acid. ALA has been shown to modulate inflammatory pathways by reducing the production of pro-inflammatory cytokines and mediators such as interleukin-1 (IL-1), tumor necrosis factor-alpha (TNF- α), and cyclooxygenase-2 (COX-2). These effects suggest that chia seeds may offer a promising adjunct or alternative to conventional RA treatments. Furthermore, the antioxidants present in chia seeds, such as flavonoids and phenolic compounds, may also contribute to reducing oxidative stress, another key factor in RA pathogenesis. While animal and in vitro studies support the potential anti-inflammatory effects of chia seeds, further clinical trials are needed to fully understand their efficacy and safety in RA management. This review highlights the current evidence on chia seeds and their role in alleviating the inflammatory processes associated with rheumatoid arthritis, positioning them as a viable natural intervention for this debilitating condition.

Keywords: Rheumatoid Arthritis, Anti-inflammatory, Chia Seeds, Omega-3 Fatty Acids, Alpha-linolenic Acid, Antioxidants

FROM DATA TO DISCOVERY: UNVEILING GARLIC'S ANTIMICROBIAL AND ANTIVIRAL SECRETS WITH DATA SCIENCE

Dr. Shouket Ahmad Kouchay

Islamic University Madinah, Computer Science, Madinah Munawara, KSA.

mail2shawkat@gmail.com

Abstract

Recent advancements in data science have allowed researchers to analyze existing studies and clinical data more effectively, providing a clearer understanding of how garlic may contribute to relieving the common cold and other diseases. This article synthesizes findings from various studies, highlighting the role of garlic in health and its mechanisms of action. To assess garlic's health benefits, we applied data science techniques such as natural language processing (NLP) and machine learning to analyze over 100 peer-reviewed articles. This study employs a data science approach to systematically analyze the antimicrobial and antiviral effects of garlic and its organosulfur compounds (OSCs), providing a comprehensive review of pre-clinical and clinical data. The insights gained from this analysis contribute to the growing body of evidence supporting garlic's therapeutic potential and pave the way for future research and applications in the field of natural medicine.

Keywords: Data Science Techniques, Garlic's Therapeutic Potential, Antimicrobial, Data Analysis, Health

BLUEBERRY CULTIVATION OPPORTUNITIES IN THE MARMARA REGION

Ali BAKIŞ (ORCID ID: 0009-0007-4298-6436)

Tezli Yüksek Lisans Öğrencisi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bursa, Türkiye

Email: ali-bakis@hotmail.com

Abstract

Blueberries (*Vaccinium* spp.), which entered the literature as Blueberries, are known as lycapa, blueberry, ligarba, bearberry, morsivit, bush strawberry. Blueberry is a fruit species adapted to the temperate climate zone. It can easily grow in areas rich in acidic and organic matter, where laurel, rhododendron, pine, alder or spruce species grow mixed. In Turkey, there are naturally acidic areas between 40-42 degrees North latitude and most of these areas are suitable for growing blueberries. In addition to many economically cultivated species (*V. corymbosum*, *V. angustifolium*, *V. ashei*, etc.), there are different forms that grow wild in nature. There are 4 species of blueberry, which are in the same family with some wild forest fruits in the Northeastern part of Turkey. In our country, wild varieties (*V. vitis-idea*, *V. myrtillus*, *V. uliginosum* and *V. arctostaphylos*) grow mainly in the Black Sea Region, Marmara Region and Eastern Anatolia. In the Marmara Region, blueberries can be grown in sunny, slightly sloping areas with good drainage and air flow, facing south or north-west. Blueberries like acid soils. Soils where blueberries will be grown should be strongly acid (pH values between 4.5 and 5.2). In order to increase soil acidity, powdered or granular sulfur can be used to lower the pH. Fertilization is one of the most important processes for the success of blueberry cultivation in the Marmara Region. For 1 decare, it is recommended to apply 50-70 kg of compound fertilizer (5-10-5) in spring when the eyes swell. Since blueberries need more pruning than other fruit species, pruning is also very important. Pruning in blueberries starts with planting and is repeated every year before spring before the eyes wake up. As a result of the utilization of natural acidic soils, selection of the appropriate variety and proper cultivation and care, the region can have a say in blueberry production.

Keywords: Blueberry, Marmara Region, Blueberry, Acidic Soils

MARMARA BÖLGESİNDE YABAN MERSİNİ YETİŞTİRME OLANAKLARI

Özet

Literatüre Yaban Mersini olarak girmiş olan maviyemişler (*Vaccinium* spp.), ülkemizde likapa, yaban mersini, ligarba, ayı üzümü, morsivit, çalı çileği, Trabzon çayı gibi isimlerle, yurt dışında ise blueberry olarak tanınmaktadır. Yaban mersini ılıman iklim kuşağına adapte olmuş bir meyve türüdür. Asitli ve organik maddece zengin, defne, ormangülü, çam, kızılalağaç veya ladin türlerinin karışık olarak yetiştiği alanlarda kolayca yetişebilmektedir. Türkiye’de 40-42 Kuzey enlem dereceleri arasında doğal asitli alanlar vardır ve bu alanların çoğu yaban mersini yetiştirmeye olanak tanımaktadır. Ekonomik olarak kültürü yapılan birçok türünün (*V. corymbosum*, *V. angustifolium*, *V. Ashei* vb.) yanı sıra doğada da yabani olarak yetişen değişik formları bulunmaktadır. Türkiye’nin Kuzeydoğu kesiminde yer alan bazı yabani orman meyveleri ile aynı familyada bulunan yaban mersinin, Türkiye’de yayılış gösteren 4 türü bulunmaktadır. Ülkemizde; Karadeniz Bölgesi başta olmak üzere, Marmara Bölgesi ve Doğu Anadolu florasında yabani çeşitleri (*V. vitis-idea*, *V. myrtillus*, *V. uliginosum* ve *V. arctostaphylos*) yetişmektedir. Marmara Bölgesinde ise yaban mersini güneş alan, hafif meyilli, drenajı ve hava akımı iyi olan, güney veya kuzey-batıya bakan alanlarda yetiştirilebilir. Maviyemişler asit toprakları sever. Maviyemiş yetiştirilecek olan topraklar kuvvetli asit karakterde (pH değerleri 4.5 ile 5.2 arasında) olmalıdır. Toprak asitliğinin artırılması için pH’ını düşürücü olarak toz veya granül kükürt kullanılabilir. Marmara Bölgesinde Maviyemiş yetiştiriciliğinin başarılı olması için en önemli işlemlerden biri gübrelemedir. 1 dekar için 50-70 kg kompoze gübrenin (5-10-5) ilkbaharda gözler kabardığı zaman verilmesi önerilir. Maviyemişler diğer meyve türlerine göre daha fazla budamaya ihtiyaç duyduklarından budama da çok önemlidir. Maviyemişlerde budama dikim ile başlar ve her yıl ilkbahar öncesi gözler uyanmadan tekrarlanır. Doğal asitli toprakların değerlendirilmesi, uygun çeşidin seçilip doğru şekilde yetiştirilmesi ve bakımı sonucunda bölge maviyemiş üretiminde söz sahibi konuma gelebilir.

Anahtar Kelimeler: Maviyemiş, Marmara Bölgesi, Yaban Mersini, Asidik Topraklar

DRYING STRAWBERRIES WITH DIFFERENT ULTRASOUND ASSISTED DRYING METHODS AND DETERMINING THE APPROPRIATE DRYING MODEL

Esma SARIKAYA ÖZCAN (ORCID: 0009-0004-0752-965X)

Süleyman Demirel University, Faculty of Engineering and Natural Sciences , Department of
Food Engineering, Isparta-Türkiye

Email: esma.sarikayaozcan@tarimorman.gov.tr (Responsible Author)

Doç. Dr. Alper KUŞÇU (ORCID: 0000-0002-5302-620X)

Süleyman Demirel University, Faculty of Engineering and Natural Sciences , Department of
Food Engineering, Isparta-Türkiye

Email: alperkuscu@sdu.edu.tr

Abstract

Strawberry fruit with an initial moisture content of 95% was dried by different drying methods until the moisture content was below 10%. Strawberry slices were dried at 70°C at an air velocity of 1.2 m/s and 180W power in the microwave by applying US pretreatment. After separating the control group from the fruits to be dried at 70°C, ultrasonic pre-treatment was applied at 40kHz frequency for 10, 20, 30 minutes in an ultrasonic water bath with a raw material:water ratio of 1:4. In the fruits to be dried in microwave, after separating the control group, US pre-treatment was applied at a frequency of 40 kHz for 30 min with a raw material:water ratio of 1:4. During drying, weight measurement and sampling were carried out at certain intervals. The data obtained as a result of the study were compared according to 8 different separable moisture content models found in the literature, and the most suitable drying model was determined as the Midilli model according to the highest R² values. However, it was concluded that the Newton Model, which gives the highest R² value with the fewest parameters among the applied models, can be selected as the model that best describes the change in the moisture content of strawberries over time.

Keywords: Strawberry, ultrasound, dehydration, drying kinetics

ÇİLEĞİN ULTRASES DESTEKLİ FARKLI KURUTMA YÖNTEMLERİYLE KURUTULMASI VE UYGUN KURUMA MODELİNİN BELİRLENMESİ

Özet

İlk nem içeriği %95 olan çilek meyvesi nem içeriği % 10'un altına düşene kadar farklı kurutma yöntemleri ile kurutulmuştur. Çilek dilimleri ultrases ön işlemi uygulandıktan sonra mikrodalgada 180W gücünde ve 70°C sıcaklıkta 1,2 m/s hava hızında kurutulmuşlardır. 70°C sıcaklıkta kurutulacak çilek dilimlerinde kontrol grubu ayrıldıktan sonra 40kHz frekansta, 10, 20, 30 dk. ultrasonik su banyosunda hammadde:su oranı 1:4 olacak şekilde ultrases ön işlemi uygulanmıştır. Mikrodalgada kurutulacak meyvelerde de kontrol grubu ayrıldıktan sonra hammadde:su oranı 1:4 olacak şekilde 40 kHz frekansta 30 dk. ultrases ön işlemi uygulanmıştır. Kurutma sırasında düzenli aralıklarla ağırlık ölçümü ve numune alımı yapılmıştır. Çalışma sonucu elde edilen veriler literatürde bulunan 8 farklı ayrılabilir nem içeriği modellerine (Newton, Page, Modifiye Page, Henderson and Pabis, Logaritmik, Midilli, Çift Terimli, Wang and Singh) göre karşılaştırılmış, en yüksek R² değerlerine göre en uygun kuruma modeli Midilli modeli olarak belirlenmiştir. Ancak uygulanan modeller arasında en az parametreyle yüksek R² değeri veren Newton Modelinin de, çileğin nem oranı değerinin süreye göre değişimini en iyi tanımlayan model olarak seçilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çilek, ultrases, kurutma, kuruma kinetiği

A CRITICAL DISEASE IN BEEKEEPING: AN 18-YEAR STUDY ON AMERICAN FOULBROOD

Dr. Öğr. Üyesi Tuba BAYİR (ORCID: 0000-0001-6381-0324)
Fırat University, Faculty of Veterinary, Department of Biometrics, Elazığ-Türkiye
Email: tbayir@firat.edu.tr (Responsible Author)

Prof. Dr. İsmayil Safa GÜRCAN (ORCID: 0000-0002-0738-1518)
Ankara University, Faculty of Veterinary, Department of Biostatistics, Ankara-Türkiye
Email: Safa.Gurcan@ankara.edu.tr

Abstract

American Foulbrood (AFB) is a devastating disease in honey bee colonies, causing significant economic and ecological impacts. This study investigates temporal patterns of AFB outbreaks and cases in Türkiye using the Seasonal-Trend Decomposition using Loess (STL) method over an 18-year period (2005–2022). By analyzing data from the World Organisation for Animal Health (WOAH), the study identifies seasonal trends and evaluates their implications for disease management in the beekeeping industry. A logistic regression model was used to quantify seasonal effects. The results showed a mean of 86 AFB cases per month, with notable fluctuations. STL decomposition highlighted that seasonal peaks in AFB outbreaks primarily occurred during spring and summer, with odds ratios of 1.66 (95% CI: 1.16–2.37) and 1.93 (95% CI: 1.36–2.75), respectively, compared to autumn. These findings emphasize the critical need for targeted preventive measures during high-risk seasons. The decomposition also revealed irregularities, particularly a sharp rise and fall in cases between 2018 and 2019. This research underscores the importance of temporal analyses in understanding AFB epidemiology. The insights gained can guide policy and practices to mitigate AFB's impact, ensuring sustainable honey production. Türkiye's important in honey production and beekeeping makes these findings particularly relevant, supporting the industry's resilience and competitiveness in global markets.

Keywords: American Foulbrood, honey bees, time-series analysis, seasonal trends, STL decomposition.

ARICILIKTA KRİTİK BİR HASTALIK: AMERİKAN YAVRU ÇÜRÜKLÜĞÜ ÜZERİNE 18 YILLIK BİR ÇALIŞMA

Özet

Amerikan Yavru Çürüklüğü (AYÇ), bal arısı kolonilerinde yıkıcı etkilere yol açan, ekonomik ve ekolojik açıdan önemli kayıplara neden olan bir hastalıktır. Bu çalışma, Türkiye'deki AYÇ salgınlarına ve vaka sayılarına ilişkin zamansal modelleri, 2005–2022 yılları arasında mevsimsel trend ayrıştırma (seasonal-trend decomposition - STL) yöntemiyle analiz etmektedir. Dünya Hayvan Sağlığı Örgütü'nden (WOAH) elde edilen veriler kullanılarak, mevsimsel eğilimler belirlenmiş ve arıcılık sektöründe hastalık yönetimi üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Mevsimsel etkileri değerlendirmek için lojistik regresyon modeli uygulanmıştır. Sonuçlar, aylık ortalama 86 AYÇ vakası ile belirgin dalgalanmalar olduğunu göstermiştir. STL ayrıştırması, AYÇ salgınlarında mevsimsel zirvelerin özellikle ilkbahar ve yaz aylarında gerçekleştiğini ortaya koymuş; bu mevsimlerdeki risk oranları sırasıyla 1,66 (95% CI: 1,16–2,37) ve 1,93 (95% CI: 1,36–2,75) olarak hesaplanmıştır (sonbahar referans alınarak). Bu bulgular, yüksek risk taşıyan dönemlerde hedefe yönelik önleyici tedbirlerin alınmasının önemini vurgulamaktadır. Bulgular, salgın eğilim döngüsünün daha esnek olduğunu, vaka eğilim döngüsünün ise 2018 ile 2019 arasında aniden yükselip düştüğünü göstermektedir. Bu çalışma, AYÇ epidemiyolojisini anlamada zamansal analizlerin önemini vurgulamaktadır. Elde edilen bulgular, hastalığın etkilerini azaltmaya yönelik politika ve uygulamalara rehberlik edebilir ve sürdürülebilir bal üretimini destekleyebilir. Türkiye'nin bal üretimi ve arıcılıktaki önemi, bu bulguları özellikle önemli kılmakta, sektörün küresel pazarlardaki dayanıklılığını ve rekabet gücünü desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Amerikan Yavru Çürüklüğü, bal arıları, zaman serisi analizi, mevsimsel eğilimler, STL ayrıştırması.

TRANSGENE-FREE GENOME EDITING IN GRAPEVINE THROUGH PROTOPLAST-BASED APPROACHES

Dr. Ogr. Uyesi Hilal Betül KAYA (ORCID: 0000-0002-2543-7212)

Manisa Celal Bayar University, Faculty of Engineering, Department of Bioengineering,
Manisa-Türkiye, **Email:** hilalbetul.kaya@cbu.edu.tr (Corresponding Author)

Gulsen KOLASINLILER

Manisa Celal Bayar University, Faculty of Engineering, Department of Bioengineering,
Manisa-Türkiye, **Email:** kolasingulsen@gmail.com

Abstract

Grapevine (*Vitis vinifera* L.) is one of the most widely cultivated fruit crops globally, holding significant economic and cultural value. The development of grapevine varieties with desirable traits is becoming increasingly important due to climate change, reduced agricultural land, and rising biotic and abiotic stresses driven by global population growth. Traditional breeding methods for grapevines face challenges due to the species' long reproductive cycle, genetic complexity, and time-consuming evaluation process. Genome editing offers a promising alternative by enabling targeted genetic modifications without introducing foreign DNA, thus bypassing the limitations of conventional breeding and GM techniques. Transgene-free genome editing, particularly through technologies like CRISPR-Cas9, allows for precise alterations within the plant's own genome, without the integration of foreign genetic material, making it more acceptable for regulatory approval and consumer acceptance. One promising approach is the direct delivery of genome editing reagents, such as ribonucleoproteins (RNPs), or the transient expression of plasmids into protoplasts. Furthermore, whole edited grapevine plants can be regenerated through the introduction of genome editing tools into protoplasts. However, the recalcitrant nature of grapevines to regeneration, the need for protocol optimization across different cultivars, and the meticulous nature of this process present significant challenges. Despite these obstacles, successful protoplast-based studies in grapevines continue to develop and hold promise for advancing grapevine improvement.

Keywords: Grapevine; transgene-free, genome editing, protoplast technology

TRANSGENE-FREE GENOME EDITING IN GRAPEVINE THROUGH PROTOPLAST-BASED APPROACHES

Özet

Asma (*Vitis vinifera* L.), dünya genelinde en yaygın şekilde yetiştirilen meyve türlerinden biri olup, önemli ekonomik ve kültürel değere sahiptir. İklim değişikliği, azalan tarım arazileri ve küresel nüfus artışının tetiklediği biyotik ve abiyotik streslerin arttığı bir dönemde, istenilen özelliklere sahip asma çeşitlerinin geliştirilmesi giderek daha önemli hale gelmektedir. Geleneksel ıslah yöntemleriyle istenilen özelliklerin geliştirilmesi, asmanın uzun üreme döngüsü, genetik karmaşıklığı ve zaman alıcı değerlendirme süreçleri nedeniyle uzun zaman almaktadır. Genom düzenleme, bitki genomunda hedeflenmiş genetik değişiklikler yapılmasını sağlayarak, geleneksel ıslah yöntemleri ve GDO sınırlamalarına karşı umut verici bir alternatif sunmaktadır. CRISPR-Cas9 aracılı transgen içermeyen genom düzenleme yöntemleri, bitki genomunda yabancı genetik materyal entegrasyonu olmadan hedef değişikliklerin yapılmasına olanak sağlar. Bu sayede hem tüketici kabulünü kolaylaştırır hem de birçok ülke tarafından doğal bitkilerle aynı kategoride değerlendirilmesine olanak verir. Ribonükleoproteinler (RNP'ler) gibi genom düzenleme reaktiflerinin doğrudan protoplastlara aktarılması veya plazmidlerin protoplastlara geçici olarak ekspresyonunun sağlanması ile tek bir protoplast hücrelerinden istenilen özelliklere sahip transgen içermeyen asma bitkisi elde edilebilmektedir. Bununla birlikte, asmanın rejenerasyona karşı dirençli doğası ve farklı çeşitlerde protokol optimizasyonu ihtiyacı gibi bazı zorluklar bulunmaktadır. Bu kısıtlamalara rağmen, asmalarda başarılı protoplast transformasyonu ve bitki rejenerasyonu çalışmaları gelişmeye devam etmekte ve asma ıslahını ilerletme konusunda umut vaat etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Asma, transgen içermeyen, genom düzenleme, protoplast teknolojisi

SEASONAL CHANGE IN NUTRIENT ELEMENT CONTENTS OF PITAYA PLANT (*HYLOCEREUS SPP*)

Fatma ÖZEN ÖZDEMİR (ORCID: 0000-0003-3920-9402) (Responsible Author)
Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition,
İzmir-Türkiye, **Email:** fatmaozen17@gmail.com

Doç. Dr. Bihter ÇOLAK ESETLİLİ (ORCID: 0000-0001-5707-2011)
Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition,
İzmir-Türkiye, **Email:** bihter.colak@ege.edu.tr

Abstract

Pitaya, which belongs to the Cactaceae family, naturally grows in the tropical forest regions of Southern Mexico, Central America, and Northern South America. It is commercially cultivated in the Bahamas, Bermuda, Indonesia, Colombia, Israel, the Philippines, Myanmar, Malaysia, Mexico, Nicaragua, northern Australia, Okinawa (Japan), Sri Lanka, South China, South Florida, Taiwan, Thailand, Vietnam, and the West Indies. The fruit, known as 'dragon fruit', has a pink or yellow skin and white or red flesh. Dragon fruit is a rich source of iron, antioxidants, fiber, and betalains, providing numerous health benefits. The high stability of betalain compounds across a wide pH range offers a significant advantage for their use as natural colorants. The skin, pulp, and seeds of dragon fruit are used in the production of various food products, including ice cream, yogurt, fruit juices, jellies, and jams. As a result, it has become increasingly popular in the food industry in recent years. Due to the growing demand for the fruit and its advantages in agricultural cultivation, pitaya farming is expanding in Turkey. Pitaya is a drought- and climate crisis-resistant plant with low water needs, minimal fertilizer requirements, and ease of pest and disease management, making it highly productive in the Aegean and Mediterranean regions under adverse conditions. In the pitaya cultivation in Turkey, determining the correct amounts of nutrients needed by the plant throughout its product cycle is crucial for yield and quality parameters. In this context, the study monitored the macro-nutrient (N, P, K, Ca, Na, and Mg) content of the Macenta variety of red-skinned, red-fleshed pitaya grown in the Torbalı district of İzmir during a vegetation period. Analysis results indicated that the plant has a high intake of calcium and magnesium, which is consistent with soil nutrient content results. The plant nutrient content was determined in the following order: Mg > Na > Ca > K > P > N, while the soil nutrient content was found to be: Ca > Mg > N > K > Na > P.

Keywords: Pitahaya, dragon fruit, plant nutrition, Vegetation, Quality

PITAYA BİTKİSİ (*HYLOCEREUS SPP*) BESİN ELEMENTİ İÇERİKLERİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

Özet

Pitaya, kaktüs giller familyasına ait Güney Meksika, Orta Amerika ve Kuzey Güney Amerika'nın tropikal orman bölgelerinde doğal olarak yetişmektedir. Bahamalar, Bermuda, Endonezya, Kolombiya, İsrail, Filipinler, Maymar, Malezya, Meksika, Nikaragua, kuzey Avustralya, Okinawa (Japonya), Sri Lanka, Güney Çin, Güney Florida, Tayvan, Tayland, Vietnam ve Batı Hint Adalarında ticari olarak yetiştirilmektedir. Meyveleri, pembe veya sarı kabuk, beyaz veya kırmızı iç renkte 'ejder meyvesi' olarak isimlendirilmektedir. Demir, antioksidan, lif ve betalain içerikleri bakımından oldukça zengin olan ejder meyvesi, sağlık üzerinde pek çok fayda sağlayan önemli bir besin kaynağıdır. Betalain bileşenlerinin geniş pH aralığında yüksek stabilite göstermesi, doğal renk maddesi olarak kullanımında büyük bir avantaj sunmaktadır. Ejder meyvesinin kabuğu, püresi ve çekirdeklerinden, dondurma, yoğurt, meyve suyu, jöle ve marmelat gibi gıda ürünlerinin üretiminde faydalanılmaktadır. Bu nedenle, son yıllarda gıda endüstrisinde yaygın bir şekilde tercih edilmektedir. Meyveye olan talebin giderek artması ve yetiştiriciliğinin tarım sektöründe avantajlar sağlaması sebebiyle ülkemizde de giderek yaygınlaşmaktadır. Pitaya, az su ihtiyacı, düşük gübreleme gereksinimi ve hastalık ile zararlı mücadelesinin kolay olması nedeniyle, kuraklık ve iklim krizi gibi olumsuz koşullarda, Ege ve Akdeniz bölgelerinde yüksek verim potansiyeline sahip, tarım dostu bir bitkidir. Ülkemizde giderek yaygınlaşan pitaya yetiştiriciliğinde, ürün döngüsü boyunca pitayanın ihtiyaç duyduğu besin miktarlarının doğru bir şekilde belirlenmesi, verim ve kalite parametreleri açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, çalışmada İzmir ili Torbalı ilçesinde yetiştirilen Macenta cinsi kırmızı kabuklu ve kırmızı meyveli pitaya bitkisi, makro besin element (N, P, K, Ca, Na ve Mg) içerikleri bir vegetasyon dönemi süresince izlenmiştir. Analiz sonuçlarında bitkinin kalsiyum ve magnezyum alımının yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum toprak besin içeriği sonuçları ile paralellik göstermektedir. Bitki besin içeriği sırayla Mg>Na>Ca>K>P>N; toprak besin içeriği Ca>Mg>N>K>Na>P olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pitaya, ejder meyvesi, Besin elementi, Vegetasyon, Kalite

EFFECT OF GIBBERELIC ACID PRETREATMENT OF BUCKWHEAT SEEDS GERMINATED UNDER SALINITY STRESS

Res. Ass. Dr. Nilüfer KOÇAK ŞAHİN

Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Ankara University, Ankara,
06110, Türkiye

*Corresponding Author: Nilüfer KOÇAK SAHİN.

Email: nkocak@ankara.edu.tr

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6474-1527>

Abstract

Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*), one of the important medicinal plants, belongs to Polygonaceae family. Salinity, which is one of the factors affecting crop quality and yield, is one of the most common abiotic stress factors in the world. In recent years, more uniform germination of seeds has been achieved with various seed pretreatments. Gibberellic acid is an important plant growth regulator that plays a role in the growth and development activities of many plant species. In this study, the response to salt stress using different doses of gibberellic acid was investigated. In the study carried out using Aktas buckwheat variety, seeds were pretreated with 3 different gibberellic acid (0, 100, 200 ppm) under 4 different salt stresses (0, 5, 10, 20 dS m⁻¹). Mean germination day, germination percentage, shoot and root length, fresh and dry weight data were analysed. The results showed significant differences between salinity and gibberellic acid treatment. It was observed that pretreatment of seeds with gibberellic acid positively affected the germination data at increasing salt doses.

Key words: Germination, Abiotic stress, Gibberellic acid, *Fagopyrum esculentum*

TUZLULUK STRESİ ALTINDA ÇİMLENEN KARABUĞDAY TOHUMLARININ GİBBERELLİK ASİT ÖN MUAMELENİN ETKİSİ

Özet

Önemli tıbbi bitkilerden biri olan Karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) Polygonaceae familyasına aittir. Ürün kalitesini ve verimini etkileyen faktörlerden biri olan tuzluluk, dünyada en yaygın abiyotik stres faktörlerinden biridir. Son yıllarda, çeşitli tohum ön uygulamaları ile tohumların daha üniform çimlenmesini sağlanmıştır. Özellikle Gibberellik asit, birçok bitki türünün büyüme ve gelişim aktivitelerinde rol oynayan önemli bir bitki büyüme düzenleyicisidir. Bu çalışmada farklı dozlarda gibberellik asit kullanarak tuz stresine karşı tepkisi araştırılmıştır. Aktaş karabuğday çeşidi kullanılarak yürütülen çalışmada, 4 farklı tuz stresi (0, 5, 10, 20 dS m⁻¹) altında, 3 farklı gibberellik asid (0, 100, 200 ppm) kullanılarak tohumlara ön muamele yapılmıştır. Çalışmada ortalama çimlenme günü, çimlenme yüzdesi, sürgün ve kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlık verileri analiz edilmiştir. Sonuçlar tuzluluk ve gibberellik asid uygulamasının arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Tohumlara gibberellik asit ön uygulamasının artan tuz dozlarında çimlenme verilerini olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Çimlenme, Abiyotik stress, Gibberellik asid, *Fagopyrum esculentum*

SURGICAL TREATMENT OF ATRESIA COLI, RECTAL AGENESIS AND ATRESIA ANI IN A HOLSTEIN CALF

Büşra KİBAR KURT (ORCID:0000-0002-1490-8832)

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery,
Aydın / Türkiye, **Email:** busra.kibar@adu.edu.tr (Responsible Author)

Aylin ATEŞ (ORCID:0000-0001-6917-6192)

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery,
Aydın / Türkiye, **Email:** aylinates20@gmail.com

Berfin PETEK (ORCID:0009-0003-1088-7514)

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery,
Aydın / Türkiye, **Email:** berfinpetek@gmail.com

Abstract

The material of the study consisted of a 1 day old Holstein calf brought to Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery. As a result of clinical and radiographic examinations, atresia coli, rectal aganesis and atresia ani were diagnosed. Following premedication and anesthesia, the skin and subcutaneous connective tissues were incised through right flank laparotomy and the ascending colon, which terminated as a blind pouch, was reached. Then a melon slice-shaped incision was made in the anal region. Skin and subcutaneous connective tissues were separated by blunt dissection. In right flank laparotomy, the colon, which was separated from the surrounding tissues by blunt dissection, was delivered to the incised anal area with the help of intestinal forceps. Then, the colon was incised and the large amount of meconium accumulated in it was evacuated. After complete evacuation of meconium, the end of the colon was sutured to the subcutaneous connective tissue and skin in the anal area. The right flank laparotomy site was closed with routine methods. Parenteral antibiotic administration for 7 days and antiseptic applications to the sutures were performed postoperatively. At the 3rd month after the operation, we were informed that the calf was alive as a result of the interviews with the owner of the patient.

In conclusion, It concluded that early diagnosis and surgical treatment of intestinal atresia cases can prolong the life of animals for a long time. It is thought that this case report will contribute to clinical practice and literature.

Keywords: Anorectal malformations, congenital abnormalities, intestinal atresia, imperforate anus

HOLSTEIN IRKI BİR BUZAĞIDA ATRESİA KOLİ, REKTAL AGANESİS VE ATRESİ ANİ OLGUSUNUN CERRAHİ TEDAVİSİ

Özet

Çalışmanın materyalini Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Kliniğine getirilen 1 günlük Holstein buzağı oluşturmaktadır. Yapılan klinik ve radyografik muayeneler sonucunda atresia coli, rektal aganesis ve atresi ani teşhisi konuldu. Premedikasyon ve anestezi uygulamasını takiben sağ flank laparotomi ile deri ve derialtı bağ dokular ensize edilerek kör kese şeklinde sonlanmış olan asendens kolona ulaşıldı. Daha sonra anal bölgeye kavun dilimi şeklinde ensizyon yapıldı. Deri ve deri altı bağ dokular küt diseksiyonla ayrıldı. Sağ flank laparotomide çevre dokulardan küt diseksiyon ile ayrılan kolon, bağırsak pensleri yardımıyla ensize edilen anal bölgeye ulaştırıldı. Daha sonra anüsten çıkarılan kolon ensize edilerek içerisinde birikmiş olan bol miktardaki mekonyumun boşaltılması sağlandı. Mekonyumun tamamen boşaltılması tamamlandıktan sonra kolonun uç kısmı anal bölgedeki derialtı bağ doku ve deriye dikilerek tespit edildi. Sağ flank laparotomi bölgesi rutin yöntemlerle kapatıldı. Postoperatif olarak 7 gün boyunca parenteral antibiyotik uygulaması ve dikişlerine antiseptik uygulamaları gerçekleştirildi. Postoperatif 3. ayda hasta sahibiyle yapılan görüşmeler sonucunda buzağının yaşadığı tarafımıza bildirildi.

Sonuç olarak intestinal atresi olgularının erken tanı ve erken cerrahi sağaltım ile hayvanların uzun süre yaşamlarını devam ettirebileceği kanısına varılmıştır. Yapılan bu olgu sunumunun klinik pratiğe ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Anorektal malformasyon, İntestinal atresia, İmperfore anüs, Kongenital anomali

DIAGNOSIS AND TREATMENT OF CATARACT IN DOGS

Berfin PETEK (ORCID:0009-0003-1088-7514)

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery,
Aydın / Türkiye, **Email:** berfinpetek@gmail.com

Büşra KİBAR KURT (ORCID:0000-0002-1490-8832)

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery,
Aydın / Türkiye, **Email:** busra.kibar@adu.edu.tr (Responsible Author)

Abstract

Vision is a complex phenomenon in which light emanating from objects in the environment is captured by the eye and focused onto the retina. Most ocular structures can be examined by direct or indirect examination methods. The lens is a colorless, transparent and biconvex structure that does not have neural conduction, blood and lymphatic circulation. It is suspended to the corpus ciliare by means of fibro zonularis between the iris and the corpus vitreous. The lens is transparent and refracts the rays coming to the eye more with its accommodation ability and reaches the point of vision. As a result of the deterioration in the nutrition of the lens fibrils, energy or protein synthesis metabolism, and osmotic balance due to different reasons, the lens loses its transparency and becomes opaque, resulting in a visual disorder called cataract. Cataract is classified according to etiology, position in the lens, stages of formation and age. Factors such as heredity, trauma, metabolic disorders, toxicity, radiation and electricity are in the etiology of cataract. According to its position in the lens, cataracts are classified as anterior capsular/subcapsular, cortical, nuclear, posterior capsular/subcapsular. According to the stages of formation, they are classified as incipient, immature, mature, hypermature and morgagnian cataracts. The degree of visual impairment caused by cataracts depends on the degree and location of lens opacity. Different medical treatment methods have been tried for cataract treatment, but they are not completely effective. There are four different surgical techniques commonly used for the treatment of cataracts in dogs. These are; dissection and aspiration, extracapsular extraction, phacoemulsification and intracapsular extraction. Intraocular lens implants are performed depending on the loss of refractive ability of the lens after cataract surgery.

Keywords: Canine, Capsule Opacification, Lens Diseases, Lens Opacity

KÖPEKLERDE KATARAKTIN TANI VE TEDAVİSİ

Özet

Görme, çevredeki nesnelere yayılan ışığın göz tarafından yakalanıp retinaya odaklanmasıyla oluşan karmaşık bir olgudur. Oküler yapıların önemli bir bölümü direkt veya indirekt yöntemler ile muayene edilebilir. Lens, sinirsel iletimi, kan ve lenfatik dolaşımı olmayan, renksiz, saydam ve bikonveks yapıda bir dokudur. İris ile korpus vitreus arasında fibrozonularisler aracılığıyla korpus siliareye asılı halde bulunur. Lens saydamdır ve göze gelen ışınları akomodasyon yeteneği ile daha fazla kırarak görme noktasına ulaştırır. Lens fibrillerinin beslenmesinde, enerji veya protein sentezi metabolizmasında, ozmotik dengede farklı sebeplerden kaynaklı meydana gelen bozulmalar sonucunda lensin saydamlığını kaybetmesi, opaklaşmasıyla katarakt adı verilen görme bozukluğu oluşur. Kataraktın sınıflandırılması etiyolojiye, lensteki pozisyonuna, oluşum aşamalarına ve yaşa göre yapılır. Etiyolojisine göre kalıtım, travma, metabolik bozukluklar, toksikasyon, radyasyon ve elektrik; lensteki pozisyonuna göre, anterior kapsular/subkapsular, kortikal, nuklear, posterior kapsular/subkapsular; oluşum aşamalarına göre ise insipient, immatur, matur, hiper matur ve morgagnian katarakt olarak sınıflandırılır. Kataraktın neden olduğu görme bozukluklarının derecesi lens opasitesinin derecesine ve konumuna bağlıdır. Katarakt tedavisi için farklı medikal tedavi yöntemleri denenmekte fakat tam anlamıyla etkili bir tedavi bulunmamaktadır. Köpeklerde kataraktın tedavisi için yaygın kullanılan dört farklı cerrahi müdahale yöntemi bulunmaktadır. Bunlar; diskizyon ve aspirasyon, ekstrakapsüler ekstraksiyon, fakoemülsifikasyon ve intrakapsüler ekstraksiyondur. Katarakt cerrahisinden sonra lensin kırılma gücünün kaybına bağlı olarak intraoküler lens implantasyonları gerçekleştirilir.

Anahtar Kelimeler: Kanin, Kapsül opasifikasyonu, Lens hastalıkları, Lens Opasitesi

EFFECTS OF DIFFERENT LED LIGHT SPECTRA ON THE MORPHOLOGICAL MEASUREMENTS OF LETTUCE GROWN IN AEROPONIC AND EBB-AND-FLOW SYSTEMS IN A PLANT FACTORY

Abdullah Aldiyab (ORCID NO: 0000-0001-8607-1499)

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Cukurova, Adana 01330,
Turkey, E-mail: abdallh.deab1988@gmail.com.

Abstract

A study was conducted on lettuce plants grown in a plant factory using two hydroponic techniques (aeroponics and ebb-and-flow) under three different LED lighting and four photoperiod conditions. For this purpose, the Batavia-type “Capira” lettuce cultivar was selected. Twelve days after sowing, lettuce seedlings were transferred to aeroponic and ebb-and-flow systems. In the plant factory, environmental conditions were maintained at 20°C during the day and 15°C at night, with light/dark photoperiods (F) of 12/12 (F1), 16/8 (F2), 18/6 (F3), and 20/4 (F4). The CO₂ level was stabilized at approximately 400 ppm, and relative humidity was kept within the range of 60–70%. Lettuce plants were cultivated under two different LED lighting setups: 1) 70% red (620–750 nm) + 30% blue (450–495 nm), 2) Full PAR spectrum (400–700 nm). Under the second conditions, lettuce plants were grown for 10 days using soil less aeroponic and ebb-and-flow techniques, after which they were harvested. The highest values for all morphological measurements were obtained in the aeroponic system, while the dry matter content of roots was found to be higher in the ebb-and-flow system. In terms of lighting, the highest values for all morphological measurements were recorded under the LED2 setup. Regarding photoperiods, no significant improvements were observed in F2 and F3 applications. In system × photoperiod combinations, the highest values for plant height, plant width, stem diameter, leaf number, plant weight, and root fresh weight were achieved. Similarly, the best results for plant circumference, root length, and dry matter content in the stems and roots were observed under the same combinations. For system × lighting combinations, the LED1 lighting setup did not produce any notable results in either the aeroponic or ebb-and-flow systems. However, in system × lighting × photoperiod combinations, all significant values, except for root dry matter, were obtained in the aeroponic systems.

Keywords: Lettuce, Lighting, Photoperiod.

FARKLI LED IŞIK SPEKTRUMLARININ BİR BİTKİ FABRİKASINDA AEROPONİK VE MED-CEZİR SİSTEMLERİNDE YETİŞTİRİLEN MARULUN MORFOLOJİK ÖLÇÜMLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Özet

İki Hidroponik teknikler (Aeroponik ve Med-cezir) kullanılarak bitki fabrikasında üç farklı LED aydınlatma, dört farklı fotoperyot koşulunda yetiştirilen marul bitkilerinin üzerine bir çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmanın amacıyla, Batavia tipi “Capira” çeşidi marul yetiştirilmiştir. Ekim tarihinden on iki gün sonra, marul fideleri Aeroponik ve Med-cezir sistemlerine aktarılmıştır. Bitki fabrikasında, ortam koşulları gündüz 20°C, gece 15°C, aydınlık /karanlık (F); 12/12 (F1), 16/8 (F2), 18/6 (F3), and 20/4 (F4) olacak şekilde düzenlenmiş, CO2 seviyesi yaklaşık 400 ppm ve bağıl nem oranı %60-70 aralığında sabitlenmiştir. Marul bitkileri, iki farklı LED aydınlatma düzeninde yetiştirilmiştir: 1) %70 kırmızı (620-750nm) + %30 mavi (450-495 nm), 2) Tam PAR spektrumu (400-700 nm), Belirtilen koşullar altında, marul bitkileri topraksız Aeroponik ve Med-cezir teknikler kullanılarak 10 gün boyunca yetiştirilmiş ve sonrasında hasat edilmiştir. Aeroponik sistemde, tüm morfolojik ölçümlerde en yüksek değerler elde edilirken, kökteki kuru madde oranı Med-Cezir sisteminde daha yüksek bulunmuştur. Aydınlatma açısından bakıldığında, tüm morfolojik ölçümlerde en yüksek değerler LED2 uygulamasında kaydedilmiştir. Fotoperyot açısından ise F2 ve F3 uygulamalarında herhangi bir yüksek değer elde edilememiştir. Sistem × fotoperyot kombinasyonlarında, bitki boyu, bitki eni, gövde çapı, yaprak sayısı, bitki ağırlığı ve kök yaş ağırlığı en yüksek değerlere ulaşmıştır. Buna karşın, bitki çevresi, kök uzunluğu ve gövde ile kökteki kuru madde oranları açısından en iyi sonuçlar yine aynı kombinasyonlarda gözlenmiştir. Sistem × aydınlatma kombinasyonlarında, LED1 aydınlatması ne aeroponik ne de med-cezir sistemlerinde herhangi bir yüksek değer göstermemiştir. Ancak, sistem × aydınlatma × fotoperyot kombinasyonlarında, kökteki kuru madde hariç tüm yüksek değerler aeroponik sistemlerde elde edilmiştir.

Anahtar kelimeleri: Marul, Aydınlatma, fotoperyot.

**THE EFFECT OF BIOFERTILIZERS ON ROOT FRESH AND DRY WEIGHT,
ROOT DRY MATTER RATIO, AND ROOT LENGTH OF BASIL (*Ocimum basilicum*
L.) IN A HYDROPONIC CULTURE**

Abdullah Aldiyab

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Çukurova University, Adana 01330,
Turkey, E-mail: abdallh.deab1988@gmail.com
ORCID: 0000-0001-8607-1499

H. Yıldız Daşgan

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Çukurova University, Adana 01330,
Turkey, E-mail: dasgan@cu.edu.tr

Abstract

Hydroponics is a system that enhances agricultural productivity by controlling environmental and growing conditions. In this study, the effects of three biofertilizers (bacteria, microalgae, and mycorrhiza) on the roots of basil (*Ocimum basilicum* L.) in a hydroponic culture system were evaluated. Soil is rich in microorganisms; however, in soilless agriculture, these microorganisms are not naturally present. They should be externally included in the system. This study aimed to evaluate the effect of three biofertilizers on root development under conditions where mineral fertilizers were reduced by 50%. In terms of root fresh weight (RFW), compared to the control group (50% nutrient dose without biofertilizers) the addition of microalgae to the 50% nutrient dose resulted in a 36% increase of RFW. Similarly, the addition of bacteria led to a 29% increase of RFW, while mycorrhiza contributed to an increase of 39%. Regarding root dry weight (RDW), compared to the control group, the addition of microalgae, bacteria, and mycorrhiza to the 50% nutrient dose increased dry weight by 30%, 21%, and 47%, respectively. For root dry matter content (RDM), compared to the control group, the addition of bacteria to the 50% nutrient dose resulted in a 5.80% decrease of RDM whereas mycorrhiza increased root dry matter by 5.12%. The addition of microalgae led to a 4.57% reduction in RDM. These findings indicate that mycorrhiza positively influences root dry matter content, while microalgae and bacteria lead to a certain degree of reduction. In terms of root length (RL), compared to the control group, the addition of microalgae, bacteria, and mycorrhiza to the 50% nutrient dose resulted in increases of 7%, 5.5%, and 10.5% of RL, respectively.

Keywords: Basil, microalgae, bacteria, mycorrhiza.

BİYOĞÜBRELERİN HİDROPONİK KÜLTÜRDE FESLEĞENİN (*Ocimum basilicum* L.) KÖK TAZE VE KURU AĞIRLIĞI, KÖK KURU MADDE ORANI VE KÖK UZUNLUĞU ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Özet

Hidroponik, çevresel ve yetiştirme koşullarını kontrol ederek tarımsal verimliliği artıran sistemlerden biridir. Bu çalışmada, Hidroponik kültür sisteminde üç biyogübre türünün (bakteri, alg ve mikoriza) fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) kökleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Toprak, mikroorganizmalar açısından zengindir. Ancak, topraksız tarım sistemlerinde bu mikroorganizmalar doğal olarak bulunmaz, yalnızca sisteme dahil edilmeleri durumunda yer alırlar. Bu çalışmanın amacı, mineral gübrelerin %50 oranında azaltıldığı koşullarda üç biyogübrenin kök gelişimine etkisini değerlendirmektir. Kök taze ağırlığında, %50 besin uygulamasına alg eklendiğinde kontrol grubuna (%50 besin) kıyasla %36 daha yüksek ağırlık elde edilmiştir. Benzer şekilde, %50 besin uygulamasına bakteri eklendiğinde %29, mikoriza eklendiğinde ise %39 daha yüksek kök taze ağırlığı kaydedilmiştir. Kök kuru ağırlığında, %50 besin uygulamasına alg eklendiğinde kontrol grubuna göre %30, bakteri eklendiğinde %21 ve mikoriza eklendiğinde %47 artış gözlemlenmiştir. Kök kuru madde oranında ise %50 besin uygulamasına bakteri eklendiğinde kontrol grubuna kıyasla %5,80 oranında azalma görülmüştür. Öte yandan, mikoriza eklendiğinde %5,12 oranında daha yüksek kuru madde oluşmuştur. Alg eklenmesi durumunda ise kök kuru madde oranı kontrol grubuna göre %4,57 daha düşük bulunmuştur. Bu sonuçlar, mikoriza kullanımının kök kuru madde oranını artırıcı bir etkiye sahip olduğunu, alg ve bakterinin ise belirli oranlarda azalmaya yol açtığını göstermektedir. Kök uzunluğu açısından değerlendirildiğinde, %50 besin uygulamasına alg eklendiğinde kontrol grubuna göre %7, bakteri eklendiğinde %5,5 ve mikoriza eklendiğinde %10,5 daha uzun kökler kaydedilmiştir.

Anahtar kelimeler: Fesleğen, alg, bakteri, mikoriza.

MOLECULAR DIAGNOSIS OF BOVINE RESPIRATORY SYNCYTIAL VIRUS IN CATTLE IN BURDUR PROVINCE AND PARTIAL PHYLOGENETIC ANALYSIS OF FUSION SURFACE PROTEIN

Dr. Öğr. Üyesi Ali KÜÇÜK (ORCID: 0000-0001-9929-1378)

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Virology, Burdur-Türkiye

Email: alikucuk@mehmetakif.edu.tr (Responsible Author)

Prof. Dr. Yakup YILDIRIM (ORCID: 0000-0003-4299-4712)

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Virology, Burdur-Türkiye

Email: yyildirim@mehmetakif.edu.tr

Abstract

The Bovine Respiratory Disease Complex (BRDC) is a group of multifactorial infections that cause economic losses to producers both directly, through livestock mortality, and indirectly, through reproductive issues, reduced carcass quality, decreased milk yield, and veterinary service expenses. Among the most significant viral agents in this complex is the Bovine Respiratory Syncytial Virus (BRSV), classified within the Orthopneumovirus genus of the Paramyxoviridae family. The virus has a pleomorphic morphology and is enveloped. It possesses a non-segmented, single-stranded, negative-sense RNA genome approximately 15.2 kb in length. This genome encodes ten open reading frames (ORFs) arranged as 3'-NS1-NS2-N-P-M1-SH-G-F-M2.1-M2.2-L-5', which translate into structural and non-structural proteins. The viral envelope harbors three key proteins: the large glycoprotein (G), the fusion protein (F), and the small hydrophobic protein (SH), which are responsible for the virus's adsorption to and penetration into the host cell. BRSV is a major cause of respiratory infections in cattle herds, especially during fall and winter in the northern hemisphere, including Türkiye, and has been identified in regions worldwide where cattle farming is practiced. This study aimed to detect BRSV molecularly using the RT-nPCR method in cattle and to perform partial phylogenetic analysis of the F genomic region of field isolates. For this purpose, nasal swab samples were collected from 200 cattle of various breeds, ages, and sexes in Burdur, Türkiye, none of which had been vaccinated against BRSV. Using oligonucleotide primer pairs specific to the F protein, viral nucleic acid was detected in 23 animals. Sequencing analysis conducted on two of these field isolates revealed that they belonged to subgroup III, alongside isolates from other regions of Türkiye. The nucleotide similarity of the isolates identified in this study was determined to be 97–98% with other BRSV strains previously isolated in Türkiye, ~94% with European strains, and ~96% with American strains. Furthermore, the amino acid sequences of the local BRSV isolates were found to preserve the conserved amino acid motifs (RKRR136 in the FCS-1 region and RAKR109 in the FCS-2 region) observed in isolates from Turkey, France, the USA, Brazil, China, and the UK. While point mutations were observed within the amino acid sequences, no variations were noted at the motif level. In conclusion, this study identified

circulating BRSV isolates among cattle in Burdur, Türkiye, and revealed their genetic similarities to other global BRSV strains, contributing to the literature on the evolutionary dynamics of the virus.

Keywords: Cattle, BRSV, RT-PCR, Phylogenetic Analysis, Fusion Protein

*This research was supported by Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TUBİTAK) with 1002/A Rapid support module (Project No: 123O192) as a "Molecular Investigation and Phylogenetic Analysis of Parainfluenza Virus Type 3, Bovine Respiratory Syncytial Virus and Influenza D Virus in Cattle with Respiratory System Infection"

MOLECULAR DIAGNOSIS OF BOVINE RESPIRATORY SYNCYTIAL VIRUS IN CATTLE IN BURDUR PROVINCE AND PARTIAL PHYLOGENETIC ANALYSIS OF FUSION SURFACE PROTEIN

Özet

Sığırların solunum sistemi hastalıkları kompleksi hayvan kayıpları ile doğrudan, röproduktif sorunlar, karkas kalitesi ve süt veriminde düşüş, veteriner hizmetleri giderleri ile dolaylı olarak üreticinin ekonomik kayıp yaşamasına neden olan multidisipliner enfeksiyonlardır. Bu kompleksdeki en önemli viral etkenlerden birisi olan Bovine Respiratory Syncytial Virus (BRSV) *Paramyxoviridae* familyası *Orthopneumovirus* genusunda yer alan etken pleomorfik bir morfolojiye sahiptir ve zarflıdır. Yaklaşık 15.2 kb uzunluğunda negatif polariteli tek iplikçikli (ss) segmentsiz bir RNA genomuna sahiptir ve viral genom üzerinde yer alan 10 open reading frame (ORF) 3'-NS1-NS2-N-P-M1-SH-G-F-M2.1-M2.2-L-5' proteinlerini kodlar. Zar üzerinde büyük glikoprotein (G), füzyon protein (F) ve küçük hidrofobik protein (SH) yer almaktadır. Bu proteinler virusun konakçı hücreye adsorbsiyonu ve penetrasyonundan sorumludur. Etken ülkemizin de içinde yer aldığı kuzey yarım kürede sonbahar-kış aylarında sığır sürülerinde salgınlarla seyreden solunum yolu enfeksiyonları şekillendirir ve dünyada büyükbaş hayvan yetiştiriciliği yapılan her bölgede tespit edilmiştir. Bu çalışmada sığırlarda BRSV'nin RT-nPCR yöntemi kullanılarak moleküler tespiti ve elde edilen saha izolatlarının F genomik bölgesinin parsiyal filogenetik analizi hedeflenmiştir. Bu amaçla Burdur'da etkene karşı aşılanmamış farklı ırk, yaş ve cinsiyetteki 200 sığırdan nazal swap örneği toplanmış ve F proteinine özgü oligonukleotid primer çiftleri kullanılarak 23 hayvanda BRSV'ye ait viral nükleik asit tespiti gerçekleştirilmiştir. Tespit edilen saha izolatlarından ikisine uygulanan sekans analizi sonucunda Türkiye'nin farklı bölgelerinden izole edilmiş BRSV izolatları ile birlikte subgroup III içerisinde yer aldığı ortaya koyulmuştur. Bununla birlikte ülkemizde izole edilen BRSV suşları ile bu çalışmada tespit edilen izolatların nükleotid benzerlikleri %97-98, Avrupa suşları ile %~ 94 ve Amerika suşları ile %~96 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada tespit edilen lokal BRSV izolatlarının aminoasit dizilerinin Türkiye, Fransa, ABD, Brezilya, Çin ve İngiltere'den izole edilen diğer BRSV izolatlarında olduğu gibi FCS-1 bölgesindeki (RKRR¹³⁶) ve FCS-2 bölgesindeki (RAKR¹⁰⁹) aminoasit motiflerini koruduğu tespit edilmiştir. Aminoasit dizileri arasında motif bazında olmasa da noktasal mutasyonlar gözlenmiştir. Sonuç olarak Burdur ilinde sığırlar arasında sirkülasyon halinde olan BRSV izolatları tespit edildi ve dünyadaki farklı BRSV suşları ile arasındaki benzerlikler ortaya koyularak etkenin evrimsel süreciyle ilgili literatüre katkı sağlandı.

Anahtar Kelimeler: Sığır, BRSV, RT-PCR, Filogenetik analiz, Füzyon Proteini

*Bu araştırma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TUBİTAK) tarafından 1002/A Hızlı Destek Modülü (Proje No: 1230192) ile "Solunum Sistemi Enfeksiyonlu Sığırlarda Parainfluenza Virus Tip 3, Bovine Respiratory Syncytial Virus ve Influenza D Virusun Moleküler Düzeyde Araştırılması ve Filogenetik Analizleri" başlığı adı altında desteklenmiştir

**MOTILE AEROMONAS SEPTICEMIA AND A CASE OF *Aeromonas hydrophila*
INFECTION IN A *Carassius auratus* FISH**

Rumeysa YÜKSEK (ORCID:0009-0009-0673-229X)

Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Veterinary Medicine, Muğla-Türkiye

E-mail: rumeysayukse@posta.mu.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Semiha YALÇIN (ORCID:0000-0002-9344-0472)

Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of
Microbiology, Muğla-Türkiye

E-mail: semihayalcin@mu.edu.tr

Abstract

Aquarium fish are among the animals widely bred worldwide and have a significant trade volume worldwide. Therefore, the health of aquarium fish is also important in economic terms. In aquarium fish, sensitivity to pathogens increases due to factors such as stress, environmental factors or immune system deficiency, and various infections that can lead to death occur due to these factors.

Hemorrhagic bacterial septicemia caused by *Aeromonas*, *Vibrio* and *Pseudomonas* species is the most common and most fatal fish disease in aquarium fish. *Aeromonas* species, which belong to the *Aeromonadaceae* family of *Gammaproteobacteria*, are widely found in natural water systems and environmental habitats, mainly in wastewater, sediments, and algae. *Aeromonas hydrophila* is a freshwater bacterium that causes infections such as gastroenteritis, septicemia, and necrotizing fasciitis in fish, reptiles, birds, amphibians, and mammals. The agent is a Gram-negative, sporeless, facultative anaerobe, catalase, oxidase, indole, and nitrate positive, motile bacillus or coccobacillus with a diameter of 1-3.5 µm and is a primary pathogen in some cases, but generally causes opportunistic infections. It causes Motile *Aeromonas* Septicemia, a fatal disease, thanks to its existing virulence factors in many fish species. Important virulence mechanisms affecting pathogenicity in this bacteria are hemolysin, enterotoxin, protease factors, lipopolysaccharide structure, and adhesion and invasion properties.

A dead aquarium fish (*Carassius auratus*) brought to the Microbiology Laboratory of Milas Veterinary Faculty under a cold chain was necropsied under aseptic conditions. During necropsy, macroscopic deformities in fins and hemorrhage foci in the kidney were detected. For bacteriological identification, the liver, spleen, and kidney were cultured in Blood Agar with a sterile loop and left for 24 hours of incubation at 30°C. After the incubation period, single-type colonies with a 2-3 mm diameter, beta beta-hemolytic structure, catalase, and oxidase positive were seen in the cultures made from the liver and kidney. Gram-negative bacilli were detected due to the Gram staining performed on the culture. Pure culture was created from the reproductions, then passages were made on Macconkey agar (MAC) and Triple Sugar Iron agar (TSIA) for identification and other biochemical tests were applied. As a result of the biochemical analyses performed, the agent was identified as *Aeromonas hydrophila*.

Aquarium fish have an important place in world trade. The stressful conditions created by high population density, sudden temperature changes, and changes in oxygen levels, especially during these fish's sheltering and transportation processes, can increase the spread of opportunistic bacteria and cause mass deaths. This situation can result in difficulties and economic losses in sustainable aquarium fish farming.

Key Words: *Aeromonas hydrophilia*, *Carassius auratus*, opportunistic pathogen, septicemia

MOTIL AEROMONAS SEPTISEMİSİ VE BİR *Carassius auratus* BALIĞINDA *Aeromonas hydrophilia* ENFEKSİYONU OLGUSU

Özet

Akvaryum balıkları, dünya çapında yaygın olarak yetiştirilen ve yine dünya genelinde önemli bir ticaret hacmine sahip hayvanlar arasında yer almaktadır. Bu nedenle akvaryum balıklarının sağlığı ekonomik anlamda da önem taşımaktadır. Akvaryum balıklarında, stres, çevresel etmenler veya immun sistemi yetersizliği gibi faktörler nedeniyle patojenlere karşı duyarlılık artmakta ve bu faktörlere bağlı olarak da ölümlerle seyredebilen çeşitli enfeksiyonlar ortaya çıkmaktadır.

Aeromonas, *Vibrio* ve *Pseudomonas* türleri tarafından oluşturulan hemorajik karakterde bakteriyel septisemi, akvaryum balıklarında en sık görülen ve en fazla ölüme neden olan balık hastalığıdır. *Gammaproteobacteria*'ların *Aeromonadaceae* familyasına dahil olan *Aeromonas* cinsleri, başlıca atık sular, tortular, yosunlu sular, doğal su sistemleri ve çevresel habitatlarda yaygın olarak bulunmaktadır. *Aeromonas hydrophilia*, balıklarda, sürüngenlerde, kuşlarda, amfibilerde ve memelilerde gastroenterit, septisemi ve nekrotizan fasit gibi enfeksiyonlara yol açan bir tatlı su bakterisidir. Etken, 1-3,5 µm çapında, Gram-negatif, sporsuz, fakültatif anaerob, katalaz, oksidaz, indol, nitrat reaksiyonları pozitif, hareketli basil veya kokobasil yapıdadır ve bazı olgularda birincil patojen olmakla birlikte genellikle fırsatçı enfeksiyonlara neden olmaktadır. Birçok balık türünde ise mevcut virülens faktörleri sayesinde ölümcül bir hastalık olan *Motil Aeromonas Septisemisine* yol açmaktadır. Bakteri de patojeniteyi etkileyen önemli virülens mekanizmaları; hemolizin, enterotoksin, proteaz faktörleri ve lipopolisakarit yapı ile adezyon ve invazyon özellikleridir.

Milas Veteriner Fakültesi Mikrobiyoloji laboratuvarına, soğuk zincir altında ölü şekilde getirilen bir akvaryum balığına (*Carassius auratus*) aseptik koşullarda nekropsi yapıldı. Nekropsi sırasında makroskopik olarak yüzgeçlerde deformiteler ve böbrekte kanama odakları saptandı. Bakteriolojik identifikasyon amacıyla, karaciğer, dalak, böbrekten Kanlı Agara ekimler yapılarak 30°C'de 24 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon süresi sonrasında karaciğer ve böbrekten yapılan ekimlerde, 2-3 mm çapında, beta beta hemolitik yapıda, katalaz ve oksidaz pozitif tek tip koloniler görüldü. Kültürden yapılan Gram boyama sonucunda Gram negatif özellikte basiller tespit edildi. Üremelerden saf kültür oluşturularak, sonrasında identifikasyon için Macconkey agara (MAC) ve Triple Sugar Iron agara (TSIA) pasajlar yapıldı ve diğer biyokimyasal testler uygulandı. Yapılan biyokimyasal analizler sonucunda etken, *Aeromonas hydrophilia* olarak identifiye edildi.

Akvaryum balıkları dünya ticaretinde önemli bir yere sahiptir. Bu balıkların özelliklerine, taşınma gibi süreçlerinde yüksek popülasyon yoğunluğu, ani sıcaklık değişimleri ve oksijen seviyesindeki değişikliklerin oluşturduğu stresli koşullar, fırsatçı bakterilerin yayılmasını artırarak toplu ölümlerin görülmesine neden olabilmektedir. Bu durum sürdürülebilir akvaryum balığı yetiştiriciliğinde zorluklar ve ekonomik zararlarla sonuçlanabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Aeromonas hydrophilia*, *Carassius auratus*, fırsatçı patojen, septisemi

INVESTIGATION OF THE APPLICABILITY OF TELEMEDICINE IN VETERINARY MEDICINE IN TURKEY

Kemal Çağrı GÖKMEN (ORCID: 0009-0007-6748-7772)
Ankara University, Faculty of Veterinary Medicine, Ankara-Türkiye
Email: kemalcagrigokmen@gmail.com

Dr. Öğr. Üyesi Arzu PEKER (ORCID: 0000-0002-5509-2171)
Ankara University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Health Economics
and Management, Ankara-Türkiye
Email: agokdai@ankara.edu.tr (Responsible Author)

Abstract

Telemedicine enables access to health services via digital platforms between veterinarian-veterinarian or veterinarian-patient-patientowner. Telemedicine practices in veterinary medicine can make significant contributions to remote examination, diagnosis and treatment options in the care of farm animals, pets and exotic species. The aim of this study is to evaluate the acceptability of telemedicine applications in veterinary medicine in Türkiye by veterinarians, awareness levels and the potential for dissemination of these services. The research was conducted in 2024 through an online survey and 48 veterinary clinics participated which are located in Ankara Province in Türkiye. The survey consisted of questions aimed at measuring the level of knowledge of veterinarians regarding telemedicine applications, their perceptions of these services, and the difficulties they may encounter in case they use in their practice. Data were analyzed using descriptive statistics. According to the preliminary findings of our study; 52.80% of the participants stated that they had heard of the concept of telemedicine, but 56.25% said that they don't have enough information about telemedicine applications. Veterinarians who thought that telemedicine could be used in veterinary medicine (54.17%) stated that it could be applied especially in the field of general consultancy. The first issue they are concerned about telemedicine applications is inadequate physical examination, with a rate of 87.5%. The rate of clinics that think telemedicine applications will provide advantages in terms of time and cost in veterinary clinics is 58.33%. It has been observed that the majority of clinics (81.25%) need training and guidance materials for telemedicine applications. 54.17% of the clinics stated that they would actively consider using telemedicine applications in their clinics if they become widespread in the future. Our study showed that telemedicine applications are gaining importance in the field of veterinary practice in Türkiye, that there is awareness among veterinarians, but there are deficiencies in infrastructure and that legal regulations need to be improved. The adoption of this technology on a wider scale is possible by increasing training programs and establishing a legal framework.

Keywords: Tele-medicine, veterinarians, veterinary clinics

TÜRKİYE'DE VETERİNER HEKİMLİKTE TELE-TIP UYGULANABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Özet

Tele-tıp, hekim-hekim veya hekim-hasta-hasta sahibi arasında dijital platformlar üzerinden sağlık hizmetlerine erişimi mümkün kılmaktadır. Veteriner hekimlikte tele-tıp, çiftlik hayvanları, evcil hayvanlar ve egzotik türlerin bakımında uzaktan danışmanlık, teşhis ve tedavi süreçlerine önemli katkılar sunabilmektedir. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de veteriner hekimlik alanında tele-tıp uygulamalarının hekimler tarafından kabul edilebilirliği, farkındalık düzeyleri ve bu hizmetlerin yaygınlaştırılabilme potansiyelini değerlendirmektir. Araştırma, 2024 yılı içerisinde Ankara ilinde yer alan 48 veteriner kliniğinin katıldığı çevrimiçi anket ile gerçekleştirilmiştir. Anket, hekimlerin tele-tıp uygulamalarına yönelik bilgi düzeyini, bu hizmetlere dair algılarını ve kullanım dahilinde karşılaşılabilecekleri zorlukları ölçmeye yönelik sorulardan oluşmuştur. Veriler betimleyici istatistiklerle analiz edilmiştir. Çalışmamızın ön bulgularına göre; katılımcıların %52,80'i tele-tıp kavramını duyduklarını belirtmiş, ancak %56,25'i tele-tıp uygulamaları hakkında yeterli bilgi sahibi olmadığını söylemiştir. Tele-tıpın veteriner hekimlikte kullanılabilirliğini düşünen hekimler (%54,17), özellikle genel danışmanlık alanında uygulanabilir olabileceğini ifade etmiştir. Tele-tıp uygulamalarında endişe duydukları ilk konu %87,5 oranla yetersiz fiziksel muayene olarak tespit edilmiştir. Tele-tıp uygulamalarının veteriner kliniklerinde zaman ve maliyet açısından avantaj sağlayacağını düşünen işletme oranı %58,33'tür. İşletmelerin büyük çoğunluğunun (%81,25) tele-tıp uygulamaları için eğitim ve rehberlik materyallerine ihtiyaç duyduğu gözlemlenmiştir. Kliniklerin %54,17'si gelecekte tele-tıp uygulamaları yaygınlaşırsa kliniklerinde aktif olarak kullanmayı düşündüklerini belirtmiştir. Çalışmamız, tele-tıp uygulamalarının Türkiye'de veteriner hekimlik alanında giderek önem kazandığını, veteriner hekimler tarafından farkındalığın oluştuğunu, ancak altyapı eksiklikleri ve yasal düzenlemelerin geliştirilmesi gerektiğini göstermiştir. Bu teknolojinin daha geniş bir ölçekte benimsenmesi, eğitim programlarının artırılması ve yasal çerçevenin oluşturulmasıyla mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Tele-tıp, veteriner hekimler, veteriner klinikleri

CATSPER: SPERMATOZOON FUNCTION AND ITS IMPORTANCE IN FERTILIZATION

Dr. Öğr. Ü. Ahmet ESER (ORCID: 0000-0003-1326-2678)

Siirt University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Reproduction and Artificial Insemination, Siirt-Türkiye, **Email:** ahmet.eser@siirt.edu.tr (Responsible Author)

Abstract

Molecular-level technological advancements have enabled a deeper understanding of the molecular modifications influencing spermatozoon potential fertility across different species, and even among individuals. This progress has facilitated the discovery of numerous markers associated with sperm quality. Particularly, in livestock, the identification and validation of biomarkers related to spermatozoa and seminal plasma—such as genes, transcripts, proteins, and metabolites—hold significant potential in improving reproductive efficiency. CatSper ion channels, which are found in the spermatozoon membrane, play a crucial role in the entry of positively charged calcium from the extracellular environment into the cell. These voltage-gated, pH-sensitive, spermatozoon-specific pores are composed of four alpha proteins (CatSper 1, CatSper 2, CatSper 3, and CatSper 4) and several auxiliary transmembrane proteins (CatSper β , γ , δ , ϵ , ζ , and EFCAB9), forming a heterotetrameric channel structure. CatSper calcium channels, identified in the spermatozoa of many animal species, are responsible for regulating intracellular calcium levels that are essential for sperm motility, mitochondrial activity, capacitation, and the acrosome reaction. Disruptions in the expression of CatSper alpha proteins have been shown to cause dysfunctions in sperm physiology, negatively affecting the spermatozoon's potential fertility and, in some cases, leading to individual infertility. Similarly, single nucleotide variations found within the CatSper gene family, responsible for encoding the CatSper alpha protein types, have been suggested to negatively influence sperm parameters and represent strong candidates for studying individual infertility cases. Given their role in regulating sperm physiological functions and their impact on spermatological parameters and fertility, detailed studies on the function of CatSper alpha proteins, especially in livestock species, are essential for enhancing reproductive efficiency.

Keywords: sperm, CatSper, fertilization

CATSPER: SPERMATOZOON FONKSİYONU VE FERTİLİZASYONDAKİ ÖNEMİ

Özet

Moleküler düzeydeki teknolojik gelişmeler, spermatozoon potansiyel fertilite yeteneği üzerine etkili olan türler, hatta bireyler arası moleküler düzeydeki modifikasyonların anlaşılmasına ve bu modifikasyonlara sebep olan, sperma kalitesi ile ilişkili birçok belirteçlerin keşfine olanak sağlamıştır. Özellikle çiftlik hayvanlarında spermatozoon ve seminal plazma ile ilişkili olan genler, transkriptler, proteinler ve metabolitler gibi biyo-belirteçlerin tanımlanması ve doğrulanması reproduktif verimliliğin artırılmasında önemli potansiyele sahiptir. Spermatozoon membran yapısında bulunan katyon/kalsiyum kanalları (CatSper), hücre dışı ortamdaki pozitif yüklü kalsiyumun hücre içerisine girmesinde görevli, voltaj bağımlı ve pH değişimlerine duyarlı spermatozoon-spesifik por yapılarıdır. CatSper porları dört alfa protein (CatSper 1, CatSper 2, CatSper 3 ve CatSper 4) ve bir takım yardımcı transmembran proteinlerden (CatSper β , γ , δ , ϵ , ζ ve EFCAB9) oluşan heterotetramerik yapıli kanallardır. Birçok hayvan türüne ait spermatozoon yapısında tespit edilen CatSper kalsiyum porları spermatozoon hareket parametreleri, mitokondriyal aktivite, kapasitasyon ve akrozom reaksiyonu için gerekli hücre içi kalsiyumun regülasyonundan sorumlu ana yapılarıdır. CatSper alfa protein türlerinin ekspresyonunda yaşanan aksaklıkların spermatozoon fizyolojisinde disfonksiyonlara neden olarak spermatozoon potansiyel fertilite yeteneğini olumsuz yönde etkilediği, hatta bireysel infertiliye neden olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Benzer olarak, CatSper alfa protein türlerinin kodlanmasından sorumlu CatSper gen ailesinde saptanan tek nükleotid varyasyonların spermatolojik parametreleri olumsuz yönde etkilediği ve bireysel infertilite olgularının araştırılması amacıyla güçlü birer aday oldukları savunulmaktadır. Spermatozoon fizyolojik fonksiyonlarının düzenlenmesinde rol oynayan ve dolayısıyla spermatolojik parametreler ve fertilite üzerinde etkili olan CatSper alfa proteinlerinin özellikle çiftlik hayvanlarındaki fonksiyonları üzerine detaylı araştırmaların yapılması reproduktif verimliliğin artırılması açısından oldukça önemlidir.

Anahtar Kelimeler: spermatozoon, CatSper, fertilizasyon

HISTOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE LUNGS OF HAIR GOAT FETUSES IN THE FIRST TWO PERIODS OF PREGNANCY

Dr. Öğr. Üyesi Merve PEKİNCE ÖZÖNER (ORCID: 0000-0002-5378-2726)

Department of Histology and Embryology, Faculty of Veterinary Medicine, Siirt University, Siirt, Türkiye, **Email:** merve.pekince@siirt.edu.tr

Abstract

The structure and development of mammalian lungs, many morphological changes occur in epithelial and connective tissue cells, including embryonic, pseudoglandular, canalicular, vesicular and alveolar stages, during different periods of pregnancy. Studies on lung development, especially during pregnancy, is necessary to understand the periodic differences of the organ. For this purpose, a total of 14 fetus lungs belonging to Hair goats, 7 male fetuses in each group, were used in the first two periods of pregnancy (1st and 2nd trimester). The lungs were carefully dissected from the fetuses and fetal age was determined according to the CRL (crown-rump length) parameter. The tissues taken were fixed in 10% buffered formaldehyde solution. The samples were examined microscopically by routine histological procedures, stained with Hematoxylin&Eosin and Masson Trichrome, and photographed. When lung sections of goat fetuses determined to be in the first trimester (0-50 days old) were examined, typical pseudoglandular stage morphology surrounded by mesenchymal connective tissue was observed. The maturation of the airways was from the center to the periphery and consisted of numerous rounded canals that did not contain smooth muscle tissue. Simple tubules with pseudo-stratified prismatic epithelium structure were observed in the lungs in the first trimester of pregnancy and large, branching glands surrounded by a loose stroma were encountered. When lung sections of goat fetuses were examined in the second trimester (50-100 day old), relatively abundant loose mesenchymal tissue concentrated around the bronchial buds, similar to the pseudoglandular and canalicular stages, was observed. Developed blood vessels and smooth muscle tissue formed around them were observed. Airways associated with cartilage were defined as bronchi, while structures surrounded by smooth muscle layers and not containing cartilage were called bronchioles. Kinocilia were not found in both periods. The results obtained will contribute to the histology literature and will form a basic resource for developmental studies in humans and mammals.

KeyWords: Lung Histology, Fetus, Hair Goat, Trimester

GEBELİĞİN İLK İKİ DÖNEMİNDEKİ KIL KEÇİSİ FÖTUSLARININ AKCİĞERİNİN HİSTOLOJİK GELİŞİMİ

Özet

Memeli akciğerlerinin yapısı ve gelişiminde gebeliğin farklı döneminde embriyonik, psöydoglandüler, kanaliküler, kesecikli ve alveoler olmak üzere epitel ve bağ doku hücrelerinde birçok morfolojik değişiklikler meydana gelir. Özellikle gebelik dönemlerinde akciğer gelişimine ilişkin çalışmalar organın dönemsel farklılıklarını anlamak için gereklidir. Bu amaçla gebeliğin ilk iki döneminde (1. ve 2. Trimester) her grupta 7 tane erkek fötüs olmak üzere toplamda 14 adet Kıl keçisine ait fötüs akciğeri kullanıldı. Fötüslerden akciğer dikkatli bir şekilde diseksiyon edilerek CRL (baş-sağrı uzunluğu) parametresine göre fetal yaşı belirlendi. Alınan dokular %10'luk tamponlu formaldehit solüsyonunda tespit edildi. Örnekler rutin histolojik prosedür ile takip edilerek Hematoksilen & Eozin ve Masson Trichrome boyamaları ile boyanarak mikroskopik düzeyde incelendi ve fotoğraflandı. 1. trimester dönemde (0-50 günlük) olduğu tespit edilen keçi fetuslarına ait akciğer kesitleri incelendiğinde mezenşim bağ doku ile çevrili tipik psöydoglandüler evre morfolojisi gözlemlendi. Hava yollarının olgunlaşması merkezden çevreye olup düz kas dokusu içermeyen çokça yuvarlak kanallardan oluşuyordu. Gebeliğin ilk trimesterinde bulunan akciğerlerde yalancı çok katlı prizmatik epitel yapıda basit tübüller gözlemlenmiştir ve gevşek bir stroma ile çevrili büyük, dallanan bezlere rastlanıldı. 2. trimester dönemde (50-100 günlük) keçi fötüsüne ait akciğer kesitleri incelendiğinde ise psöydoglandüler ve kanaliküler aşamaya benzer şekilde, bronşiyal tomurcukların etrafında yoğunlaşmış nispeten bol miktarda gevşek mezenşim dokusuna rastlanıldı. Gelişmiş kan damarları ve etrafında oluşan düz kas dokusu belirgindi. Kıkırdakla ilişkili hava yolları bronş olarak tanımlanırken düz kas tabakalarıyla çevrili ve kıkırdak içermeyen yapılar ise bronşiyol olarak isimlendirildi. Her iki dönemde kinosilyumlara rastlanılmadı. Elde edilen sonuçlar, histoloji literatürüne katkı sağlaması ve insan ve memeli hayvanlarda yapılan gelişimsel çalışmalara temel kaynak oluşturacaktır.

Anahtar kelime: Akciğer Histolojisi, Fötüs, Kıl Keçisi, Trimester

INVESTIGATION OF POTENTIAL ANTIOXIDANT AND ANTI-UROLITHIATIC ACTIVITY FROM METHANOLIC EXTRACT OF *Atriplex halimus*

Afaf BENHOUDA

Dr., BENHOUDA Biotechnology's Laboratory of the Bioactive Molecules and the Cellular Physiopathology, Faculty of Biological Sciences, Department of Biology and Living Organisms, University of Mustapha Ben Boulaid. 53 Constantine Rd, Fésdis, Batna 05078, Algeria, afaf.benhouda@gmail.com

Djahida BENHOUDA

Dr., BENHOUDA Biotechnology's Laboratory of the Bioactive Molecules and the Cellular Physiopathology, Faculty of Biological Sciences, Department of Biology and Living Organisms, University of Mustapha Ben Boulaid. 53 Constantine Rd, Fésdis, Batna 05078, Algeria, benhouda.djahida@gmail.com

Mourad HANFER

Dr., Hanfer Department of Biology and Living Organisms, University of Mustapha Ben Boulaid. 53 Constantine Rd, Fésdis, Batna 05078, Algeria, m.hanfer@univ-batna2.dz

Abstract

The present work has for objective to evaluate the antioxidant and antiurolithiasic and activities of the methanolic extract AHMeOH leaves of the plant *Atriplex halimus*.

In vitro evaluation of the antioxidant activity of the extract was carried out by the method the reducing power assay. The method of reducing power assay shows an increase in absorbance with different concentrations of the extract compared to the negative control with a significant difference ($P \leq 0.002$). The concentration (2mg/ml) gives the antioxidant best activity compared to other concentrations with a highly significant difference ($P \leq 0.05$).

In antiurolithiasis activity, six groups of Wistar rats were treated respectively with distilled water, 1% ethylene glycol in distilled water, AHMeOH (100 mg/Kgbw), AHMeOH (200 mg/kg bw) beginning the first day, AHMeOH (100 mg/Kg), AHMeOH (200 mg/kg bw) after 15 days of ethylene glycol administration. Just after day 28 of experiment, urine samples were collected and the volume, the pH was measured. After, were analyzed for the following dosages: urinary oxalate as well as blood samples are taken at the ocular sinus after anesthesia for the determination of: urea, creatinine and uric acid. The results show that the control group has severe damage while the groups treated with AHMeOH reduced significantly ($P \leq 0.05$) the formation of stones in the kidneys.

Keywords: antioxidant activity, antiurolithiasic activity, *Atriplex halimus*, Ethylene glycol, methanolic extract.

CYTOTOXICITY AND ANDROGENIC POTENTIAL OF ANTIFUNGAL DRUG SUBSTANCES ON MDA-KB2 CELLS

Amira BENCHOUALA

University of Batna 2, (UB2) Faculty of Nature and Life Sciences, "Biodiversity,
Biotechnology and Sustainable Development" Laboratory" Batna, Algeria.

a.benchouala@univ-batna2.dz

Clément BOJIC

University of Lorraine (UdL), Interdisciplinary Laboratory of Continental Environments
(LIEC) - UMR 7360 CNRSt, 57070, Metz, France.

clement.bojic@univ-lorraine.fr

Pascal POUPIN

University of Lorraine (UdL), Interdisciplinary Laboratory of Continental Environments
(LIEC) - UMR 7360 CNRSt, 57070, Metz, France.

pascal.poupin@univ-lorraine.fr

Carole COSSU-LEGUILLE

University of Lorraine (UdL), Interdisciplinary Laboratory of Continental Environments
(LIEC) - UMR 7360 CNRSt, 57070, Metz, France.

carole.leguille@univ-lorraine.fr

Abstract

The objective of this study is to evaluate in vitro the cytotoxic and androgenic potential of several antifungal molecules (amphotericin B, econazole, ketoconazole and miconazole) on MDA-Kb2 cell lines. This biological model is an effective tool for the detection of endocrine disruptors because it responds well to the main agonist of the androgen receptor (testosterone) and also to an antagonist: flutamide. The cytotoxicity of each chemical compound tested was measured using an MTT assay (tetrazolium salt, 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) which measures the activity of the reductase function of mitochondrial succinate dehydrogenase enzymes of cultured cells. This complementary cytotoxicity test is essential to ensure that the effects of reduction in luminescence intensity observed during androgenic tests are only attributable to the anti-androgenic action of the compounds tested and not to their possible cytotoxic properties. Tests of the androgenic activity of antifungals show that these compounds do not have the capacity to induce transcription of the luciferase gene. These compounds do not exert an androgenic effect on MDA-Kb2 cells in culture for the environmental concentrations tested. The addition of flutamide for the same tested concentrations of antifungal molecules reduces the luminescence induced by amphotericin B, econazole and miconazole, which is explained by a strong interaction of these molecules with flutamide which may have a greater toxic effect than when tested alone. The cytotoxicity test shows that econazole and ketoconazole can cause cell death at certain

concentrations tested. This cell mortality is perhaps induced by a direct or indirect action on deoxyribonucleic acid (DNA), ribonucleic acid (RNA) or proteins necessary for cell division.

Keywords : Cytotoxicity, Androgenic potential, Antifungals, MDA-Kb2

**CHEMICAL PROFIL, *IN VITRO* ANTI-INFLAMMATORY AND HEMOSTATIC
ACTIVITIES OF THE N-BUTANOL EXTRACT OF HYACINTHOIDES
LINGULATA (POIR.) ROTHM**

Mourad Hanfer

Dr., Hanfer Laboratory of Biology and Environment, Faculty of Nature and Life Sciences,
University of Mentouri Brothers, Constantine, Algeria.
Faculty of Nature and Life Sciences, University of Batna 2, Fesdis, Batna, Algeria
m.hanfer@univ-batna2.dz

Imen Daas

DAAS Faculty of Nature and Life Sciences, University of Batna 2, Fesdis, Batna, Algeria

Zeyneb Chouit

Dr Chouit University of Mohamed Seddik Ben Yahia, Jijel, Algeria

Abstract

Hyacinthoides lingulata (Poir.) Rothm is an endemic plant from the North African when the genus Hyacinthoides (Asparagaceae) is considered as a valuable source of medicinal plants used to treat women infertility and constipation and promoting blood circulation, as an anti-inflammatory agent and as an analgesic. In Algeria, it is called 'Becal el Far' and used for the treatment of menopause and gynecological problems. The aim of the present study is to investigate the chemical composition and the biological properties of the *n*-butanol extract (BEHL) obtained from the whole endemic Algerian plant (bulbs, leaves, stems and flowers), for which no previous phytochemical and pharmacological data have been reported. The phytochemical profile obtained from LC-ESI-MS/MS analysis of the *n*-butanol extract (BEHL) brought about the identification of ten glycosylated derivatives of apigenin and luteolin flavones. For the same plant extract, *in vitro* anti-inflammatory (hypotonic induced hemolysis and heat induced haemolysis assay) activities were evaluated observing high inflammatory inhibition by protecting membrane stability of erythrocyte in both heat ($84.70 \pm 0.24\%$) and hypotonic induced hemolysis ($79.45 \pm 0.12\%$). A remarkable hemostatic effect was also established by measuring the coagulation time (15.95 ± 1.05 s at a dose of 1 mg/mL) of decalcified plasma related to its phytochemical content. It is the first report on combined chemical components and biological evaluation of this specific plant.

Keywords: Hyacinthoides lingulata; glycosylated flavones; membrane stabilisation; anticoagulation.

MOLECULAR BIOLOGY TECHNIQUES FOR IDENTIFICATION AND GENOTYPING OF SOME PARASITES

Djahida BENHOUDA

Faculty of Biological Sciences, Department of living organisms, University of Batna 2,
Algeria, djahida.benhouda@univ-batna2.dz

Afaf BENHOUDA

Faculty of Biological Sciences, Department of living organisms, Biotechnology's Laboratory
of Bioactive Molecules and Cellular Physiopathology University of Batna 2, Algeria,
a.benhouda@univ-batna2.dz

Simone M. CACCIO

Department of Infectious Diseases, Istituto Superiore di Sanità, Rome, Italy,
simone.caccio@iss.it

Abstract

Cryptosporidium spp. and *Giardia* spp. are wide-spread pathogens of humans and many species of mammals. However, in Algeria there is still little known about the epidemiology of these parasites due to the paucity of data on human and animal cases.

The aim of our study was to determine the distribution of two intestinal protozoa in calf in North East of Algeria 'the city of BATNA' and we wanted to compare prevalence and abundance of these parasites in different regions of this city and to determine the species/genotypes of *Cryptosporidium* and *Giardia*. Sixty fecal samples collected from different regions of this city, than these samples were examined confirmed by direct immunofluorescence antibody test (IFAT), PCR amplification COWP gene fragment and 18S rDNA of *Cryptosporidium*, β -giardin gene of *Giardia*, than sequencing analysis. *Giardia* and *Cryptosporidium* were detected in 8 (13,33 %) and 27 samples (45%), respectively. In four samples, co-infection by both parasites was observed. The results of sequencing analysis indicate the important role of examined species in maintaining the natural sources of *Cryptosporidium* spp. and *Giardia* spp. infections in this calf.

Keywords : *Cryptosporidium*, *Giardia*, PCR amplification, 18S rDNA, COWP gene, β -giardin gene

THE IMPACT OF CHEMICAL FERTILIZERS ON THE ENVIRONMENT

Dr. Ghanshyam Barman

C G P I T, UkaTarsadia University, India

Email id: gbarmannitr@gmail.com

ORCID NO.: 0000-0002-2611-0801

Abstract

Chemical fertilizers have revolutionized modern agriculture, significantly enhancing crop yields and food production to meet global demand. However, their widespread and indiscriminate use poses substantial environmental challenges. This abstract explores the various impacts of chemical fertilizers on soil, water, air, and biodiversity.

The excessive application of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizers has led to soil degradation, including nutrient imbalances, loss of organic matter, and reduced fertility. Runoff from agricultural fields introduces these nutrients into water bodies, causing eutrophication, algal blooms, and subsequent oxygen depletion, which severely affects aquatic ecosystems. Furthermore, the leaching of nitrates into groundwater poses serious health risks to humans and animals.

Chemical fertilizers also contribute to air pollution. The release of ammonia and nitrous oxide—a potent greenhouse gas—during fertilizer application exacerbates climate change and depletes the ozone layer. Additionally, the disruption of natural ecosystems and soil microbial communities threatens biodiversity, undermining long-term agricultural sustainability.

This abstract highlights the need for integrated approaches, including precision farming, organic alternatives, and the adoption of sustainable agricultural practices, to mitigate the environmental consequences of chemical fertilizers while maintaining agricultural productivity.

Keywords: chemical, fertilizers, agricultural, environmental, sustainable

COMPARATIVE OSTEOLOGY OF FORELIMB AND HINDLIMB IN MALE AND FEMALE FIVE STRIPPED PALM SQUIRREL (*Funambulus pennanti*)

Dr. Razia Kausar¹

Mobeen Kousar

Arfa Anjum

Muhammad Samiullah

Muhammad Zubair

Gulshan Zameer Kazmi

Zainab Malik

Zinia Anwar

Faiza Ghafoor

Department of Anatomy, FVS, UAF
Department of Wildlife, Zoology and Fisheries, Faculty of Sciences, UAF.
Corresponding Author: razia.kausar@uaf.edu.pk

Abstract

Northern palm squirrels (five striped palm squirrel) belongs to family *Sciuridae* with five prominent strips on their back. They use their forelimb and hindlimb in a variety of functions like climbing, scratching and manipulation of food. So, it's important to understand their osteology. In this study, the morphometric measurements were carried out to understand the difference between male and female skeleton bones. The bones of matured animals (male=5, female=5) were collected. The animals with fully erupted upper molar teeth and the fused basioccipital suture remained hidden were considered mature. The captured animals were anesthetized with chloroform in dasiccator. After that their skin, internal visceral organs and most of the muscles were removed carefully. For further cleaning bones were boiled for approximately 20 to 30 minute to remove remaining tissues thoroughly. The clean bones were air dry for few days. The width, circumference and length of forelimb (scapula, humerus, radius and ulna), hindlimb (os-coccyx, femur, fibula and tibia) and skull bones were measured by using Vernier caliper to the nearest 0.05mm, and weight with weighing balance in mg. The robusticity index and bone weight/bone length index were calculated by using values of weight (mg) and length (mm) to demonstrate the thickness of bones in both sexes. The data was statistically analyzed and groups was compared by using Tukey's honestly significant test. The

results show that female forelimb, hindlimb and skull bones values are significantly larger in size as compare to male bone values. Which indicate that females have greater access to ecological resources. Finally, the findings showed that, despite similarities in variability brought on by morphological constraint, bones are a size-related phenomena primarily connected with economic benefits.

**DETERMINATION OF CAROTENE CONTENT OF FIELD AND STORED
CARROT UNDER DIFFERENT TEMPERATURE USING ULTRAVIOLET-VISIBLE
SPECTROPHOTOMETRY**

¹*Fowotade, S. A.

²Umar, A. A.

³Murtala Y. D.

⁴Haruna D. A.

⁵Hafsat, U. K.

⁶Hauwau, M.

^{1,3,4,6}Department of Science Laboratory Technology & ²Department of Polymer Technology,
⁵Department of Hospitality and Management, School of Science and Technology.
Hussaini Adamu Federal Polytechnic, Kazaure, Nigeria.

e-mail of corresponding author: fowotades14@gmail.com ,
sulayman75@hafedpoly.edu.ng

Abstract

The carrot plant (*Dacuscarota*) is a biennial type, which belongs to the family (apiaceae). Carrots are particularly rich in carotene as they are consumed either fresh (as salad crop) or cooked. The tap root of the carrot is the most commonly eatable and contain high percentage of the carotenes, vitamin A, B and C and as well as calcium pectate. Carrot is widely recommended by the physicians for innumerable medicinal purposes. The carrot utilized in this study was obtained at Sada village along Kano-Daura road Roni Local Government Area (LGA) of Jigawa State. The other sample of carrot was gotten from a store in Kanti market kazaureLGA. The samples of carrots were cautiously washed under running tap and allowed to air dried in the laboratory. The dried samples were cut into pieces, using sterilized stainless steel knife. The grinding machine aided the size reduction of the pieces of carrot into fine powdered form. The well-grounded carrot was mixed with ethanol at low and elevated temperatures. The ethanol extract were subjected to ultraviolet-visible spectrophotometric determinations of carotene. The results uncovered that both the field and stored carrot samples produced a linear correlation with the content of carotene decreasing with decrease in absorbance. However, the average concentration in the field carrot samples surpassed the stored carrot samples. This outcome may suggest the effect of storage on the carotene component of carrot. Prompt check should be routinely carried out on these crop plants to ascertain their carotene level due to its invaluable importance in human health.

Keywords: Carotene, Carrots, Ultraviolet-visible Spectrophotometer, Temperature, Vitamins

REMOVAL OF TOXIC HEAVY METALS FROM WASTE WATER IN KAZAURE METROPOLIS USING PALM KERNELS SHELL

¹*Fowotade, S. A.

²Umar, A. A.

³Murtala Y. D.

⁴Haruna D. A.

⁵Mustapha, B.

⁶Zainab, Y.

^{1,3,4,6}Department of Science Laboratory Technology & ²Department of Polymer Technology,
⁵Department of Hospitality and Management, School of Science and Technology.
Hussaini Adamu Federal Polytechnic, Kazaure, Nigeria.

e- mail of corresponding author: fowotades14@gmail.com ,
sulayman75@hafedpoly.edu.ng

Abstract

Palm kernel shells (PKS) are the left over fractions from the crushing of nut in the Palm Oil mill. PKS are fibrous and versatile materials traditionally employed as solid fuels. Adsorption is one of the separation methods for toxic heavy metal (THMs) decontamination of waste water. Fresh sample of PKS was purchased from Sabon-Gari market Kano State Nigeria. The samples were washed thoroughly with deionized water, dried in an oven for 48 hours at 70 °C. Then it was pulverized into fine powder which was kept for the adsorption studies. The experiments were done at the analytical laboratory, Bayero University Kano Nigeria. The following parameters, such as dosage of PKS powder, pH and contact time were varied. Samples were thoroughly mixed at previously optimized rate i.e. 200 rpm using a thermostat incubator at room temperature for two hours. Functional group analysis were carried out using a Fourier transformed infrared (FTIR) spectrometer. THMs ions such as Cu²⁺, Pb²⁺, Mn²⁺, Fe²⁺ and Zn²⁺ were removed from the water using the process of adsorption. Different parameters like solution pH, adsorbent dosage, initial metal ions concentration and contact time were optimized. Under the optimized conditions of all these parameters, about 99% of Cu²⁺ and Pb²⁺ ions and more than 83% of Fe²⁺, Mn²⁺ and Zn²⁺ ions were removed. The adsorption took 60 minutes for Cu²⁺, Pb²⁺ and 30 minutes for Fe²⁺, Mn²⁺ and Zn²⁺, respectively. The findings conclude the efficacy of PKS as adequate adsorbent of THMs removal from waste water.

Keywords: Palm kernel shells; Toxic heavy metals, Adsorption, Functional group, Waste water

CLIMATE CHANGE AND IT'S IMPACT ON BIODIVERSITY

Mahmmud Abdulkadir¹

UsmanUmaamatu Ohunene²

Oladimeji Fatimah Bolanle³

Bankole Mustapha Olatunji⁴

Bello Ibrahim Monday⁵

OlojedeAbayomiOpeyemi⁶

¹Federal University Lokoja, Faculty of Science, Department of Biological sciences, Lokoja, Nigeria.

²Federal University Lokoja, Faculty of Science, Department of Biochemistry, Lokoja, Nigeria.

³Federal University Lokoja, Faculty of Science, Department of Biochemistry, Lokoja, Nigeria.

⁴Federal University Lokoja, Faculty of Science, Department of Mathematics, Lokoja, Nigeria.

⁵Federal University Lokoja, Faculty of Science, Department of Mathematics, Lokoja, Nigeria.

⁶Federal University Lokoja, Faculty of Science, Department of Mathematics, Lokoja, Nigeria.

1mahmmudabdulkadir@gmail.com,

2umaamahusman2@gmail.com,

3oladimejifatimah646@gmail.com,

4olatunji2904@gmail.com,

5belloibrahim2344@gmail.com,

5a9icelpz@gmail.com.

Abstract

Climate change is a pressing global issue with profound consequences for biodiversity. Rising temperatures, altered precipitation patterns, and increased extreme weather events are disrupting ecosystems worldwide, leading to shifts in species distributions, population declines, and even extinctions. One significant impact is habitat loss and fragmentation, as rising temperatures and changing precipitation patterns shrink suitable habitats, reducing population sizes and increasing isolation. Phenological mismatches occur when climate change disrupts the timing of biological events such as flowering, migration, and breeding, causing misalignments between species and their resources. Increased stress and vulnerability arise as elevated temperatures, droughts, and floods weaken species, making them more susceptible to diseases, parasites, and predators. Many species are also shifting their ranges in response to

climate change, leading to altered community compositions and potential conflicts with existing species. Extinction risks are heightened, particularly for species with limited dispersal abilities, specialized habitat requirements, and small population sizes.

The consequences of these changes are far-reaching, including the loss of essential ecosystem services such as pollination, pest control, and water purification, which are crucial for human well-being. Economically, biodiversity decline negatively affects sectors like agriculture, forestry, and tourism, leading to financial losses. Social and cultural impacts are also significant, as climate change threatens the livelihoods and cultural heritage of communities that rely on natural resources.

Keywords: Climate change, Biodiversity, Ecosystems, Habitat loss, Species extinction, Extreme weather, Ecosystem services, Adaptation

Brief Biography of the First Author

Mahmmud Abdulkadir is currently engaged in teaching, research, and community service. He holds a degree in Biological sciences, with research interests in molecular Biology, Genetics, Ecology and Social Inclusion and Empowerment.

UTILIZATION OF CHITOSAN AS AN ECOLOGICAL BIOPOLYMER IN THE ROOTING PROCESS OF HIGHBUSH BLUEBERRY FOR ORGANIC PLANTATIONS

Marcelina KRUPA-MALKIEWICZ¹

¹Department of Plant Genetics, Breeding and Biotechnology, West Pomeranian University of
Technology Szczecin, , Słowackiego 17 Street, 71-434 Szczecin, Poland;
ORCID 0000-0002-4333-9122; mkrupa@zut.edu.pl

Ireneusz OCHMIAN²

²Department of Horticulture, West Pomeranian University of Technology Szczecin,
Słowackiego 17 Street, 71-434 Szczecin, Poland;
ORCID 0000-0002-3606-1927; iochmian@zut.edu.pl

Bohdan MARCINKIEWICZ³

³BLUEAMBERRY Blueberry Plantation
Wielichówko 7, 73-108 Kobylanka, West Pomeranian voivodship Poland;
biuro@blueamber.pl

Sylwia CZARNECKA⁴

⁴Department of Plant Genetics, Breeding and Biotechnology, West Pomeranian University of
Technology Szczecin, , Słowackiego 17 Street, 71-434 Szczecin, Poland;
sczarnecka@zut.edu.pl

Abstract

The increasing demand for sustainable agricultural practices has led to the exploration of eco-friendly biopolymers, such as chitosan, for use in plant propagation. This study investigates the effects of chitosan and auxin (IBA) concentrations on the rooting efficiency of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) in both *in vitro* and *ex vitro* conditions. Chitosan, a biodegradable biopolymer, is known for its minimal environmental impact, making it a promising alternative to synthetic growth regulators. Explants of the blueberry cultivar 'Liberty' were cultured on Woody Plant Media (WPM) supplemented with varying concentrations of chitosan (20 and 40 ppm) and IBA (1.0 and 2.0 mg dm³). Results indicated that higher concentrations of chitosan (40 ppm) not only promoted greater shoot and root elongation but also improved plant acclimatization rates (100%) compared to traditional auxin treatments. Moreover, leaves of the highbush blueberries from this medium were brighter (L^* from 22 to 36%) but greener (a^* -2.70 and -4.56, respectively) in comparison to the blueberry leaves on WPM with the addition of IBA. The study demonstrates that chitosan can effectively replace synthetic auxins, offering a sustainable solution for enhancing rooting and growth in blueberry production. These findings contribute to the development of more ecologically sustainable blueberry plantations, aligning with the principles of organic farming and reducing the reliance on chemical inputs.

Keywords: plant acclimatization, chitosan, rhizogenesis, WPM medium, highbush blueberry,
Cie *L^{*}a^{*}b^{*}*

APPLICATION OF CHITOSAN AS AN ECOLOGICAL BIOPOLYMER IN THE ROOTING PROCESS OF HIGHBUSH BLUEBERRY FOR ORGANIC PLANTATIONS

Marcelina KRUPA-MALKIEWICZ¹

¹Department of Plant Genetics, Breeding and Biotechnology, West Pomeranian University of Technology Szczecin, , Słowackiego 17 Street, 71-434 Szczecin, Poland;
ORCID 0000-0002-4333-9122; mkrupa@zut.edu.pl

Ireneusz OCHMIAN²

²Department of Horticulture, West Pomeranian University of Technology Szczecin,
Słowackiego 17 Street, 71-434 Szczecin, Poland;
ORCID 0000-0002-3606-1927; iochmian@zut.edu.pl

Bohdan MARCINKIEWICZ³

³BLUEAMBERRY Blueberry Plantation
Wielichówko 7, 73-108 Kobylanka, West Pomeranian voivodship Poland;
biuro@blueamber.pl

Sylwia CZARNECKA⁴

⁴Department of Plant Genetics, Breeding and Biotechnology, West Pomeranian University of Technology Szczecin, , Słowackiego 17 Street, 71-434 Szczecin, Poland;
sczarnecka@zut.edu.pl

Abstract

The increasing demand for sustainable agricultural practices has led to the exploration of eco-friendly biopolymers, such as chitosan, for use in plant propagation. This study investigates the effects of chitosan and auxin (IBA) concentrations on the rooting efficiency of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) in both *in vitro* and *ex vitro* conditions. Chitosan, a biodegradable biopolymer, is known for its minimal environmental impact, making it a promising alternative to synthetic growth regulators. Explants of the blueberry cultivar 'Liberty' were cultured on Woody Plant Media (WPM) supplemented with varying concentrations of chitosan (20 and 40 ppm) and IBA (1.0 and 2.0 mg dm³). Results indicated that higher concentrations of chitosan (40 ppm) not only promoted greater shoot and root elongation but also improved plant acclimatization rates (100%) compared to traditional auxin treatments. Moreover, leaves of the highbush blueberries from this medium were brighter (L^* from 22 to 36%) but greener (a^* -2.70 and -4.56, respectively) in comparison to the blueberry leaves on WPM with the addition of IBA. The study demonstrates that chitosan can effectively replace synthetic auxins, offering a sustainable solution for enhancing rooting and growth in blueberry production. These findings contribute to the development of more ecologically sustainable blueberry plantations, aligning with the principles of organic farming and reducing the reliance

on chemical inputs.

Keywords: plant acclimatization, chitosan, rhizogenesis, WPM medium, highbush blueberry, Cie $L^*a^*b^*$

**ONION PEELS – A CUTTING-EDGE APPROACH TO SOIL AMELIORATION AND
HEAVY METAL DECONTAMINATION**

Almas Hamid¹

Jannat Faisal Ghuman¹

Rabia Nazir^{2*}

¹Department of Environmental Science, Kinnaird College for Women, Lahore, Pakistan

²Applied Chemistry Research Centre, Pakistan Council of Scientific and Industrial Research Labs
Complex, Ferozpur Road, Lahore.

*rabiapcsir@yahoo.com

Abstract

Onion peels constitute a significant portion of total food waste production. These peels are a rich source of organic matter that can be used as a source of improving overall soil health if disposed-off properly. This study was carried out to assess the effect of organic matter waste onion peels (OP) on soil fertility and determine their efficiency for removal of selected heavy metals (Nickel and Chromium) from soil. The methodology involved analysis of OP treated-soil for quality parameters and heavy metal (HM) content during the one-month study period. The results showed that N, P, K, organic matter concentrations in soil improved over a period while that of the HM decrease. The research emphasized the potential of utilizing organic waste materials in agriculture, paving the way for environmental-friendly practices which can promote soil health, reduce pollution, and alleviate pressure on landfills.

**ASSESSMENT OF SOIL QUALITY AND FERTILITY IN THE BENI-MOUSSA
PERIMETER (TADLA PLAIN, MOROCCO): IMPLICATIONS FOR
SUSTAINABLE AGRICULTURAL MANAGEMENT**

El hassania EL HAMZAOU I *

Mohamed EL BAGHDADI

Maria EL HARRAM

Ayoub OUTALLEB

Jamila ZOUHRI

Atika MOUADDINE

Abdessalam SALMI

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

Email of the corresponding author: Elhassania.elhamzaoui@usms.ma

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7816-8554>

Abstract

Soil management, protection, and conservation are critical challenges for sustainable agricultural development, particularly in intensively farmed regions. In Morocco, the Tadla plain, a key irrigated agricultural area, has undergone extensive agrarian intensification in recent decades. However, this intensification has been accompanied by excessive and often uncontrolled use of chemical fertilizers, pesticides, and wastewater for irrigation, leading to significant alterations in soil quality. Assessing soil health and fertility in such areas is essential to ensure the sustainability of agricultural production and mitigate environmental risks.

This study focuses on the Beni-Moussa perimeter, a sub-region of the Tadla plain, where 67 soil samples were collected and analyzed to evaluate their physicochemical properties and overall fertility. The investigated parameters include pH, electrical conductivity (EC), carbonate content (CaCO₃), cation exchange capacity (CEC), organic matter (OM), total organic carbon (TOC), soil texture, exchangeable cations (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺), total nitrogen (N), available phosphorus (P), and the carbon-to-nitrogen (C/N) ratio. These parameters serve as key indicators of soil quality, fertility, and potential degradation.

The results indicate that the soils in Beni-Moussa are predominantly alkaline, primarily due to their high carbonate content. Electrical conductivity values suggest that most of the study area is not affected by salinization, indicating relatively good soil structure and drainage conditions. The textural analysis classifies the soils as silty-clay, implying moderate water retention

capacity but also potential vulnerability to erosion. The organic matter content varies from moderate to high, suggesting a relatively fertile soil environment, while cation exchange capacity (CEC) levels indicate moderate nutrient retention capacity. The nitrogen content confirms good fertility, and the C/N ratio suggests efficient mineralization and decomposition of organic matter, ensuring adequate nutrient cycling within the soil ecosystem.

Although the findings indicate generally favorable soil conditions, ongoing intensive agricultural practices pose a long-term risk of soil degradation, particularly due to chemical inputs, soil compaction, and potential accumulation of contaminants. To preserve soil health and sustain agricultural productivity, it is crucial to implement integrated soil fertility management strategies, optimize fertilizer use, and promote conservation agriculture techniques, such as crop rotation, organic amendments, and controlled irrigation methods.

Future research should focus on long-term monitoring of soil health through spatial and temporal assessments, the development of precision agriculture approaches, and the implementation of sustainable land management practices to mitigate soil degradation and ensure long-term agricultural viability in the Beni-Moussa perimeter.

Keywords: Soil quality, agricultural intensification, organic matter, soil fertility, conservation agriculture, Morocco.

MONITORING THE BIODEGRADABILITY OF APPLE CORE BY FUNGAL SPECIES FROM SELECTED DUMP SITES IN BWARI AREA COUNCIL, ABUJA

Ozoude, T. O^{1*}

Brai, A. E¹

Alozieuwa, U. B²

Eze, v. c.³

¹Department of Microbiology, Veritas University, Abuja, Nigeria.

² Department of Biochemistry, Veritas University, Abuja, Nigeria.

³Department of Microbiology, Michael Okpara University of Agriculture Umudike, Abia State, Nigeria.

*Corresponding Author: ozoudet@veritas.edu.ng

Abstract

Dumpsites are a prime source of environmental pollution that constitutes a habitat for vectors, harmful waste products and other organisms including microorganisms capable of transmitting or causing diseases. The study aimed to assess the biodegradability of apple core by fungal species from selected dump sites in Bwari Area Council, Abuja. Physicochemical parameters of the soil samples A-D were carried out to determine the temperature, pH and the soil type while fungal enumeration, characterization and identification was done following standard microbiological procedures. The biodegradation of apple cores by fungal isolates was evaluated using the weight loss method. Additionally, microbial isolates were seeded on apple cores in consortia, and weight loss percentage determined to evaluate their combined biodegradation potential. The results showed temperature variations ranging from 29°C to 31°C while the initial pH ranged from 5.69 to 6.36, and final pH ranged from 3.80 to 4.46. The mean plate counts of heterotrophic fungi across the four samples ranged from 9×10^2 to 13×10^3 while the fungal isolates were found to include; *Aspergillus* spp, *Fusarium* spp and *Rhizopus* spp. The biomass measurements ranged from 0.40 g to 1.26 g after 28 days of fungal incubation. The biodegradation potential of the fungal isolates demonstrated through substantial weight reduction in apple cores post-incubation, ranged from 85.75% to 94.06%. This underscores their efficacy in breaking down organic matter, crucial for waste management. Future research should explore specific enzymatic pathways and microbial interactions to optimize biodegradation processes for environmental sustainability.

Keywords: Apple core; Dumpsites; Fungal species; Biodegradation.

UPTAKE OF ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE VEGETABLE FARMING PRACTICES AMONG SMALL-SCALE FARMERS IN ENUGU STATE, NIGERIA

Ikenna Charles Ukwuaba¹

¹University of Nigeria, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics,
Enugu, Nigeria.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3534-9785>

ikenna.ukwuaba@unn.edu.ng

Chiziterem Benita Nze²

²University of Nigeria, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics,
Enugu, Nigeria.

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-1342-8172>

nzechiziterem@gmail.com

Abstract

The rising demand for sustainable agriculture has sparked a global call to reimagine vegetable production systems, moving away from chemical-dependent practices toward eco-friendly methods that protect human health and the environment. However, the level of uptake of eco-friendly practices and their drivers are poorly understood, which prompts the current study. Therefore, this study specifically seeks to bridge the existing research gap by investigating the uptake of eco-friendly vegetable production practices among small-scale farmers, identifying key socioeconomic and institutional drivers, and addressing prevalent challenges. A semi-structured questionnaire was used to collect data from 300 randomly selected vegetable farmers in Enugu State. Descriptive statistics and multinomial logistic regression were used for data analysis. Results show that standard eco-friendly practices adopted by vegetable farmers included Water conservation (94%), minimum/no tillage (87.0%), intercropping (64.0%), reduction of chemical inputs (64.0%), agroforestry (46%), integrated pest management (IPM) (37%) and organic farming (33%). Most (71%) farmers were medium-level adopters of eco-friendly practices. The primary constraints to the uptake of eco-friendly practices included limited access to resources ($\bar{x} = 4.50$), limited technical knowledge ($\bar{x} = 4.04$), restricted access to credit ($\bar{x} = 4.64$), lack of support from research and extension services ($\bar{x} = 4.03$), poor access to market information ($\bar{x} = 3.93$) and poor pest and disease management ($\bar{x} = 3.82$). Education ($p < 0.1$), farm size ($p < 0.05$), farming experience ($p < 0.05$), consumer demand ($p < 0.05$), and access to credit ($p < 0.05$) were the socioeconomic and institutional factors that influenced the level of adoption of eco-friendly vegetable production practices among small-scale farmers in Enugu state, Nigeria. To accelerate the transition to sustainable farming, the study recommends innovative solutions such as tailored farmer education programs, microfinance initiatives, government subsidies, and robust research-extension linkages. These interventions could unlock the full potential of eco-friendly vegetable production, safeguarding ecosystems while meeting the growing demand for nutritious food.

Keywords: Eco-friendly farming, vegetable production, sustainability, adoption, smallholders

CITRUS ROOTSTOCK AND GRAFTED SCION'S EFFECTS ON PHYTOPHTHORA INOCULUM DENSITY IN ROOT ZONE SOIL

M'hamed Majji^{1,2}

Abdelhak Talha¹

Ouiam Chetto¹

Brahim Aouziou¹

Rachid Benkirane²

Hamid Benyahia^{1*}

¹ Unit Research of Plant Breeding and Germplasm Conservation, National Institute for Agricultural Research (INRA), Kenitra, Morocco.

² Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Faculty of Sciences, University Ibn Tofail, Kenitra, Morocco.

Abstract

In Morocco, Phytophthora root rot is among the most detrimental diseases to citrus crops. Phytophthora species are typically found in citrus fields as propagules that colonize the root zone of rootstocks. Phytophthora can cause root rot, parasitic gummosis on the trunk, and brown rot on the fruit. The purpose of the present study was to assess the inoculum density of Phytophthora spp. in the rhizosphere of two rootstocks, *Citrus Volkameriana* and *Citrange Carrizo*, which were grafted with two recently obtained mandarin hybrids. Soil samples were collected at the El Menzeh experimental field, INRA Kénitra, Morocco. The inoculum density of Phytophthora was estimated using the dilution technique on petri dishes filled with the selective BARP HY₇₂ medium. The results showed that the density of the Phytophthora spp. inoculum at soil level varies significantly with the rootstock used and the grafted scion. This density was significantly reduced when the varieties were implanted on the *Citrange Carrizo*; the lowest density was registered for the mandarin hybrid H1, whereas the mandarin hybrid H2 has the highest density in both rootstocks. Considering this study, it can be concluded that *Citrange Carrizo* can be recommended as a rootstock to reduce Phytophthora infection for both grafted varieties.

Keywords: Phytophthora, Citrus, Rootstock, mandarin hybrid, Inoculum Density

**EFFECT OF MIXED SYNTHETIC FERTILIZERS ON THE GROWTH AND YIELD
OF POTATO (*Solanum tuberosum*) VARIETIES**

Md. Shahadot Hossen

Department of Crop Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Rajshahi,
Rajshahi 6205, Bangladesh

Dr. Md. Khairul Islam

Professor, Department of Crop Science and Technology, Faculty of Agriculture, University
of Rajshahi, Rajshahi 6205, Bangladesh

Kazi Shafiul Kalam

Department of Crop Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Rajshahi,
Rajshahi 6205, Bangladesh

Md. Saidul Islam

Department of Crop Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Rajshahi,
Rajshahi 6205, Bangladesh

Abstract

A field experiment was conducted at the Research Farm, Department of Crop Science and Technology, Rajshahi University from October, 2021 to February, 2022 in Robi season to study the effect of different doses of mixed fertilizer on the growth and yield of potato varieties. The experiment consisted of two factors followed by Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. Five doses of mixed fertilizer viz. control, $K_0: B_0$ =control, $K_1: B_1 = 120 \text{ kg} : 14 \text{ kg}$, $K_2: B_2 = 140 \text{ kg} : 16 \text{ kg}$, $K_3: B_3 = 160 \text{ kg} : 18 \text{ kg}$ and $K_4: B_4 = 180 \text{ kg} : 20 \text{ kg}$ were treated with two potato varieties namely Cardinal and BARI Potato-7. The results showed that there was significant variation in yield and other growth parameters of potato. The highest plant height, number of stems per plant, number of leaves per plant, number of tubers per plant, average length of tuber, average diameter of tuber and tuber yield were recorded. The combination of the doses of mixed fertilizer showed significant variation in terms of different growth parameters and yield. The highest yield (28.85 ton/ha) was obtained from the doses of ($K_4: B_4 = 180 \text{ kg} : 20 \text{ kg}$) and the lowest was obtained from control.

GREEN SYNTHESIS OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES BY USING *GYMNEMA SYLVESTRE* LEAF EXTRACT FOR EVALUATION OF ITS ANTIDIABETIC ACTIVITY

Noor Fatima Kainat

Kashif Iqbal

Tanzila Sahar*

Bilal Aslam

ShamshadUI Hassan

FaizaHasaan

Muhammad Rehan Sajid

Ammara Afzal

Institute of Physiology and Pharmacology, Faculty of Veterinary Sciences, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan.

*Department of Biochemistry, Govt College Women University Faisalabad

Corresponding author: kashif.iqbal@uaf.edu.pk

Co Author

Fatimanoor110198@gmail.com, bilal.aslam@uaf.edu.pk, shamshad.kalyar@uaf.edu.pk, drtanzi@uaf.edu.pk, lasahar@gcwuf.edu.pk, ammara.mugal@gmail.com, rehjansajid408@gmail.com

Abstract

Diabetes is a metabolic disorder associated with several complications which causes morbidities and mortalities worldwide. This experiment was planned to assess the anti-diabetic potential of ZnO nanoparticles from the hydro-methanolic extract of GSLE in the alloxan-induced diabetic rats. Diabetes was induced by injecting the alloxan mono hydrate 120 mg/kg b.w. intra peritoneally after induction of diabetes metformin 150 mg/kg b.w. 20 mg/kg b.w. of ZnONPs of GSLE and 30 mg/kg of ZnONPs of GSLE were administered to diabetic rats. Before the in-vivo experiment, DPPH essay FTIR, SEM, Zeta size, and Zeta potential were performed for the standardization of ZnONPs of GSLE diabetic rats Rats were separated into 5 groups; each group contains 6 rats. First group named as normal control group, given with standard diet and second group was the diabetic control. Third, group served as standard and was treated with Metformin (150 mg/kg/day). Fourth and fifth groups was treated with low 20mg/kg and high doses 30mg/kg of zinc oxide nanoparticles prepared from GSLE. For different parameters,

sampling was done to assess the effect of zinc oxide nanoparticles of GSLE on diabetes by antioxidant, histopathological and biochemical analysis. The extent of pancreatic damage and repair was measured by analyzing serum by biochemical parameters, Histopathological examination and anti-oxidant assay. Results showed that treatment with metformin and ZnONPs of GSLE neutralized the ROS and normalized the serum glucose and anti-oxidants as compared to diabetic control.

Keywords: Green Synthesis, Antidiabetic potential, Zinc oxide nanoparticles, *Gymnemasylvestre* leaf extract.

SECTORAL IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON RURAL COMMUNITIES IN NIGERIA

Osuji¹ E.E.

Igberi¹ C.O.

Iheanacho² R.A.

Agunanne² U.T.

¹Department of Agriculture, Alex Ekwueme Federal University Ndufu Alike Ebonyi State, Nigeria

²Department of Agriculture and Extension Management, Imo State Polytechnic OmumaOru-East, Imo State, Nigeria

Corresponding email: osujiemeka2@yahoo.com

Abstract

The research survey examined the sectoral impacts of climate change on rural communities in Nigeria. Multi-stage sampling was used to select 80 respondents who were administered with a research questionnaire. The study explored primary data and was analyzed using descriptive statistics and probit regression model. Research results showed that the respondents were mostly male, married, relatively educated and were in their productive age 55 years, with a household size of 6 persons. Majority of the respondents 92.5% have knowledge of climate change and its associated challenges. Results showed source of climate change information which include; radio (100%), farmers' knowledge (100%), mobile phone (96.2%), workshop/seminars (83.7%) and research institutes (76.2%). Perceived causes of climate change were burning of bushes (100%), mining activities (97.5%), deforestation (90%), generator emissions (100%) and farming practices (93.8%). Notable impacts of climate change on rural communities were evident on buildings/houses (92.5%), agriculture (100%), water bodies (90%), food prices (100%), electricity (82.5%) and education (72.5%). Mitigation and adaptation strategies of rural communities includes, use of renewable/non-renewable energy source (95.0%), implementing climate smart agriculture practices (96.3%), alternative local food sources (100%), and improved land conservation practices (88.8%). Age ($P < 0.05$), Education ($P < 0.01$), Climate change awareness ($P < 0.05$), Access to climate change information ($P < 0.01$) and Government intervention ($P < 0.05$) were notable significant factors influencing the mitigation and adaptation actions of rural communities. The study recommended the rural inhabitants to seek new and appropriate innovative mechanisms in responding to the challenges of extreme weather and climate events in Nigeria.

Keywords: Changing Climate, Weather, Sectoral Impacts, Rural Communities, Nigeria.

ROSES FOR PLANT PROTECTION IN ORGANIC VINEYARD

Piotr Salachna¹

¹West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Faculty of Environmental Management and Agriculture, Department of Horticulture, Szczecin, Poland

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0403-8519>

¹authors e-mail: piotr.salachna@zut.edu.pl

Kamila Bojko²

²University of Technology in Szczecin, Faculty of Environmental Management and Agriculture, Department of Horticulture, Szczecin, Poland

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0496-351X>

²authors e-mail: kamila.bojko@zut.edu.pl

Abstract

The effectiveness of plant protection is mainly determined by determining the optimum timing for the application of the crop protection products. In vineyards in France, New Zealand and the United States, roses growing at the end of vine rows can act as a predictor of disease incidence. Both roses and vines have similar growing requirements and are susceptible to fungal diseases, with roses being affected by pathogens earlier than vines. Observing the current phytosanitary status of rose plants is an important part of protecting grapevines from infection by the fungi *Uncinula necator* and *Plasmopara viticola*. The aim of this study was to analyse the selection of rose cultivars as indicator plants used in selected vineyards. It was shown that rose cultivars belonging to the Floribunda (FL) roses grew most frequently in the vineyards. This was followed by, but far less frequently used, roses belonging to the Hybrid Tea (HT) group, climbing roses and ground-cover roses. When analysing the colour of the cultivars, red-flowered rose cultivars grew most often in the analysed vineyards, followed by pink, less often white and orange roses. In conclusion, roses planted in vineyards are a natural, environmentally friendly method of plant protection, a source of food for bees and habitat for insects, and an aesthetic value.

Keywords: disease, grape, floribunda roses, *Vitis vinifera*, ornamental plants.

**ANALYSIS OF THE PRODUCTIVITY OF MULTI-PURPOSE TREE SPECIES
(MPTS) IN AGROFORESTRY LAND OF THE PUJO MAKMUR FOREST
FARMERS GROUP, PESAWARAN REGENCY, LAMPUNG**

Mohamad Arif Prasetyo¹

Sugeng P. Hariato²

Surnayanti^{2*}

Refi Arioen³

ORCHID ID: 0009-0007-3494-1270, 0000-0002-9152-3880, 0000-0002-6785-9093, 0009-0008-5591-0147

¹Student Department Forestry, Faculty of Agriculture, University of Lampung, Bandar Lampung, Indonesia.

²Department Forestry, Faculty of Agriculture, University of Lampung Bandar Lampung, Indonesia.

³Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya, Faculty of Economics and Business, Department of Master in Management, Bandar Lampung, Indonesia.

[*surnayanti@fp.unila.ac.id](mailto:surnayanti@fp.unila.ac.id)

Abstract

The Pujo Makmur Forests Farmers Group in Pesawaran Regency implements an agroforestry system on lands managed by the community. The agroforestry system adopted by Gapoktanhut largely follows traditional patterns that have been passed down through generations. The optimization of land utilization in a particular area is enhanced due to considerations of the socio-economic conditions of the communities surrounding the forest. The agroforestry system developed in Gapoktanhut Pujo Makmur is a multistrata agroforestry system, consisting of three canopy strata: the upper canopy stratum, which is occupied by timber trees as the main crops; the middle canopy stratum, dominated by plantation crops; and the lower canopy stratum, dominated by cardamom plants. Below is the diversity of plant species identified in the managed lands of Gapoktanhut Pujo Makmur.

In Gapoktanhut Pujo Makmur, there are five Forest Farmer Groups (KTH) managing lands ranging from 94 to 115 hectares: KTH Wono Harjo, KTH Jaya Tani, KTH Citra Tani, KTH Serumpun Jaya, and KTH Pujo Makmur. Each group relies on various superior crops such as durian, petai, areca nut, nutmeg, jengkol, candlenut, and cardamom as their primary sources of income. There are 23 plant species classified by local names, scientific names, and families. These plants belong to various families, including Myrtaceae, Fabaceae, Malvaceae, and others. This diversity holds significant economic, ecological, and social value. Some plants, such as durian, jengkol, petai, and nutmeg, are utilized as food sources, while others like coffee,

cardamom, and pepper have the potential to become important commodities for spices and herbal medicine.

KTH Wono Harjo recorded an average income of Rp29,212,200, with durian and petai as the main commodities. KTH Jaya Tani generated Rp28,724,000, with areca nut and candlenut as the primary contributors. KTH Citra Tani earned Rp28,724,000, with jengkol and durian as the main suppliers. KTH Serumpun Jaya achieved an income of Rp26,911,600, thanks to the dominance of durian and cardamom. Meanwhile, KTH Pujo Makmur recorded the highest income of Rp32,966,200, owing to the optimal combination of durian, petai, jengkol, and cardamom. High productivity, particularly from durian in KTH Pujo Makmur, has been a key factor in their success in increasing income.

Keywords: Agroforestry, Multi-Purpose Tree Species, Plant Productivity

A BRIEF STUDY OF BEEF CATTLE FATTENING PRACTICES FOR FLESH PRODUCTION AT FENI DISTRICT OF BANGLADESH

Nuzhat Chowdhury Nadia¹

¹Feni Govt. College, National university, Department of Zoology, Feni 3900, Bangladesh.

¹ORCID ID: <http://orcid.org/0009-0002-4208-3337>

nuzhat99chowdhury@gmail.com

Prof. Dr. Md. Yeamin Hossain²

²University of Rajshahi, Department of Fisheries, Rajshahi 6205, Bangladesh.

²ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8183-7296>

yeamin.fish@ru.ac.bd

Md. Alauddin^{3*}

^{3*}Feni Govt. College, National University, Department of Zoology, Feni 3900, Bangladesh.

^{3*}khokonalauddin323@gmail.com

Abstract

The study was undertaken to investigate the systems of management of beef cattle fattening programs in five upazila (Parshuram, Fulgazi, Feni Sadar, Daganbhuiyan & Chagolnaiyan) under Feni district of Bangladesh through a field survey. Data were collected using a semi-structured questionnaire from 80 (eighty) respondents who were involved in beef fattening program. In this study out of 80 respondents, majority (43.75%) of the farmers were involved in agriculture as their main occupation while 33.75% of farmers have no formal education. About 47.5% of the farmers had middle (6-8) sized family and majority (56.25) of the farmers income was below 100000 TK BDT. About 36.25% farmer practiced fattening cattle just before Eid-ul-Azha and 51.25% of the farmers selected cattle of 2-3 years aged for the fattening purpose. Among the farmers, 21.25 selected indigenous, 31.25% farmers selected crossbreeds and 47.5 selected both crossbreeds and indigenous cattle for their farm. About 58.75% farmers practiced using steroid as growth promoter and 55% farmers withdrawn steroid immediately before marketing. Owing to the lack of knowledge on steroids use in livestock over public health, the farmers are influenced by the vendors for quick profit. Most of the farmers (91.25%) didn't practice UMS feeding system. Majority of the farmers (62.5%) vaccinate their cattle and about 60% of the farmers used to treat diseases their cattle by veterinarian. High cost of cattle feeds, lack of knowledge about cattle fattening, unavailability of good breed, shortage of animal feed, lac of capital as the major problems of cattle fattening which might be solved providing more training, credit facilities, enough good breeds and lowering the cost of cattle feeds. The results of this study will be useful for farmers and researchers to identify the overall problems and provide input to policy makers for developing the management plan for beef cattle development in order to fulfill the national food security.

Key words: fattening cattle, flesh/beef production, growth promoters, steroids, factors,

Bangladesh.

ACUTE LYMPHOBLASTIC LEUKEMIA: THE ROLE OF GAUB (*DIOSPYROS PEREGRINA*) FRUIT PREPARATION ON IMMUNE CELL ACTIVATION

Soham Bindu¹

Pradeep R¹

Oishi Mukherjee¹

Roshni Bibi¹

Melvin George²

Koustav Sarkar^{1*}

¹Department of Biotechnology, SRM Institute of Science and Technology, Kattankulathur, Chennai, Tamil Nadu 603203, India

² Department of Clinical Pharmacology, SRM Medical College Hospital and Research Centre, Kattankulathur, Chennai, Tamil Nadu 603203, India

***Corresponding Author:** Email: koustavsarkar@gmail.com

Presenting Author: Soham Bindu

Abstract

Gaub (*Diospyros peregrina*) is a dioecious plant native to India and belonging to the family of Ebenaceae, which is extensively used in treatment of various ailments such as leucorrhoea and other uterine related problems. Little has been known on the antitumor activity of *Diospyros peregrina* on Ehrlich Ascites Carcinoma in mice. Therefore, it has prompted us to extensively explore its immunomodulatory effect in various cancer forms. Here, we would like to mainly focus on the most prevalent haematological malignancy, Acute Lymphoblastic Leukaemia (ALL) which develops from repetitive genetic insults that prevent B- and T-cell progenitors from differentiating, leading to their abnormal cell proliferation and survival. Thus, the treatments demand non-invasive agents that can be used to effectively target ALL. Further research is needed to understand the specific mechanisms of action, efficacy, and safety of Gaub (*Diospyros peregrina*) in cancer immune regulation. Keeping in mind the in vitro and in vivo studies, the current study aims to find out the role of Gaub (*Diospyros peregrina*) fruit preparation (DFP) in immunomodulatory actions on ALL. To generate a successful anti-tumor response in ALL, the activation of cytotoxic T-cells is required, but due to the immunosuppressive activity of regulatory T-cells, cytotoxic activities in the tumor microenvironment get decreased. In the current study we have already observed the up regulations of T_H cell-specific CD4, activated B cells-specific CD19, mature B cells-specific CD23, Cytotoxic T lymphocyte (CTL)-specific CD8, Macrophage-specific CD14, monocyte

derived dendritic cell marker CD1d expressions and down regulation of immature B cells-specific CD5 expression with the help of DFP treatment. So, our primary focus lies in augmenting the action of different immune cells, especially, T helper 1 (T_H1) cells which secrete interferon- γ (IFN- γ) which in turn will activate cytotoxic T-lymphocytes (CTL) to kill the cells of ALL with the help of DFP preparation.

Keywords: Gaub (*Diospyros peregrina*), Immunomodulation, Acute Lymphoblastic Leukemia (ALL), Cytotoxic T-Lymphocytes (CTL).

CONTAMINATION OF ENVIRONMENT WITH THE HEAVY METALS EMITTED FROM A CEMENT FACTORY, KOSOVO

Prof. Assoc. Dr. Skender DEMAKU

University of Prishtina
skender.demaku@hotmail.com

Prof. Dr. Gani Kastrati

MSc. Arbnorë ALIU
University of Prishtina
nora.aliu@hotmail.com

MSc. Donika SYLEJMANI

University of Prishtina
donikaa175@gmail.com

Fitore Selimaj

Department of Chemistry and Biology, Faculty of Natural Sciences, University of Prishtina.
Mother Thereza, Street, 5, 10 000 Pristina, Republic of Kosovo

Abstract

The environment and its components have been severely contaminated over the years due to massive pollution. The multiple use of heavy metals in industrial, domestic, agricultural, medical and technological applications have led to their wide distribution in the environment. Different studies implied that the primary contribution to the ecological risk index, originated from various anthropogenic influences such as industrialization and urbanization. This has compromised the ability of the environment to foster life and render its intrinsic values due to the heavy usage of these elements. This research illustrates the assessment of heavy metals in waste, water, sludge and soil. Monitoring was performed in vicinity of a cement factory on the southern Kosovo, where the sampling and measurements were performed in the autumn season of 2018. With the use of atomic absorption spectroscopy technique (AAS), the elements determined in this study were Pb, Zn, Cu, Ni, Fe, Mn, and Al. The findings of this study revealed a little change in the concentrations of these elements in the environment samples, especially in water, apart from that there is slight pollution of the environment with heavy metals in this zone.

Keywords: Sharrcem, cement factory, heavy metals, water.

EVALUATION OF WATER QUALITY AND ITS POTENTIAL THREATS ALONG RIVER DRINI BARDH USING ANALYTICAL INSTRUMENTAL TECHNIQUES

Prof. Assoc. Dr. Skender DEMAKU

University of Prishtina
skender.demaku@hotmail.com

Prof. Dr. Bardha Korça

MSc. Arbnorë ALIU
University of Prishtina
nora.aliu@hotmail.com

MSc. Donika SYLEJMANI

University of Prishtina
donikaa175@gmail.com

Fitore Selimaj

Bahrije Dobra

Department of Chemistry and Biology, Faculty of Natural Sciences, University of Prishtina.
Mother Thereza, Street, 5, 10 000 Pristina, Republic of Kosovo

Abstract

The safety of drinking water is compromised by a variety of pollutants, both chemical and microbial. The goal of this study is to evaluate the quantity of heavy metals in the water, sediment, and soil of aquatic sources in the Drini Bardhë river. The study site is directly impacted by the geological composition of the rocks present (including: clastic, alluvium, proluvium, glaciogene and lake sediments). Results indicate that there were significant changes in the concentrations of heavy metals at various sediment, soil and water sample locations. Sampling and measurements took place in September 2018. We measured physical and chemical parameters, including temperature, pH, EC, TDS, and ions (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , NO_2^- , Cl^- , NO_3^-) to characterize environmental samples taken from the study site. The amounts of ten elements in water, sludge, and soil samples were determined using inductively coupled plasma optical emission spectroscopy (ICP-AES) (As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn). The study indicates mild contamination from these elements in the river, posing potential risks to humans, but in order to further characterize environmental risks posed by this contamination, additional research at the study site is needed.

Keywords: water quality, pollution, heavy metals, ICP-AES technique

NITRATE ION (NO₃⁻) LEVELS IN FRUITS AND VEGETABLES IN THE CITIES OF PRISHTINA AND GRAÇANICA WERE MEASURED USING THE "GREEN TEST ECO 5 F -ANMEZ" EQUIPMENT

Prof. Assoc. Dr. Skender DEMAKU

University of Prishtina
skender.demaku@hotmail.com

MSc. Arbnorë ALIU

University of Prishtina
nora.aliu@hotmail.com

MSc. Donika SYLEJMANI

University of Prishtina
donikaa175@gmail.com

MSc. Bahrije DOBRA

Ardita KARAXHA

Abstract

This study uses the "Green Test ECO 5 F-ANMEZ" instrument to measure the amount of nitrate ions (NO₃⁻) in fruits and vegetables in Kosovo cities including Prishtina and Graçanica. In order to assess physical and chemical characteristics, such as pH, sugar content, and nitrate levels, in ten distinct plant products, the monitoring was conducted for approximately a month at six sampling locations at nearby marketplaces and warehouses. The purpose of our study is to assess how storage conditions affect the physico-chemical and organoleptic characteristics of fruits and vegetables. With the exception of a few instances of high nitrate levels in fruits like melons and other vegetables, our data demonstrated that nitrate concentrations in the majority of samples were within the allowed limits.

Additionally, by tracking changes in pH, sugar content, and structure over time, our study assessed how refrigeration affected the way fruits and vegetables were stored. Overall, our research indicates that the majority of products satisfy WHO-established local and worldwide quality criteria, and that handling and storage practices are critical to preserving the safety and quality of these agricultural products.

Keywords: refrigeration, pH, nitrate concentration, nitrate ions, fruits and vegetables, Prishtina, Graçanica, Green Test ECO 5 F-ANMEZ, and food quality requirements.

THE IMPACT OF SEED MORPHOLOGY ON INVASIVE ALIEN PLANT SPECIES SPREAD IN AN ISLAND LIKE SRI LANKA

Gawesha Yasapala

Department of Agricultural Biology, Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Mapalana,
Kamburupitiya, Sri Lanka, 81000.
gsyasapala1997@gmail.com

Madhuri Samaraweera

Department of Agricultural Biology, Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Mapalana,
Kamburupitiya, Sri Lanka, 81000.
smadhuriayesha@gmail.com

Peliyagodage Chathura Dineth Perera*

Department of Agricultural Biology, Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Mapalana,
Kamburupitiya, Sri Lanka, 81000

*Corresponding author e-mail: chathura@agri.ruh.ac.lk
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7415-7236>

Abstract

Invasive Alien Plant Species (IAPS) are becoming a major threat to island ecosystems due to limited geographical barriers and distinct climatic factors that impact their establishment and spread. Seed morphology plays an essential part in the comprehension of how IAPS disseminate, establish, and compete with native flora. This study aimed to understand the relationship between seed morphology and the spread of IAPS in Sri Lanka, an island with a wide range of ecosystems, from coastal zones to highland forests. Key seed characteristics including size, shape, weight, surface roughness, coat thickness and dispersal methods (wind, water, animals, or human activity) have a substantial impact on invasion efficiency. Aerodynamic and some lightweight seeds promote wind dispersal while buoyant seeds help spread by water, allowing for the rapid colonization of new ecosystems. Furthermore, seeds with endozoochoric-adapted or some adhesive-structured seeds benefit from animal-mediated dispersion, expanding their potential for invasion. This study attempts to comprehend how seed morphological adaptations impact IAPS to thrive on an island like Sri Lanka. The results will contribute to a further understanding of the processes underlying biological invasions and guide management strategies for IAPS control. Comprehending how invasion dynamics are influenced by seed morphology is essential for conservation initiatives that minimize the loss of biodiversity in island ecosystems.

Keywords: Dispersal mechanisms, Island ecosystems, Seed morphology, Invasion, Sri Lanka

PATHWAYS OF INTRODUCTION OF INVASIVE ALIEN PLANT SPECIES TO AN ISLAND: A CASE STUDY IN SRI LANKA

Madhuri Samaraweera

Department of Agricultural Biology, Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Mapalana, Kamburupitiya, Sri Lanka, 81000.

smadhuriayesha@gmail.com

Gawesha Yasapala

Department of Agricultural Biology, Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Mapalana, Kamburupitiya, Sri Lanka, 81000.

gsyasapala1997@gmail.com

Peliyagodage Chathura Dineth Perera*

Department of Agricultural Biology, Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Mapalana, Kamburupitiya, Sri Lanka, 81000.

*Corresponding author e-mail: chathura@agri.ruh.ac.lk

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7415-7236>

Abstract

The ecological impacts of Invasive Alien Plant Species (IAPS) are very alarming among islands, partly due to the size of their ecosystem being relatively small and with restricted resilience against outer disturbances. Major pathways that mostly facilitate the introductions of IAPS into an island include trade, travel, transportation, and other unintentional introductions which have all been increased under the pressures of globalization. Because islands have no or less natural competitors restricting populations in their original environments, they are more susceptible to alien species invasion. Though singling out particular species is the most usual approach for prevention, a more thorough strategy is to find major routes that result in these threatening invasions. The present study investigates the main pathways of IAPS introduction to Sri Lanka, considering both historical and contemporary cases. The most prominent entry pathways of IAPS to Sri Lanka include unintentional introductions via cargo shipments, ornamental plant imports and accidental releases during research purposes. This review covers human-mediated activities that accelerate the spreading of IAPS and establishment in island ecosystems. Understanding these pathways would be very helpful in formulating targeted management strategies to mitigate ecological and economic threats of IAPS in islands such as Sri Lanka due to its rich biodiversity.

Keywords: Pathways, Introduction, Invasive Alien Plant Species, Island, Sri Lanka

OPEN SOURCE MICROSCOPE SYSTEMS

Dr. Öğr. Üyesi Özgür ÖZÖNER (ORCID: 0000-0001-7354-0655)

Siirt University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology, Siirt-Türkiye

Email: ozgur.ozoner@siirt.edu.tr (Responsible Author)

Abstract

In recent years, optical microscopes have become an integral component of numerous scientific studies, particularly those related to disease diagnosis and biology. The aim of this paper is to provide a comprehensive overview of open-source microscopes, ranging from simple systems suitable for field use to sophisticated microscopes tailored for specific laboratory applications. The increasing complexity and cost of commercially available microscope systems has prompted researchers to explore novel alternatives, prompting the development of open-source microscope systems since 2009. The primary objective of these microscopes is to serve numerous domains, including the production of a substantial number of low-cost equipment in the field of education, the reduction of the cost of diagnosing diseases with health screenings in large populations in developing countries, and the facilitation of low-budget scientific research. In the development of these systems, the integration of USB webcams, mobile phones, computers, and processors such as Arduino and Raspberry Pi in more sophisticated systems has led to a substantial reduction in costs. Furthermore, the capacity to obtain digital images with open-source microscopes facilitates applications such as telemicroscopy and telepathology. However, the supply of materials required for open source systems, the necessity of 3d printers in some systems, and the need for technical knowledge to create the system constitute disadvantages. Nevertheless, in the event of malfunctions, repair and supply of spare parts should be carried out by the creator of the system. Despite its disadvantages, the use of open source microscope systems has been the focus of recent attention due to its low costs and accessibility.

Keywords: open source, open source microscope, digital pathology, microscope.

AÇIK KAYNAKLI MİKROSKOP SİSTEMLERİ

Özet

Günümüzde optik mikroskoplar hastalık teşhisi ve biyoloji alanında bir çok bilimsel çalışmada yaygın olarak kullanılmaktadır. Sahada kullanmaya uygun basit sistemlerden, laboratuvarlarda spesifik amaçlara hizmet eden mikroskop sistemlerine kadar, mevcut olan açık kaynaklı mikroskoplar hakkında bilgilerin paylaşılması amaçlanmaktadır.

Günümüzde ticari olarak bulunan mikroskop sistemleri kompleksleştikçe maliyetinin artması sonucu araştırmacılar yeni alternatif arayışına girmiştir. Ticari mikroskoplara alternatif olarak, açık kaynaklı mikroskop sistemleri 2009 yılından beri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu tip mikroskopların temel amacı; eğitim alanında düşük maliyetli fazla sayıda ekipman üretmek, gelişmekte olan ülkelerde yüksek popülasyonlarda sağlık taramaları ile hastalıkların teşhisinin maliyetini azaltmak ve düşük bütçeli bilimsel araştırmalara imkan tanınması gibi birçok alana hizmet etmektir. Bu sistemlerin geliştirilmesinde USB web kamerası, cep telefonları, daha kompleks sistemlerde Arduino ve Raspberry pi gibi bilgisayar ve işlemcilerin kullanılması maliyetleri yüksek oranda düşürmektedir. Bununla birlikte açık kaynaklı mikroskoplarla dijital görüntü elde edilebildiğinden, telemikroskopi ve/veya telepatoloji gibi kullanım alanlarına imkan sağlamaktadır. Ancak açık kaynaklı sistemler için gerekli malzemelerin temini ve bazı sistemlerde üç boyutlu yazıcı gerekliliği, sistemi oluşturmak için teknik bilgi gerekliliği gibi durumlar dezavantajlarını oluşturmaktadır. Bununla birlikte oluşan arıza durumlarında, tamir ve yedek parça temini sistemi oluşturan kişi tarafından yapılması gerekmektedir. Dezavantajlarına rağmen maliyetlerin düşük olması ve ulaşılabilirlik gibi özellikleri nedeniyle açık kaynaklı mikroskop sistemlerinin kullanımı son yıllarda ilgi odağı olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Açık kaynak, açık kaynak mikroskop, dijital patoloji, mikroskop

EPILEPSY AND MICRORNA'S IN VETERINARY MEDICINE

Ezgi ERGEN (ORCID: 0000-0001-8655-7384)

Istanbul University-Cerrahpasa, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Physiology
Istanbul, TÜRKİYE, e-mail: ezgi.ergen@iuc.edu.tr

Abstract

Epilepsy is a chronic neurological disorder characterized by abnormal increases in neuronal activity. The etiology of epilepsy is complex, shaped by the interaction of genetic, environmental, and epigenetic factors. In recent years, the roles of micro RNAs (miRNAs) in the mechanisms underlying seizures and their potential as biomarkers and the therapeutic target have garnered increasing attention. Micro RNAs are small, non-coding RNA molecules that regulate gene expression at the post-transcriptional level by repressing the translation of target mRNAs or inducing their degradation. These mechanisms play significant roles not only in neurological processes but also in diseases such as epilepsy. In veterinary medicine, miRNAs are now considered promising biomarkers for diagnosis and treatment in clinical applications. For example, neuroinflammation has been shown to be associated with epilepsy in dogs and cats. Inflammatory miRNAs such as miR-146a can exacerbate seizures by promoting glial activation. Furthermore, epilepsy is known to cause persistent changes in synaptic networks during recurrent seizures. MicroRNAs such as miR-124 and miR-134 play critical roles in regulating synaptic plasticity. Elevated levels of specific miRNAs (e.g., miR-134 or miR-146) have been identified in the plasma or cerebrospinal fluid of epileptic dogs and cats. These miRNAs are promising biomarkers for the early diagnosis of epilepsy. Notably, miRNA profiles associated with the severity or duration of seizure activity could aid veterinarians in optimizing treatment plans. Oligonucleotide technology has positioned miRNAs as potential therapeutic targets in the management of seizures. For instance, miR-134 inhibitors have been shown to significantly reduce epileptic activity in experimental models by mitigating pathological effects. For veterinarians, the development of new methods for epilepsy management is critical to improving both the quality of life for animals and the success of disease control. Future studies may further advance miRNA-based diagnostic and therapeutic approaches, making them more accessible for veterinary clinical practice.

Keywords: *Epilepsy, mikroRNAs, biomarkers*

VETERİNER HEKİMLİKTE EPİLEPSİ VE MİKRORNA'LAR

Özet

Epilepsi, hem insan hem de hayvan sağlığını etkileyen ve nöronal aktivitenin anormal artışıyla karakterize edilen kronik bir nörolojik bozukluktur. Epilepsi etiyojisi karmaşık olup genetik, çevresel ve epigenetik faktörlerin etkileşimi sonucunda şekillenir. Son yıllarda, mikroRNA'ların (miRNA'lar) nöbetlerin mekanizmasındaki rolleri ve bu moleküllerin biyobelirteç ve terapötik potansiyeli giderek daha fazla dikkat çekmektedir. MikroRNA'lar, küçük, kodlama yapmayan RNA molekülleridir. Hücrede gen ekspresyonunu post-transkripsiyonel seviyede düzenleyerek, hedef mRNA'ların translasyonunu baskılar veya mRNA yıkımını indükler. Bu mekanizmalar, nörolojik süreçlerde olduğu kadar epilepsi gibi hastalıklarda da önemli rol oynar. Veteriner hekimlikte, miRNA'lar artık sadece temel araştırma konusu değil; aynı zamanda klinik uygulamalarda teşhis ve tedavi için umut vadeden biyobelirteçler olarak görülmektedir. Özellikle epileptik köpeklerde ve kedilerde belirli miRNA'ların profilleri incelenerek, bu moleküllerin nöbet patofizyolojisindeki etkileri ortaya çıkarılmaktadır. Örneğin köpeklerde ve kedilerde nöroinflamasyonun epilepsi ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. miR-146a gibi inflamatuvar mikroRNA'lar, glial aktivasyonu artırarak nöbetlerin tetiklenmesine yol açabilir. Ayrıca epilepsinin tekrarlayan nöbetler sırasında sinaptik ağlarda kalıcı değişikliklere neden olduğu bilinmektedir. miR-124 ve miR-134 gibi mikroRNA'lar, sinaptik plastisitenin düzenlenmesinde önemli roller oynar. Bazı köpek ırklarında genetik epilepsi yaygın olarak görülmektedir. Bu durumlarda, miRNA'lar genetik mutasyonların etkilerini artırıcı veya azaltıcı yönde rol oynayabilir. Epileptik köpeklerde ve kedilerde belirli mikroRNA'ların (örneğin miR-134 veya miR-146) plazma veya beyin omurilik sıvısında yüksek düzeyde olduğu bulunmuştur. Bu miRNA'lar, epilepsinin erken teşhisi için umut verici biyobelirteçlerdir. Özellikle nöbet aktivitesinin şiddeti veya süresiyle ilişkili olan miRNA profilleri, veteriner hekimlerin tedavi planlarını optimize etmelerine yardımcı olabilir. Antisens oligonükleotid teknolojisi, mikroRNA'ları nöbetlerin tedavisinde potansiyel hedefler haline getirmiştir. Örneğin, patolojik etkileri azaltmak için miR-134 inhibitörleri, deneysel modellerde epileptik aktiviteyi önemli ölçüde azaltmıştır. Veteriner hekimler için, epilepsi tedavisinde yeni yöntemlerin geliştirilmesi, hem hayvanların yaşam kalitesini artırmak hem de hastalık yönetimindeki başarının artırılması açısından kritik öneme sahiptir. Gelecekte yapılacak çalışmalar, veteriner klinik uygulamalarda miRNA temelli tanı ve tedavi yaklaşımlarını daha erişilebilir hale getirebilir.

Anahtar Kelimeler: *Epilepsi, mikroRNA, biyobelirteç*

DETERMINATION OF T CELL SUBTYPES IN CHICKENS USING FLOW CYTOMETRY

Assistant Professor Mert EREK (ORCID: 0000-0002-2625-897X)

Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Physiology,
Van-Türkiye, **Email:** merterek@yyu.edu.tr (Responsible Author)

Prof. Dr. Erdal MATUR (ORCID: 0000-0003-0737-8148)

Istanbul University-Cerrahpasa, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Physiology,
İstanbul-Türkiye, **Email:** mature@iuc.edu.tr

Abstract

The adaptive immune system in chickens, as in mammals, consists of T lymphocytes, B lymphocytes, and natural killer (NK) cells. T lymphocytes complete their development in the thymus and migrate to secondary lymphoid organs, where they differentiate into helper (CD4+), cytotoxic (CD8+), or regulatory T cells. These subtypes play essential roles in the regulation of immune responses and the elimination of pathogens. Flow cytometry is a widely utilized technique for identifying T cell subtypes and investigating the mechanisms of the immune system in detail. This method allows for the analysis of physical and biochemical properties of individual cells, facilitating the detection of surface markers. In chickens, monoclonal antibodies conjugated with fluorescent dyes are commonly used to distinguish CD4+ and CD8+ T cells. However, due to the nucleated nature of avian erythrocytes, careful isolation of lymphocytes through density gradient centrifugation is required prior to flow cytometry analysis. The ratio of CD4+ to CD8+ T cells (CD4+/CD8+) serves as a significant biomarker for evaluating immune responses. In healthy chickens, the higher prevalence of CD4+ cells compared to CD8+ cells in peripheral blood has been associated with immune competence. Conversely, a decrease in the CD4+/CD8+ ratio may indicate immunosuppression or weakened immune function. CD4+ T cells play regulatory roles in the immune response by activating B lymphocytes for antibody production, directing CD8+ T cells toward cytotoxic functions, and modulating macrophage activity. On the other hand, CD8+ T cells target infected or neoplastic cells, inducing apoptosis through molecules such as perforin and granzyme. Flow cytometry stands out as a pivotal method for understanding the immunological functions of T cell subtypes and for conducting in-depth analyses of immune responses in chickens. This technique plays a crucial role in scientific studies aimed at evaluating the immune status of chickens and their resistance mechanisms against diseases.

Keywords: chicken, flow cytometry, immune system, T lymphocytes

DETERMINATION OF T CELL SUBTYPES IN CHICKENS USING FLOW CYTOMETRY

Özet

Tavuklarda adaptif bağışıklık sistemi, memelilerde olduğu gibi T lenfositler, B lenfositler ve doğal öldürücü (NK) hücrelerden oluşmaktadır. T lenfositler, timusta gelişimlerini tamamladıktan sonra sekonder lenfoid organlara göç ederek yardımcı (CD4+), sitotoksik (CD8+) veya düzenleyici T hücrelere farklılaşmaktadır. Bu alt tipler, bağışıklık yanıtının düzenlenmesi ve patojenlerin eliminasyonu süreçlerinde hayati roller üstlenir. Flow sitometri, T hücre alt tiplerinin belirlenmesi ve bağışıklık sisteminin mekanizmalarının detaylı incelenmesi amacıyla yaygın bir şekilde kullanılan bir yöntemdir. Bu teknik, hücrelerin fiziksel ve biyokimyasal özelliklerini tek hücre düzeyinde analiz ederek, yüzey belirteçlerinin saptanmasına olanak tanır. Tavuklarda CD4+ ve CD8+ T hücrelerinin ayırt edilmesi için genellikle monoklonal antikolarla işaretlenmiş floresan boyalar kullanılmaktadır. Bununla birlikte, kanatlı eritrositlerinin çekirdekli olması nedeniyle, flow sitometri analizlerinden önce lenfositlerin yoğunluk gradyan santrifüj yöntemiyle dikkatlice izole edilmesi gerekmektedir. CD4+ ve CD8+ T hücrelerinin oranı (CD4+/CD8+), bağışıklık yanıtının değerlendirilmesinde önemli bir biyobelirteçtir. Sağlıklı tavuklarda, periferel kanda CD4+ hücrelerinin CD8+ hücrelerden daha yüksek oranlarda bulunması bağışıklık yeterliliği ile ilişkilendirilmiştir. Ancak, CD4+/CD8+ oranındaki azalma, bağışıklık sisteminin baskılandığı ya da zayıfladığı durumları işaret edebilir. CD4+ T hücreleri, B lenfositlerini antikor üretimi için aktive etmek, CD8+ T hücrelerini sitotoksik fonksiyonlara yönlendirmek ve makrofaj aktivitelerini düzenlemek gibi bağışıklık yanıtını düzenleyici rollere sahiptir. Buna karşılık, CD8+ T hücreleri, enfekte olmuş veya neoplastik hücreleri hedef alarak, perforin ve granzim gibi moleküller aracılığıyla apoptozu indüklemektedir. Flow sitometri, tavuklarda T hücre alt tiplerinin immünolojik işlevlerinin anlaşılmasına ve bağışıklık yanıtının detaylı analizine olanak tanıyan bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bu teknik, tavukların bağışıklık durumu ve hastalıklara karşı direnç mekanizmalarının değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilen bilimsel çalışmalarda kritik bir rol oynamaktadır.

Anahtar Kelimeler: tavuk, flow sitometri, immun sistem, T lenfosit

THE ABILITY TO SOLVE PROBLEMS USING OBJECTS IN DOGS: ENVIRONMENTAL FACTORS AND THE ROLE OF TRAINING

Songül Erhan (ORCID: 0000-0003-0189-7924)

Department of Physiology, Faculty of Veterinary Medicine, Istanbul University-Cerrahpasa,
Istanbul, Turkey, [E-mail:songul.demir1@iuc.edu.tr](mailto:songul.demir1@iuc.edu.tr) (Responsible Author)

Erdal Matur (ORCID: 0000-0003-0737-8148)

Department of Physiology, Faculty of Veterinary Medicine, Istanbul University-Cerrahpasa,
Istanbul, Turkey, [E-mail:mature@iuc.edu.tr](mailto:mature@iuc.edu.tr)

Abstract

Problem solving using objects in dogs is an important cognitive function that refers to the ability to generate solutions through interaction with objects. This skill is used to assess dogs' intelligence, learning capacity and ability to adapt to their environment. For example, a dog's ability to develop a solution to open a container full of food is an example of problem solving using objects. Research shows that dogs' problem-solving ability is influenced by their lifestyle and environment. Dogs living at home have been found to be more successful compared to shelter dogs and dogs living in confined spaces. This is thought to be due to the fact that they interact with humans more frequently and gain more experience with objects in this process. On the other hand, in comparative studies with wolves, wolves were found to be more successful in problem solving using objects. In cases where wolves were able to operate the apparatus without training, it was observed that dogs could only learn it through trials. It is suggested that this difference can be explained by selection caused by the domestication process. Training plays a critical role in improving dogs' problem-solving performance using objects. Trained dogs are better at this skill, but they have difficulty transferring the knowledge they have acquired about physical problems to other tasks. It has been reported that they approach the problem from scratch in each new task. Dogs that were previously successful in the rope pulling task were observed to perform similarly to inexperienced dogs on similar opening-closing problems. In conclusion, dogs' ability to solve problems using objects is shaped by environmental factors, human interaction, lifestyle and training. This skill is an important indicator for understanding the cognitive and social capacities of dogs.

Keywords: canine cognition, human-dog interaction, adaptability

THE ABILITY TO SOLVE PROBLEMS USING OBJECTS IN DOGS: ENVIRONMENTAL FACTORS AND THE ROLE OF TRAINING

Özet

Köpeklerde nesne kullanarak problem çözme, nesnelere etkileşim yoluyla çözüm üretme yeteneğini ifade eden önemli bir bilişsel fonksiyondur. Bu beceri, köpeklerin zekâlarını, öğrenme kapasitelerini ve çevrelerine uyum sağlama yeteneklerini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Örneğin, bir köpeğin yiyecek dolu bir kabı açmaya yönelik çözüm geliştirmesi, nesne kullanarak problem çözme becerisini gösterilebilir. Araştırmalar, köpeklerin problem çözme yeteneğinin yaşam tarzlarından ve çevrelerinden etkilendiğini göstermektedir. Evde yaşayan köpeklerin, barınak köpekleri ve sınırlandırılmış alanlarda yaşayan köpeklerle karşılaştırıldığında daha başarılı oldukları saptanmıştır. Bunun, insanlarla daha sık etkileşim kurmaları ve bu süreçte nesnelere daha fazla deneyim kazanmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Öte yandan, kurtlarla yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda kurtların nesne kullanarak problem çözme konusunda daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Kurtların eğitim almadan düzeneği çalıştırabildiği durumlarda, köpeklerin bunu ancak denemeler sonucu öğrenebildiği gözlemlenmiştir. Bu farklılığın, evcilleştirme sürecinin neden olduğu bir seçimle açıklanabileceği öne sürülmektedir. Eğitim, köpeklerin nesne kullanarak problem çözme performansını artırmada kritik bir rol oynar. Eğitilmiş köpekler bu beceride daha başarılıdır; ancak fiziksel problemlerle ilgili elde ettikleri bilgiyi başka görevlere aktarmakta zorlanırlar. Her yeni görevde soruna sıfırdan yaklaştıkları belirtilmiştir. Daha önce ip çekme görevinde başarılı olan köpeklerin, benzer açma-kapama problemlerinde deneyimsiz köpeklerle benzer performans sergiledikleri gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, köpeklerin nesne kullanarak problem çözme becerisi, çevresel faktörler, insan etkileşimi, yaşam tarzı ve eğitime bağlı olarak şekillenir. Bu beceri, köpeklerin bilişsel ve sosyal kapasitelerinin anlaşılmasında önemli bir göstergedir.

Anahtar Kelimeler: köpek bilişi, insan- köpek etkileşimi, uyum yeteneği

CURRENT DIETARY PREFERENCES IN CATS AND DOGS

Veteriner Hekim Muhammed TURAN (ORCID: 0009-0009-0136-0239)

Tarçın Pet Veterinary Clinic, Van- Türkiye

Email: turan.196526@gmail.com

Dr. Öğr. Üyesi Fatma ÖZKAN (ORCID: 0000-0001-9225-3811)

Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Veterinary, Department of Animal Nutrition and
Nutritional Diseases, Van-Türkiye

Email: f.kizilirmak@yyu.edu.tr (Responsible Author)

Abstract

Current approaches and diet types for the healthy nutrition of cats and dogs constitute the subject of this review. Feeding our cats and dogs, which have been companions of human beings for centuries, is the most important issue that should be handled meticulously by pet owners. There are nutritional differences due to the fact that cats are obligate carnivores and dogs are omnivores. Many factors are taken into consideration when determining the nutritional needs of our furry friends. The appropriate diet type is selected in line with the determined needs. These diet types have taken place in our lives both as a result of commercial marketing strategies and to respond to animal needs. Today, there are many feeding models in feeding cats and dogs, such as commercial foods, homemade diets, vegetarian-vegan diets, raw nutrition (BARF), grain-free, gluten-free and hypoallergenic diets. When choosing a diet for cats and dogs, many factors such as the health condition of the animal, sometimes the lifestyle, religious beliefs, and ethical concerns of the animal owner play a determining role. The fact that there are so many feeding types also creates some confusion. Each diet type has its advantages and disadvantages. One of the biggest disadvantages is the lack of nutrients in the animal. In particular, the biggest disadvantage of homemade diets and BARF nutrition is pathogenic organisms if the shelf life of raw materials and microbial storage conditions are not taken into consideration. As a result, while providing our furry friends with scientifically based nutritional approaches that support the healthy growth, quality of life and metabolic balance of animals; veterinarians need to guide animal owners in making conscious diet choices.

Keywords: Diet types, Feeding cats and dogs, BARF, Vegetarian diet

KEDİ VE KÖPEKLERDE GÜNCEL DİYET TERCİHLERİ

Özet

Kedi ve köpeklerin sağlıklı beslenmesine yönelik güncel yaklaşımlar ve diyet çeşitleri bu derlemenin konusunu oluşturmaktadır. Asırlardır insanoğlunun hayatına yoldaşlık eden kedi ve köpeklerimizin beslenmesi hayvan sahipleri tarafından titizlikle ele alınması gereken en önemli meseledir. Kedilerin obligat karnivor, köpeklerin ise omnivor olmasından kaynaklanan beslenme farklılıkları söz konusudur. Patili dostlarımızın besin madde ihtiyaçları belirlenirken birçok faktör göz önüne alınır. Belirlenen ihtiyaçlar doğrultusunda da uygun olan diyet tipi seçilir. Bu diyet tipleri gerek ticari pazarlama stratejileri sonucunda gerekse hayvan ihtiyaçlarına cevap vermek için hayatımızda yer almıştır. Günümüzde kedi ve köpek beslemede ticari gıdalar, ev yapımı diyetler, vejetaryen-vegan diyetler, çiğ beslenme (BARF), tahılsız, glutensiz ve hipoalerjenik diyetler gibi birçok besleme modeli vardır. Kedi ve köpeklerde diyet seçimi yapılırken, kimi zaman hayvanın sağlık durumu, kimi zaman hayvan sahibinin yaşam tarzı, dini inancı, etik kaygıları gibi birçok faktör belirleyici rol oynar. Bu kadar fazla besleme tipinin olması bir takım kafa karışıklığı da oluşturmaktadır. Her diyet tipinin avantaj ve dezavantajları vardır. En büyük dezavantajlarından birisi hayvan da besin madde eksikliğinin oluşmasıdır. Özellikle, ev yapımı diyetler ve BARF beslenmede en büyük dezavantaj hammaddelerin raf ömrü ve mikrobiyal olarak saklama koşullarına dikkat edilmediği takdirde patojen organizmalardır. Sonuç olarak, hayvanların sağlıklı büyümesini, yaşam kalitesini ve metabolik dengesini destekleyen bilimsel temelli beslenme yaklaşımlarını patili dostlarımıza sunarken; veteriner hekimlerin, hayvan sahiplerine bilinçli diyet seçimleri yapmasına rehberlik etmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Diyet tipleri, Kedi ve köpek besleme, BARF, Vejetaryen diyet

THE ROLE OF GUT MICROBIOTA AND MiRNA'S IN INFLAMMATORY BOWEL DISEASE

Rezzan Sevim (ORCID:0009-0005-7070-9749)

Istanbul University-Cerrahpasa, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Physiology,
Istanbul-Türkiye, **Email:** rezzan.sevim@ogr.iuc.edu.tr (Responsible Author)

Erdal Matur (ORCID:0000-0003-0737-8148)

Istanbul University-Cerrahpasa, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Physiology,
Istanbul-Türkiye, **Email:** mature@iuc.edu.tr

Abstract

The gut microbiota plays a crucial role in regulating the immune system, maintaining intestinal barrier functions, and providing protection against harmful pathogens. Dysbiosis, an imbalance in the gut microbiota, is considered a significant risk factor for the development of inflammatory bowel diseases (IBD). The influence of microbiota on IBD is explained through mechanisms by which microRNAs (miRNAs) secreted from epithelial cells regulate bacterial gene expression, there by influencing bacterial proliferation and shaping the gut microbiota. Conversely, gut bacteria have also been shown to modulate miRNA expression in epithelial cells. Notably, miR-21-5p has been identified as a keyplayer in increasing intestinal permeability by inhibiting tight junction proteins such as ZO-1 and Claudin 5, there by weakening the intestinal barrier. Over expression of miR-21 has been demonstrated to alter the microbiota and cause epithelial damage, whereas miR-21-deficient mice were reported to be more resistant to IBD. These effects were attributed to miR-21's targeting of the RhoB gene. In an acute pancreatitis model, miR-155 was found to activate the TLR4/MYD88 signaling pathway, initiating inflammation, disrupting the intestinal barrier, and altering the microbiota composition. Similarly, miRNAs such as let-7b and miR-21 have been shown to directly affect the gut microbiota, altering its composition and leading to an increase in pro-inflammatory cytokines. Let-7b significantly modifies the gut microbiota and contributes to inflammatory responses. Importantly, the inhibition of these miRNAs (through anti-miRNA therapies) has been reported to improve intestinal barrier functions and mitigate inflammation-induced damage. These findings highlight the critical roles of miRNAs in the pathogenesis of IBD and their potential as the therapeutic targets.

Keywords: miRNA, IBD, gut microbiota

İNFLAMATUAR BAĞIRSAK HASTALIKLARINDA MİKROBİYOTANIN VE MiRNA'LARIN ROLÜ

Özet

Bağırsak mikrobiyotası, bağışıklık sisteminin düzenlenmesi, bağırsak bariyer fonksiyonlarının korunması ve zararlı patojenlere karşı koruma sağlanmasında önemli bir role sahiptir. Disbiyozis olarak bilinen bağırsak mikrobiyotasındaki dengesizlik, inflamatuvar bağırsak hastalıklarının (İBD) gelişiminde önemli bir risk faktörüdür. Mikrobiyotanın İBD üzerindeki etkisi, epitel hücrelerinden salınan mikroRNA'ların (miRNA) bakterilerin gen ekspresyonunu düzenleyerek çoğalmalarını etkilediği ve bu yolla bağırsak mikrobiyotasını şekillendirdiği mekanizmalar üzerinden açıklanmaktadır. Buna karşılık, bağırsak bakterilerinin de epitel hücrelerdeki miRNA ekspresyonunu etkilediği gösterilmiştir. Özellikle miR-21-5p, bağırsak bariyerinin geçirgenliğini artırarak sıkı bağlantı proteinlerini (ZO-1 ve Claudin 5) inhibe ettiği ve bağırsak bariyerini zayıflattığı belirtilmiştir. MiR-21'in aşırı ekspresyonunun mikrobiyotayı değiştirdiği ve epitelde hasara yol açtığı, miR-21 eksikliği olan farelerin İBD'ye karşı daha dirençli olduğu rapor edilmiştir. Bu etkilerin, miR-21'in RhoB genini hedef alarak oluşturduğu gösterilmiştir. Ayrıca, akut pankreatit modelinde, miR-155'in TLR4/MYD88 sinyal yolunu aktive ederek inflamasyonu başlattığı, bağırsak bariyerini bozduğu ve mikrobiyotayı değiştirdiği ortaya konulmuştur. Let-7b ve miR-21 gibi miRNA'ların mikrobiyotayı doğrudan etkileyerek bağırsak bileşimini değiştirdiği ve proinflamatuvar sitokinlerin artmasına neden olduğu gösterilmiştir. Let-7b'nin bağırsak mikrobiyotasını büyük ölçüde değiştirdiği ve inflamatuvar yanıtla katkıda bulunduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, bu miRNA'ların inhibisyonunun (anti-miRNA tedavisi) bağırsak bariyer fonksiyonlarını iyileştirdiği ve inflamasyon kaynaklı hasarı azalttığı rapor edilmiştir. Bu bulgular, miRNA'ların İBD patogeneziindeki kritik rollerine ve potansiyel terapötik hedefler olarak kullanılma potansiyellerine işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: miRNA, İBD, mikrobiyota

EFFECTS OF DIFFERENT PROTEIN SOURCES USED IN CONCENTRATE FEED ON LAMB DEVELOPMENT, GROWTH, BLOOD AND RUMEN PARAMETERS

Egemen ERÇETİN (ORCID: 0000-0002-1595-6684)

Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları
Anabilim Dalı, Bursa- Türkiye, 611948003@ogr.uludag.edu.tr

Prof. Dr. İbrahim İsmet TÜRKMEN (ORCID:0000-00028111-7619)

Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları
Anabilim Dalı, Bursa- Türkiye, turkmen@uludag.edu.tr

Abstract

This study was conducted to determine the effects of using different protein sources in the diets of male Merino lambs on fattening performance, carcass characteristics, rumen volatile fatty acids, beta-hydroxybutyric acid (BHBA), blood urea nitrogen (BUN), and total protein (TP). A total of 30 weaned male Merino lambs with an average live weight of 30.50 kg and aged 70–90 days were used in the study. The lambs were divided into three equal groups based on their average live weights. After a 15-day adaptation period, the lambs were fed ad libitum with a diet consisting of 15% straw and 85% concentrate feed mixture for 33 days in individual pens. Water was provided continuously. The protein sources used in the groups were sunflower meal (Group I), soybean meal (Group II), and dried distillers grains with solubles (Group III, DDGS). The concentrate feeds were formulated to contain approximately 16% crude protein (CP) and 2700 kcal/kg metabolizable energy (ME). Feed intake was recorded daily. At the end of the adaptation period and the study (48th day), the live weights of all lambs were recorded. Subsequently, the lambs were slaughtered, and hot carcass weights were measured. Rumen fluid and blood serum samples were collected at the end of the adaptation period and the study. Rumen fluid was analyzed for pH and volatile fatty acids (acetic acid, propionic acid, isobutyric acid, butyric acid, isovaleric acid, n-valeric acid). Blood serum samples were analyzed for BHBA, TP, and BUN levels. At the end of the adaptation period, the initial live weights of the sunflower meal, soybean meal, and DDGS groups (Group I, Group II, and Group III) were 34.04, 34.37, and 34.34 kg, respectively. The final live weights were 42.42, 44.60, and 44.49 kg ($P > 0.05$), daily dry matter intakes were 1.24, 1.32, and 1.34 kg ($P > 0.05$), and daily weight gains were 251, 310, and 307 g ($P > 0.05$). Carcass yields were 49%, 51%, and 50% ($P > 0.05$), respectively. Feed conversion ratios were 5.65, 4.92, and 5.00, respectively. The soybean meal group had a better feed conversion ratio than the sunflower meal group ($P < 0.05$). In conclusion, concentrate fattening feeds containing different protein sources can be used as alternatives to each other in lamb fattening diets.

Keywords: Merino Lamb, Rumen Metabolites, Sunflower Meal, Soybean, DDGS

KONSANTRE YEMDE KULLANILAN FARKLI PROTEİN KAYNAKLARININ KUZU GELİŞİMİ, BÜYÜMESİ, KAN VE RUMEN PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Özet

Bu araştırma, Merinos erkek kuzuların beslemesinde farklı protein kaynakları kullanımının, besi performansı, karkas özellikleri, rumen uçucu yağ asitleri, betahidroksibütirik asit (BHBA), kan üre azotu (BUN) ve toplam protein (TP) üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada süttten kesilmiş 30 baş ortalama 30.50 kg canlı ağırlığında 70-90 günlük yaşta erkek merinos kuzu kullanılmıştır. Kuzular canlı ağırlık ortalamalarına göre 3 eşit gruba ayrılmıştır. Kuzular 15 günlük alıştırmaya periyodu sonrasında, 33 gün boyunca bireysel bölmelerde %15 saman + %85 konsantre yem karışımından ibaret bir rasyon ile ad libitum olarak beslenmiştir. Kuzuların önlerinde sürekli su bulundurulmuştur. Gruplarda protein kaynağı olarak ayçiçeği küspesi (Grup I), soya küspesi (Grup II ya da kurutulmuş damıtma tane ve çözünürleri (Grup III) (DDGS) kullanılmıştır. Rasyonda kullanılan konsantre yemlerin ham protein (HP) düzeyleri % 16 ve metabolik enerji (ME) düzeyleri 2700 kkal/kg civarında olacak şekilde formüle edilmiştir. Kuzuların yem tüketimleri günlük olarak tartılıp kayıt altına alınmıştır. Alıştırma dönemi bitiminde ve araştırma sonunda (48. gün) tüm kuzuların canlı ağırlık tartımları yapılmıştır. Ardından kuzular kesime sevk edilmiş ve kesim sonrasında sıcak karkas ağırlıkları ölçülmüştür. Alıştırma dönemi sonunda ve çalışmanın bitiminde rumen sıvıları ile kan serum örnekleri alınmıştır. Rumen sıvısında pH ölçümü ve rumen uçucu yağ asitleri (asetik asit, propiyonik asit, isobütirik asit, bütirik asit, isovalerik asit, n- valerik asit) analizleri yapılmıştır. Kan serum örneklerinde ise BHBA, TP, BUN miktarları ölçülmüştür. Kuzuların alıştırmaya dönemi sonunda sırasıyla ayçiçeği küspesi, soya küspesi, DDGS gruplarının (Grup I, Grup II ve Grup III) besi başlangıç canlı ağırlıkları sırasıyla 34.04, 34.37 ve 34.34 kg, besi sonu canlı ağırlıkları 42.42, 44.60 ve 44.49 kg ($P>0.05$), günlük kuru madde tüketimleri 1.24, 1.32 ve 1.34 kg ($P>0.05$), günlük canlı ağırlık artışları 251, 310 ve 307 gr ($P>0.05$) olarak bulunmuştur. Karkas randımanları ise yine sırasıyla % 49, % 51 ve %50 ($P>0.05$) olarak tespit edilmiştir. Yemden yararlanma oranları sırasıyla 5.65, 4.92 ve 5.00 olarak bulunmuştur. Soya küspesi grubunun yemden yararlanma oranı ayçiçeği küspesi grubuna göre daha iyi bulunmuştur ($P<0.05$). Sonuç olarak, farklı protein kaynakları içeren konsantre besi yemlerinin kuzu besisinde birbirlerinin yerine alternatif olarak kullanılabilineceği kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Merinos Kuzu, Rumen Metabolitleri, Ayçiçeği Küspesi Soya, DDGS

EFFECT OF A LOCAL DIATOMACEOUS EARTH FORMULATION (DETECH) ON ADULT STAGE OF RED FLOUR BEETLE, *Tribolium castaneum*, ON CONCRETE SURFACE¹

Sıla DORU (ORCID: 0009-0002-9340-0953)

Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Tekirdağ-Türkiye, **Email:** siladoru06@gmail.com (Responsible Author)

Prof. Dr. Özgür SAĞLAM (ORCID: 0000-0003-3138-2884)

Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Tekirdağ-Türkiye, **Email:** osaglam@nku.edu.tr

Abstract

The red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), is a significant pest in bakeries, flour mills, and grain storage areas. Fumigation is the most widely used method to control warehouse pests, but prolonged use has led to resistance problem in insect pests. One of the alternatives to chemical substances is diatomaceous earth powder. Diatomaceous earth is an organic sediment composed of fossilized siliceous walls of single-celled microscopic algae. Diatomaceous earth damage the insect's cuticle, causing rapid desiccation and death due to water loss. This study aimed to determine the efficacy of diatomaceous earth powder against *T. castaneum* adults on concrete surfaces. For the bioassays, 100% natural local and commercial diatomaceous earth formulations, Detech® (Entoteam Arge Ltd., Turkey) and Silicosec® (Biofa GmbH, Germany), were used in powder form. The experiment was conducting by using petri dishes (diameter =9 cm) and a base made of concrete. The concrete surfaces were treated with different concentrations of 1, 3, 6, 9, and 12 g/m², and a mixture of 0.2 g of bran and flour was provided as food. The experiments were carried out in 5 replicates in an incubator at 25±1°C and 55±5% relative humidity in a dark condition. Dead adults were counted with a soft-bristle brush after 1, 3, 5, 7, and 14-day of treatment. The highest doses of Detech and Silicosec on day 1 were 7% and 3%, respectively. On the third day, 97% and 49% mortality rates were obtained at the highest dose of Detech and Silicosec, respectively. Complete 100% mortality was obtained on day 5th at a concentration of 9 g/m² for the Detech and on day 14 at a dose of 12 g/m² for the Silicosec. In conclusion, Detech was found to have a higher insecticidal effect compared to the commercial Silicosec formulation in international standards.

Keywords: Diatom, Detech, Silicosec, *Tribolium castaneum*

¹This study was supported by TUBITAK 2209-A University Students Research Projects Support Programme 2023/1 period, 1919B012304511 project number.

BETON YÜZEYDE YERLİ DİATOM TOPRAĞI PREPARATININ (DETECH), UN BİTİ, *Tribolium castaneum* ERGİNLERİNE ETKİSİ¹

¹Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı 2023/1 dönem, 1919B012304511 proje numarası ile desteklenmiştir.

Özet

Un biti, *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) fırınlarda, un fabrikalarında ve tahılların depolandığı alanlarda görülen önemli bir zararlıdır. Depo zararlılarıyla mücadele fumigasyon en yaygın kullanılan yöntem olup, uzun süreli kullanıma bağlı olarak böceklerde dayanıklılık sorunları oluşturmaktadır. Kimyasal maddelere alternatiflerden birisi de diatom toprağının (DE) kullanımudur. Diatom toprakları tek hücreli mikroskobik alglerin fosilleşmiş silisli çeperlerden oluşmuş organik bir çökteldir. Diatom toprakları böceklerin kütikulasına zarar vererek böceğin hızla kurummasına ve dolayısıyla su kaybından ölümüne neden olmaktadır. Bu çalışma kapsamında farklı diatom toprağı preparatlarının *T. castaneum* erginlerine karşı beton yüzeydeki etkinliği belirlenmiştir. Biyolojik testlerde, %100 doğal yerli ve ticari diatom preparatları olan Detech® (Entoteam Arge Ltd.-Türkiye) ve uluslararası pazarda bulunan ticari diatom preparatı olan Silicosec® (Biofa GmbH, Almanya) toz formülasyonları uygulanmıştır. Denemelerde 9 cm çapında, tabanı beton dökülmüş petri kapları kullanılmıştır. Her bir petrideki beton yüzeye 1, 3, 6, 9 ve 12 g/m² gibi farklı konsantrasyonlarda uygulanmış ve 0.2 g kepek-un karışımı besin olarak konulmuştur. Denemeler 5 tekerrürlü olarak, 25±1°C sıcaklıkta ve %55±5 nem ayarlı inkübatörde, karanlık ortamda yürütülmüştür. Denemeyi izleyen 1, 3, 5, 7 ve 14. günlerde yumuşak uçlu fırça yardımı ile ölü erginler sayılmıştır. Deneme sonuçlarına göre Detech ve Silicosec 1. günde en yüksek dozda sırasıyla % 7 ve %3 olarak belirlenmiştir. Üçüncü günde ise en yüksek dozda Detech ve Silicosec %97 ve %49 ölüm oranı elde edilmiştir. % 100 ölüm Detech preparatında 9 g/m² konsantrasyonda 5. günde, Silicosec preparatında ise 12 g/m² dozda, 14. günde elde edilmiştir. Tüm bu çalışmalar sonucunda; Detech'in, uluslararası standartlardaki ticari Silicosec preparatına kıyasla daha yüksek insektisidal etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Diatom, Detech, Silicosec, *Tribolium castaneum*

PESTS SEEN IN INDOOR ORNAMENTAL PLANTS AND AWARENESS LEVELS OF PEOPLE¹

Ezgi Nur YILMAZ (ORCID: 0009-0002-1506-4245)

Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection,
Tekirdağ-Türkiye, **Email:** ezginuryilmaaz@gmail.com (Responsible Author)

Prof. Dr. Özgür SAĞLAM (ORCID: 0000-0003-3138-2884)

Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection,
Tekirdağ-Türkiye, **Email:** osaglam@nku.edu.tr

Abstract

Indoor plants, beyond being an aesthetic material, have significant effects on human health and the environment. These plants have several beneficial potentials such as regulating indoor humidity, providing fresh air, relieving stress, and decorating views. Similar to field plants, indoor plants are also attacked by a variety of pests. The lack of awareness of people in the care and control of pests in indoor plants is one of the main reasons due to which many pests infect these ornamental plants and cause significant losses in the quality and quantity of plants in a short time. Keeping in view the importance of indoor plants, this study was planned. Within the scope of this study, the species of indoor plants in Tekirdağ Namık Kemal University Faculty of Medicine, Faculty of Agriculture, and Faculty of Arts and Sciences, the pests seen in these plants, and the species and pest awareness of the people in these places were investigated. Google Forms and printed material were used in the survey application. For this aim, 106 questionnaires were applied. Of the 106 participants in the study, 65.1% were women and 34.9% were men. Forty percent of the participants were students, the average age of the participants was 27 years and 70% of the participants had been interested in indoor plants for 5-10 years. It was determined that 58% of the participants experienced plant losses due to pests, 56% avoided the use of chemicals in the management of pests, while 60% preferred natural control methods. With the study conducted, 88.7% of the participants reported that the research greatly contributed to increasing their awareness of plant health. These results reveal that information sharing and such studies play an important role in the development of effective pest management solutions in indoor plants. This study reveals that the research planned to determine the losses caused by pests in indoor plants, pest identification, and control methods are important in terms of awareness.

Keywords: Indoor, ornamental plants, insects, survey

¹This study was supported by TUBITAK 2209-A University Students Research Projects Support Programme 2023/1 period, 1919B012303858 project number.

İÇ MEKAN SÜS BİTKİLERİNDE GÖRÜLEN ZARARLILAR VE KİŞİLERİN FARKINDALIK DÜZEYLERİ¹

¹Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı 2023/1 dönem, 1919B012303858 proje numarası ile desteklenmiştir.

Özet

İç mekan bitkileri, estetik bir unsur olmanın ötesinde, insan sağlığı ve çevre üzerinde önemli etkiler yaratabilen unsurlar olarak değerlendirilmektedir. Bu unsurların başında ortam nemini düzenleme, temiz hava sağlama, stres giderme ve dekoratif görünüm gibi potansiyelleri yer almaktadır. İç mekân bitkilerinde, bakım ve zararlılara karşı mücadelede kişilerin farkındalık düzeylerinin yeterli olmaması ve bu konu hakkında yeterince çalışmaların yapılmaması, pek çok zararlının diğer süs bitkilerine de bulaşım sağlamasına ve kısa zaman içerisinde de bitkilerde kalite ve kantitede önemli kayıplara yol açmaktadır. Bu çalışma kapsamında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Tıp, Ziraat ve Fen Edebiyat Fakültelerinde bulunan iç mekân bitkilerinin türleri, bu bitkilerde görülen zararlılar ve bu mekanlardaki kişilerin tür ve zararlı farkındalıkları araştırılmıştır. Anket uygulanmasında Google formlar ve basılı materyal kullanılmıştır. Bu kapsamda 106 adet anket uygulanmıştır. Araştırmada yer alan 106 katılımcının %65,1'ini kadınlar, %34,9'unu ise erkekler oluşturmuştur. Katılımcıların %40'ını öğrenciler oluşturmuş, katılımcı yaş ortalaması 27 yaş olarak belirlenmiş ve katılımcıların %70'inin 5-10 yıldır salon bitkilerine ilgi duyduğu belirlenmiştir. Katılımcıların %58'i zararlılar nedeniyle bitki kaybı yaşamış, sorunların çözümünde %56'sı kimyasal kullanımından kaçınırken, %60'ı doğal mücadele yöntemleriyle çözüm aradıkları belirlenmiştir. Yapılan çalışma ile ankete katılan bireylerin %88,7'si araştırmanın kendilerine bitki sağlığı konusundaki farkındalıklarını artırmada büyük katkı sağladığını belirtmiştir. Bu sonuç bilgi paylaşımının ve bu tip çalışmaların bitki bakımında karşılaşılan zararlılara yönelik etkili çözümler geliştirmede önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Bu çalışma iç mekân bitkilerinde zararlıların yol açtığı kayıplar ve zararlıları teşhis ve mücadele yöntemleri konularında yürütülecek çalışmalara farkındalık açısından önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: İç mekân, süs bitkileri, böcek, anket

**PHYTOCHEMICAL AND ANTIOXIDANT ANALYSIS OF *Rubia tinctorum* (L.)
ROOTS COLLECTED IN THE FES-MEKNES REGION OF MOROCCO**

Zakya M'hamdi^{1*}

Bensalem EL jeddaoui^{1,2}

Chaima Saihi¹

Mohamed Sabri¹

Mohammed Elhourri¹

Ali Amechrouq¹

¹Laboratory of Molecular Chemistry and Natural Substance, Moulay Ismail University,
Faculty of Science, B.P. 11201 Zitoune, Meknes City, Morocco

²Laboratory of Molecular Chemistry and Natural Substances (CMSN), Moulay Ismail
University-Faculty of Sciences, Zitoune BP 11201, 50000 Meknes, Morocco.

*correspondant auteur : za.mhamdi@edu.umi.ac.ma

Abstract

Rubia tinctorum (L.) is a species of the family Rubiaceae, known as Dyer's Madder, that was once widely cultivated for medicinal and dyeing purposes. In this exploration, we consider the main phytoactive agents in *Rubia tinctorum* (L.) and its application as a natural antioxidant. The *Rubia tinctorum* roots studied in this work were purchased from Souk Attarine, an ancient popular square located in the heart of the medina of Fez, Morocco. The market place has a rich diversity of plant species and thus an important resource for both traditional and scientific research.

Phytochemical screening revealed the presence of phytochemicals such as anthraquinones (mainly alizarin), flavonoids, phenolic compounds (including gallic acid), and tannins that may have the therapeutic and antioxidative properties. The results of the dosage showed a high total polyphenol yield of 58.32 ± 0.50 mg GAE/g extract, and in addition to that there was also found a high flavonoids content of 418.5 ± 0.72 mg QE/g extract, tannin average value was equal to 27.47 ± 1.23 mg TAE/g extract.

The antioxidant activity of an ethanolic extract of *Rubia tinctorum* (L.) was evaluated using three methods including a free radical scavenging test [2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl] (DPPH), a reducing power assay [ferric reducing antioxidant power] (FRAP) and ferrous ion chelation assay. Their results showed that extracts of *Rubia tinctorum* (L.) present a high antioxidant activity which was associated with the presence of anthraquinones and flavonoids. These results confirm and give scientific support for the use of *Rubia tinctorum* as an antioxidant in food, pharmaceutical and cosmetic applications. Because of the high polyphenol, flavonoid, and tannin contents oatmilk has the potential to be able to combat oxidative stress

which is a contributor to many chronic disease. The authors are willing to have further studies for bio availability and the rapeutic efficacy in vivo, which can be crucial for making this valuable plant sustainable in modern utilization.

Keywords : *Rubia tinctorum* (L.) ; *Polyphenol* ; *Flavonoid* ; *Tannin* ; *DPPH* ; *FRAP* ; *ferrous ion chelation assay*

UTILIZATION OF BIOREACTOR FOR THE CONVERSION OF ORGANIC WASTE AS ORGANIC AMENDMENT FOR SOIL FERTILITY AND CROP PRODUCTIVITY

Ganesh Kumar*

Prof. R.Y Hiranmai and Ajay Neeraj

School of Environment and Sustainable Development
Central University of Gujarat, Gandhinagar India (382030).

*E-mail : ganesh24cug@gmail.com

Abstract

Increasing population and current standards of living resulted in the generation of large quantity of organic waste. Improper management of organic waste causes serious economic, social and environmental impacts pollutes land and water, ultimately leads to loss of biodiversity and climate change. Eutrophication in surface water, groundwater contamination with leachates and acidification are some of the major problems indirectly or directly related to the generation of organic waste. Thus there is an urgent need in the development of efficient organic waste management strategies to achieve sustainable development goals by 2030, while supporting SDG 6, SDG 12, SDG 13, SDG 14 and SDG 15. The main objective of present study is to implement bioreactor strategy for converting organic waste as an organic amendment for increasing soil fertility and crop productivity. By utilizing bioreactor for the conversion of organic waste into useful soil amendments such as vermicompost, biofertilizer, and compost are the best approaches for the proper management of organic waste and best nutrient recovery option. Applicability of organic waste based organic amendment in soil increases fertility of soil, improves production of crops and decreases contaminants concentration by altering physico-chemical and biological attributes of soil. These amendments increase the concentration of macro and micro-nutrients in soil, by modifying cation exchange capacity, pH and soil porosity. Furthermore efficiency of prepared organic amendment from organic waste depends upon organic waste type, method of conversion, rate of application, soil and variety of crop. Selection of an appropriate soil amendment and recommended dose for particular crop variety and type of soil should be carried out carefully to avoid any impact on plant and soil.

Keywords : bioreactor, soil fertility, crop productivity

GREEN SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES USING *VERNONIA AMYDALINA* LEAVES EXTRACT AND IT'S ANTIBACTERIAL ACTIVITY

Yusuf Lawal^{*1}

Sulaiman Sani Yusuf²

Shamsu M. Aliyu³

Muslim Yusuf⁴

^{1,2,3,4}Department of Pure and Industrial chemistry, Faculty of Natural and Applied Sciences,
Umaru Musa Yaradua university, P.M.B 2218 , Katsina, Nigeria.
Corresponding author email: yusuflawal1065@gmail.com

Abstract

Research on the green synthesis of silver nanoparticles (AgNPs) using plant extracts as reducing agents is growing rapidly because they are eco-friendly and cost effective. *Vernonia amydalina* is one of the plant species that had potential in the green synthesis of AgNPs. In this study, the green synthesis of AgNPs was carried out by varying concentrations of silver nitrate (AgNO_3); 0.5ml, 1ml, 1.5ml, 2ml, and 2.5ml respectively. The UV-Vis spectra confirmed the formation of nanoparticles of the different ratio at absorption frequencies of 370nm - 410nm and the control showed the highest absorption peaks at 410nm. The FTIR spectra of silver nanoparticles exhibited prominent peaks at 2927 cm^{-1} and 1383 cm^{-1} . The FTIR result of the ethanol extracted AgNPs was good at 1371 cm^{-1} and 2922 cm^{-1} . The antibacterial activity results indicated that the 90% ethanolic extract of *Vernonia amydalina* showed activity toward both gram-negative bacteria: *Escherichia coli* and gram-positive bacteria: *Staphylococcus aureus*. The results showed that ethanol extract of the selected parts is highly susceptible against *Escherichia coli* with highest zone of inhibition of 14mm.

Keywords: Synthesis, Nanoparticles, Leaves, Extract and Antibacterial

**ANTI - INFLAMMATORY PROPERTIES OF SILVER NANOPARTICLES
MEDIATED WITH *NIGELLA SATIVA* OIL**

Hamsini Eisha E ^{1*}

Ashwini A ^{1*}

Sheron Kevin S ^{1*}

Venkateshwaran S ^{1*}

Selva Kumar V ^{1*}

Vijayalakshmi M ^{2*}

Bharath Institute Of Higher Education And Research, Chennai, Tamilnadu, India.
Final year Students^{1*}, Assistant Professor^{2*}

Abstract

The study aimed to synthesize silver nanoparticles (AgNPs) using *Nigella sativa* oil and evaluate their anti-inflammatory properties. Nanoparticles (NPs) have revolutionized various fields, including medicine, nutrition, and electronics. In medical applications, nanotechnology, particularly in drug delivery, offers significant advantages by reducing drug toxicity and side effects. *Nigella sativa*, often referred to as a "miracle seed," is known for its anti-inflammatory, diuretic, and antihypertensive properties. The green synthesis of nanoparticles using plant-based materials is a simple, cost-effective, and eco-friendly approach. This study focuses on the synthesis of *Nigella sativa* oil-mediated silver nanoparticles and their potential anti-inflammatory activity. Silver nanoparticles were synthesized by mixing *Nigella sativa* seed extract (1 mL) with a 2 mM AgNO₃ solution and incubating for one day. The resulting nanoparticles were collected through centrifugation and characterized using UV-Visible spectrophotometry, Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), and Scanning Electron Microscopy (SEM). The synthesized AgNPs were then assessed for their anti-inflammatory activity using both in vitro and in vivo models. The biosynthesized *Nigella sativa* oil-mediated silver nanoparticles were successfully fabricated and exhibited significant anti-inflammatory activity when compared to the standard. The findings suggest that *Nigella sativa* oil-mediated silver nanoparticles possess potent anti-inflammatory properties and could serve as effective antioxidants. These nanoparticles hold promising potential for use in various medicinal applications, particularly in the treatment of inflammation.

Keywords: Anti-inflammatory effect, *Nigella sativa*, Ranunculaceae, SEM analysis, Silver nanoparticles.

**NICKEL NEUROTOXICITY: INVESTIGATION INTO HIPPOCAMPAL
LATERALIZATION ON MEMORY PROCESS, AChE ACTIVITY,
NEUROINFLAMMATION AND OXIDATIVE STRESS MARKERS IN WISTAR
RATS**

^{1,2}**Mohamed Yassine El Brouzi**

¹**Mouloud Lamtai**

³**Wissal Baghdad**

¹**Abdelhalim Mesfioui.**

¹Laboratory of Biology and Health, Neurosciences, Neuro-immunology and Behaviour Unit,
Faculty of Science, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco.

²Compared Anatomy Unit, School of Veterinary Medicine, Hassan II Institute of Agronomy
and Veterinary Medicine, Rabat, Morocco.

³Department of Neurophysiology, Mohammed V Military Instruction Hospital, Rabat,
Morocco.

Corresponding Author: Email: mohamedyassine.elbrouzi@uit.ac.ma /
m.y.elbrouzi@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6978-3029>. Laboratory of
Biology and Health, Neurosciences, Neuro-immunology and Behaviour Unit, Faculty
of Science, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco.

Abstract

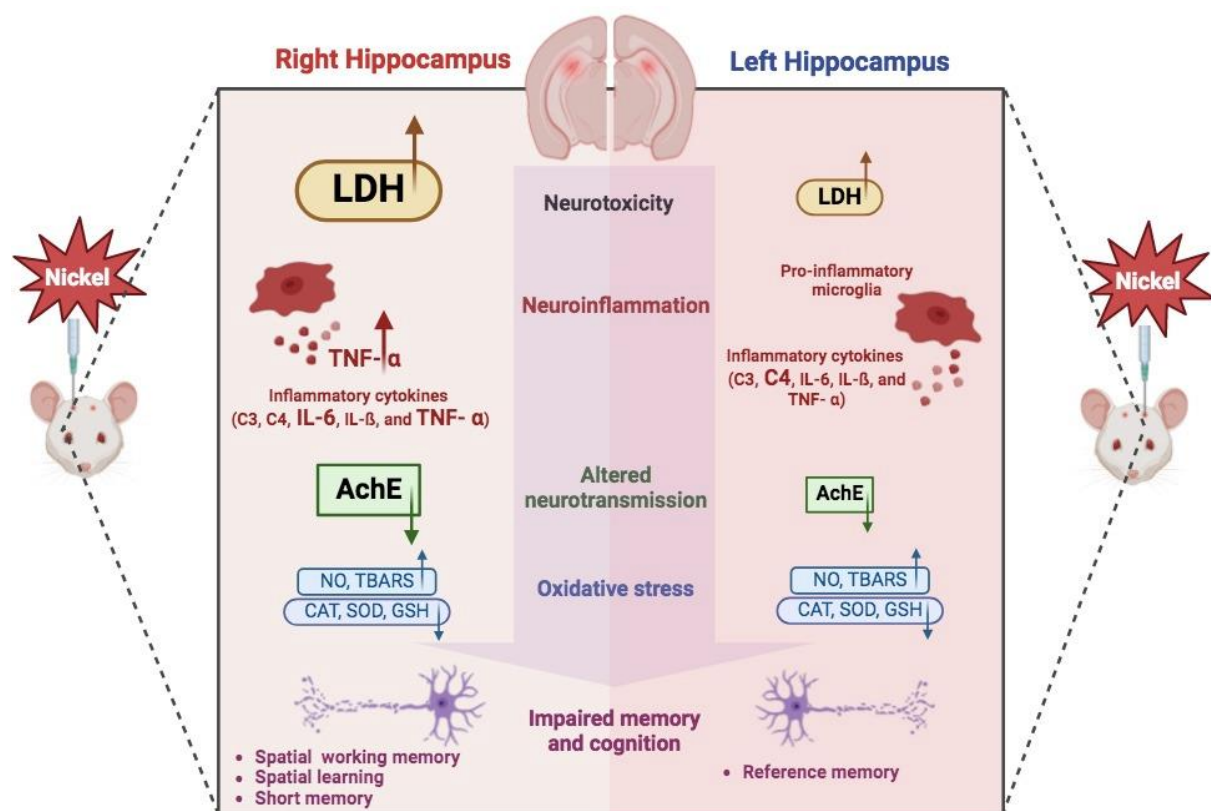
Nickel (Ni) is a heavy metal that is widely distributed in the environment and has harmful effects on human health, especially the central nervous system. Ni's accumulation capacity makes the hippocampus, a crucial brain region for memory and cognitive functions, particularly sensitive to its effects. However, the mechanisms underlying Ni neurotoxicity in the hippocampus are poorly understood. Our study aims to explore the neurotoxic effects of Ni on the hippocampus, highlighting differences between the right and left hippocampus in the Wistar rat. Using an integrated approach, we investigated the affective and cognitive changes. In addition, we assessed markers of cytotoxicity, cholinergic neurotransmission, neuroinflammation and oxidative stress following intrahippocampal Ni injection. Neurobehavioral tests revealed significant alterations in the affective and cognitive functions of Ni-exposed rats in the hippocampus. In addition, analysis of hippocampal lateralization revealed differences in the effects of Ni between the right and left hippocampus. Ni administration into the hippocampus induced cytotoxicity, and a significant decrease in AChE activity. Markers of neuroinflammation were also detected, with increased levels of complement compounds and proinflammatory cytokines. Furthermore, an increase in oxidative stress markers was observed. Finally, histological analyses revealed structural and cytotoxic

changes in the hippocampus, confirming the deleterious effects of Ni exposure. This study provides valuable insight into the mechanisms underlying Ni neurotoxicity, and underlines for the first time, the importance of taking hippocampal lateralization into account in neurotoxicology studies.

Key words: Nickel, Neurotoxicity, hippocampus lateralization, Acetylcholinesterase, Neuroinflammation, Oxidative Stress.

Graphical Abstract

Unravelling Nickel Neurotoxicity: Insights from hippocampal lateralization in Wistar rats.



EXPRESSION OF E-CADHERIN IN CANINE CUTANEOUS SQUAMOUS CELL CARCINOMA: A PROMISING MARKER OF AGGRESSIVENESS

Rita Files ¹

Cláudia Cardoso¹

Justina Prada ^{1,2}

Filipe Silva ^{1,2}

Isabel Pires ^{1,2,*}

¹ Department of Veterinary Sciences, University of Trás-os-Montes and Alto Douro, 5000-801 Vila Real, Portugal;

² Animal and Veterinary Research Centre (CECAV), Associate Laboratory for Animal and Veterinary Sciences (AL4Animals), University of Trás-os-Montes and Alto Douro, 5000-801 Vila Real, Portugal

* Correspondence: ipires@utad.pt, ritafiles2000@gmail.com (R.F.); lauscard@gmail.com (C.C.); jprada@utad.pt (J.P.); fsilva@utad.pt (F.S.)

Abstract

Cutaneous squamous cell carcinoma (CSCC) in dogs is a locally invasive tumor that frequently develops in poorly pigmented skin due to prolonged sun exposure. Identifying novel biomarkers, such as E-cadherin, is crucial for enhancing the diagnosis and prognosis of this disease. E-cadherin is a key molecule involved in cell adhesion and epithelial integrity, often linked to unfavorable outcomes in epithelial tumors, including CSCC. While traditionally recognized as a tumor suppressor, emerging research indicates that its role is more intricate. In later stages of cancer, E-cadherin dysregulation may unexpectedly contribute to cell migration, invasion, and tumor progression, adding to the complexity of its function in oncogenesis. This study examined E-cadherin expression in 47 canine CSCC cases through immunohistochemical analysis, focusing on staining intensity. The findings revealed a decline in E-cadherin expression as malignancy increased, though no statistically significant correlations were observed. However, this reduction may be related to the aggressiveness of the tumor, suggesting that E-cadherin may be a potential prognostic marker for this type of cancer. Furthermore, its relevance may extend to the development of new therapies for epithelial tumors. Further studies are needed to clarify its role in the progression of CSCC in dogs.

Keywords: cutaneous squamous cell carcinoma; E-cadherin; dogs; aggressiveness

MMP-9 IN CANINE CUTANEOUS SQUAMOUS CELL CARCINOMA: A MARKER OF TUMOR PROGRESSION AND MICROENVIRONMENT MODULATION?

R. Files^{1*}

C. Cardoso¹

G. Maia¹

M. Pinto²

M. Silva¹

J. Prada^{1,3}

F. Silva^{1,3}

I. Pires^{1,3}

¹ Department of Veterinary Sciences, University of Trás-os-Montes and Alto Douro, 5000-801 Vila Real, Portugal

² CGC - Clinical Genetics and Pathology Center, S.A, 4150-178 Porto

³ Animal and Veterinary Research Centre (CECAV), Associate Laboratory for Animal and Veterinary Sciences (AL4AnimalS), University of Trás-os-Montes and Alto Douro, 5000-801 Vila Real, Portugal

*Correspondence: Ritafiles2000@gmail.com

ritafiles2000@gmail.com (R.F.); lauscard@gmail.com (C.C.);

gabriela.maia98@gmail.com (G.M.); marpinto13@hotmail.com (M.P.); mari-silva99@hotmail.com (M.S.); jprada@utad.pt (J.P.); fsilva@utad.pt (F.S.) and ipires@utad.com (I.P)

Abstract

Cutaneous squamous cell carcinoma (CSCC) is the second most common type of skin cancer in humans and one of the most frequent in dogs. Interest in studying this type of tumor in animals has grown significantly, mainly due to its high mutational load. Among the biomarkers, metalloproteinases (MMPs) have stood out. MMPs are a family of calcium- and zinc-dependent proteases responsible for the extracellular matrix (ECM) degradation, with MMP-9, a gelatinase, being one of the most investigated. MMP-9 expression has been described as increased in several tumors and is associated with tumor progression and a relevant impact on prognosis. The main objective of this study was to evaluate the immunoexpression of MMP-9 in canine SCC. A descriptive analysis of MMP-9 expression was carried out, categorizing it in tumor cells as absent, weak, moderate, or strong intensity. SCC cases studied, in terms of marking intensity, 27 tumors showed strong intensity (+++), 6 showed moderate intensity (++) and 4 showed weak intensity (+). In all degrees of differentiation, a strong staining intensity

predominated. In addition, we found MMP-9 expression in the stroma and macrophages, suggesting its role in tumor progression and in modulating the tumor microenvironment. These findings highlight the potential of MMP-9 as a prognostic biomarker. Understanding its role in SCC could significantly improve our ability to predict the progression of this disease in dogs, leading to more effective treatment strategies.

Keywords: Metalloproteinase-9; immunohistochemistry; squamous cell carcinoma; canine

ESSENTIAL MICRONUTRIENTS FOR AUGMENTING REPRODUCTIVE EFFICIENCY IN DAIRY CATTLE DURING HEAT STRESS EXPOSURE

¹Dona Mary Eldhoseand

²Sejian V

1- College of Veterinary and Animal Science, Pookode, Wayanad, India

2- Rajiv Gandhi Institute of Veterinary Education and Research, Kurumbapet, Puducherry, India

Presenting author email: donaeldhose1998@gmail.com

Abstract

Maintaining optimal health and productivity in livestock is crucial, particularly in the face of heat stress. A balanced diet rich in essential nutrients is vital for animals to thrive. However, heat stress can disrupt this delicate balance, leading to reduced feed intake, increased mineral loss, and decreased vitamin levels. This can have devastating consequences for dairy cattle and buffalo reproduction, ultimately compromising overall productivity. Ruminants, such as cows and buffaloes, are particularly susceptible to deficiencies in critical nutrients like copper, selenium, and zinc. Adding niacin to feed can help protect against heat stress. Antioxidant supplements, such as vitamins C and E, also play a vital role in enhancing fertility during the period of heat stress. Studies have demonstrated that selenium supplementation can improve an animal's thermoregulatory abilities, resulting in better milk quality and composition. Chromium, a mineral with antioxidant properties, has also shown improved reproductive performance in cows under heat stress, attributed to its anti-inflammatory effects. Magnesium (Mg) and zinc (Zn) deficiencies are common in dairy animals, particularly those with reproductive issues. Mg deficiency can lead to spasms in the fallopian tubes, affecting gamete and embryo transport, and potentially causing fertilization failure or early embryonic death. Copper (Cu) and zinc (Zn) also play a crucial role in regulating reproductive hormones like progesterone and estradiol. Ensuring adequate Mg, Zn, and Cu levels is essential for optimal reproductive efficiency and preventing issues like repeat breeding. By addressing heat stress and nutritional deficiencies, farmers can improve dairy animal productivity, including higher milk yields, better milk composition, and increased fertility rates. This, in turn, can contribute to improved food security, supporting local economies, and creating jobs for small-scale farmers.

Keywords: Heat stress, Livestock, Dairy cattle, Productivity

BIOGENIC NANOPARTICLES FROM PLANTS: A SUSTAINABLE STRATEGY FOR PREVENTING AND TREATING ZONOTIC PATHOGENS

Ume Salma

(ORCID: 0006-2894-139X)

Department of Zoology, Wildlife and Fisheries, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan, Email: janam5400@gmail.com

Tasawar Iqbal

(ORCID: 0000-0002-5854-9069)

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan
Email: tasawariqbal177@gmail.com

Sidra Altaf

(ORCID: 0000-0001-7717-1375)

Department of Pharmacy, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan
Email: sidra.altaf@uaf.edu.pk

Maryam Manzoor

(ORCID: 0009-0009-1147-4109)

Department of Botany, University of Agriculture Faisalabad
Email: maryamdhilllo456@gmail.com

Abstract

Zoonotic diseases, transmitted between animals and humans, pose significant public health and economic threats worldwide. Traditional approaches to managing zoonotic diseases often rely on pharmaceuticals that can lead to issues such as antibiotic resistance, environmental contamination, and adverse effects on both animals and humans. In recent years, plant-derived nanoparticles (PDNPs) have emerged as a novel and promising approach in veterinary medicine to address these challenges. Derived from medicinal plants, PDNPs leverage unique biological properties and bioactive compounds that enhance therapeutic efficiency, reduce side effects, and offer targeted drug delivery. PDNPs exhibit properties such as high bioavailability, biocompatibility, and potential antiviral, antibacterial, and anti-inflammatory activities, which are particularly advantageous in treating zoonotic pathogens in animals. This abstract explores the synthesis, characterization, and application of PDNPs in veterinary contexts, examining their mechanisms of action against common zoonotic agents, including bacterial, viral, and fungal pathogens. By utilizing green synthesis techniques, PDNPs can reduce the environmental impact of veterinary treatments, aligning with sustainable and eco-friendly practices. We discuss key studies that demonstrate the efficacy of PDNPs in disease prevention and management, as well as their potential to mitigate zoonotic disease transmission to humans. Furthermore, this paper highlights the current limitations, regulatory concerns, and future directions for research in this field. With further development, PDNPs hold the potential to

revolutionize zoonotic disease management in veterinary medicine, offering safer, more sustainable, and cost-effective solutions for animal and public health. This innovative approach not only addresses the immediate need for effective zoonotic disease control but also supports One Health initiatives by bridging animal, environmental, and human health.

Keywords: Plant-derived nanoparticles; Veterinary medicine; Zoonotic disease management; Antimicrobial therapy; Sustainable drug delivery; One Health

EXPLORING THE PHARMACOLOGICAL BENEFITS OF GUAVA (*PSIDIUM GUAJAVA*) LEAF TEA IN FATTY LIVER DISEASE MANAGEMENT

Tasawar IQBAL

(ORCID:0000-0002-5854-9069)

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

Email: tasawariqbal177@gmail.com

Ali AHMAD

(ORCID: 0009-0009-5596-509X)

Institute of Horticultural Sciences, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

Email: aliahmad16afmj@gmail.com

Ume SALMA

(ORCID: 0009-0006-2894-139X)

Department of Zoology, Wildlife and Fisheries, University of Agriculture, Faisalabad,
Pakistan

Email: janam5400@gmail.com

Sidra ALTAF

(ORCID:0000-0001-7717-1375)

Department of Pharmacy, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan

Email: sidra.altaf@uaf.edu.pk

Abstract

Fatty liver disease (FLD), characterized by the accumulation of fat in liver cells, is a growing global health concern, with significant morbidity and mortality. Among its various forms, non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) is the most prevalent, often leading to steatosis, liver inflammation, and cirrhosis. With the rising burden of FLD, there is an increasing need for effective and accessible therapeutic interventions. Traditional herbal remedies have gained attention for their potential pharmacological properties, and one such remedy is guava (*Psidium guajava*) leaf tea. Guava leaves, rich in bioactive compounds, such as flavonoids, polyphenols, and antioxidants, have shown promising hepatoprotective effects in various studies. This abstract aims to explore the pharmacological benefits of guava leaf tea in the management of fatty liver disease, focusing on its ability to mitigate liver fat accumulation, reduce oxidative stress, and modulate inflammatory pathways. The phenolic compounds present in guava leaves, particularly quercetin and gallic acid, have demonstrated the potential to regulate lipid metabolism, enhancing fat oxidation while inhibiting lipogenesis. Moreover, guava leaf extract has been shown to decrease oxidative stress by scavenging free radicals and upregulating antioxidant enzymes such as superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT). Additionally, anti-inflammatory properties are attributed to guava leaves through the inhibition of pro-inflammatory cytokines and reduction in liver inflammation. Clinical evidence supports the

therapeutic potential of guava leaf tea in improving liver function and reducing serum transaminase levels, thus aiding in the reversal of early-stage fatty liver. This abstract provides an overview of guava leaf tea's multifaceted pharmacological effects, highlighting its potential as an adjunctive treatment in the management of fatty liver disease. Further clinical studies are warranted to validate these effects and establish optimal dosages for therapeutic use.

Keywords: Guava leaf tea, *Psidium guajava*, fatty liver disease, antioxidant, lipid metabolism, hepatoprotection.

UAV REMOTE SENSING AND DEEP LEARNING FOR PRECISION CITRUS YIELD ESTIMATION

Mohamed Jibril Daiaeddine*

Sara Badrouss

Abderrazak El Harti

El Mostafa Bachaoui

Mohamed Biniz

Hicham Mouncif

Abstract

Accurate citrus yield estimation is essential for effective precision agriculture and optimal resource management. Unmanned aerial vehicle (UAV) remote sensing offers a powerful solution by providing high-resolution imagery with exceptional temporal and spatial coverage, enabling farmers to make data-driven decisions. This study investigates the application of UAV imagery in combination with a deep learning object detection model for precise citrus yield estimation.

Citrus tree images were collected in natural field conditions using a UAV equipped with a quadcopter-mounted camera. To enhance dataset diversity and robustness, various data augmentation techniques were employed. The deep learning object detection model was optimized by adjusting its architecture and training parameters to improve accuracy in detecting citrus fruits.

The proposed approach demonstrated outstanding performance, achieving a precision of 96% and an F1-score of 97.95%, showcasing its effectiveness and practical potential for citrus yield monitoring and agricultural management.

**ECOTOXICOLOGICAL BIOASSAY WITH THE MICROALGA *Tetraselmis suecica*
TO ASSESS SEDIMENT QUALITY IN THE MOULAY BOUSSELHAM LAGOON
(MOROCCAN ATLANTIC COAST)**

Khatami Salma^{1,2}

¹University Hassan II, Faculty of Sciences Ain Chock, Casablanca, Morocco.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-1479-7730>

¹Corresponding author e-mail salmakhatami98@gmail.com

El Haimeur Bouchra²

²National Institute of Fisheries Research Casablanca, Morocco.

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

²authors e-mail: elhaimeur@inrh.com

Bouhallaoui Mina²

²National Institute of Fisheries Research Casablanca, Morocco.

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-6576-0311>

²authors e-mail: bouhallaoui@inrh.com

Errhif Ahmed¹

¹University Hassan II, Faculty of Sciences Ain Chock, Casablanca, Morocco.

¹Corresponding author e-mail: a.errhif@gmail.com

Abstract

Oceans are a vital resource for humanity, providing essential elements such as food, energy and water, while also playing a crucial role in maintaining our planet's climate balance. However, discharging anthropogenic activities into aquatic environments raises significant environmental and health concerns, as they can lead to long-lasting degradation of these critical resources. Industrial effluents often contain a mix of contaminants and pollutants, necessitating a thorough assessment of their potential dangers and risks before release into aquatic ecosystems.

In this study, we employed the bioassay "Inhibition of algal growth in *Tetraselmis suecica*" to assess the sediment quality. The test matrix corresponds to the pore water (PW) sediment phase. This matrix was obtained from intertidal sediments from coastal points along Morocco's Atlantic coastline.

Data processing was carried out using SPSS software.

The results showed that the test organism reacted differently to the samples tested, displaying different sensitivity. The various sites studied recorded toxicity levels ranging from good to poor, with virtually all samples inducing the inhibition effect to varying degrees. The variable sensitivity to the sediment phase pore water underscores the necessity of evaluating the toxicity of sediments as a whole, using different sediment phases.

Keywords: Sediment, bioassay, Inhibition of algal growth, *Tetraselmis suecica*, pore water.

INFLAMMATION AND MALE INFERTILITY: INSIGHTS INTO THE ROLE OF INFLAMMATORY BIOMARKERS IN SPERM QUALITY

Amal AOUMRANI¹

¹Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences Ain Chock, Department of Biology, Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Casablanca, Morocco.

¹<https://orcid.org/0009-0009-7168-9216>

¹amalaoumrani61@gmail.com

Ahlam ZARHOUTI²

²Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences Ain Chock, Department of Biology, Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Casablanca, Morocco.

²<https://orcid.org/0009-0001-7027-5013>

²ahlam.zarhouti@gmail.com

BouchraEL KHALFI³

³Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences Ain Chock, Department of Biology, Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Casablanca, Morocco.

³<https://orcid.org/0000-0002-1318-6233>

³bouchra.elkhalfi@gmail.com

AbdelazizSOUKRI^{4*}

⁴Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences Ain Chock, Department of Biology, Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Casablanca, Morocco.

⁴<https://orcid.org/0000-0003-4498-8324>

⁴ab.soukri@gmail.com

Abstract

Male infertility is one of the most widespread diseases with various etiologies. It is estimated that approximately 15 to 20% of all infertility cases are due to inflammation of the genital tract, characterized by elevated leukocytospermia. During the inflammatory process, excessive infiltration of leukocytes into the genital tract occurs, generating high levels of reactive oxygen species (ROS) in the semen, leading to oxidative stress. This may be associated with a significant release of inflammatory mediators such as cytokines, proteases, and other products resulting from oxidative stress. The high presence of leukocytes in semen can be a sign of localized inflammatory responses in the male genital tract, which may be responsible for poor semen quality. Some studies have highlighted a significant correlation between genital tract inflammation and alterations in semen quality. However, few studies have conclusively demonstrated the detrimental effect of certain inflammatory mediators on sperm parameters. It is within this context that the objective of the present study is set, primarily focusing on evaluating the impact of inflammation on semen quality through the assessment of new inflammatory biomarkers, which could be considered promising tools for detecting this

condition and predicting sperm alterations, with the aim of developing future strategies for the effective management of male infertility.

Key Words: male infertility, inflammation, leukocytospermia, inflammatory biomarkers, semen quality.

CT EXTRACT AS A GREEN INHIBITOR FOR THE CORROSION OF CARBON STEEL IN ANACIDIC ENVIRONMENT

Abderrahmane TALFANA¹

Sofia KEROUAD

Issam FORSAL¹

¹Laboratory of Engineering and Applied Technologies, School of Technology, Beni Mellal, Morocco

ORCID No: 0009-0004-8261-0810

E-Mail: abderrahmane.talfana@usms.ma

E-Mail: So.fiakd123@gmail.com

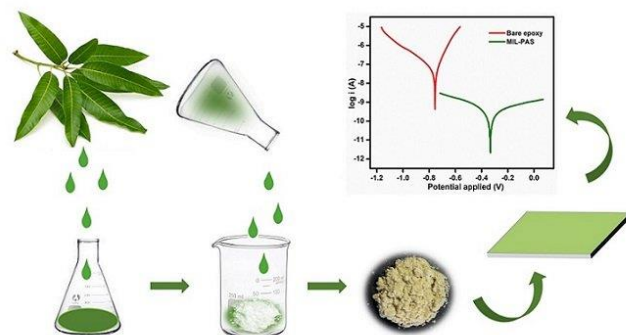
E-Mail: forsalissam@yahoo.fr

Abstract

Carbon steel (CS) materials are widely used in various industries and fields due to their significant chemical and physical properties. However, these materials are susceptible to corrosion in aggressive environments. This study explores the anti-corrosive properties of CS when exposed to an extract of CT in 1M HCl solutions, using electrochemical techniques such as electrochemical impedance spectroscopy and potentiodynamic polarization.

The results of potentiodynamic polarization confirmed that the extract acts as a mixed-type inhibitor, with a cathodic predominance, thereby slowing down both cathodic and anodic reactions. An appropriate equivalent electrical circuit model was applied to calculate the electrochemical impedance parameters. The results showed that the inhibition efficiency depends on the inhibitor's concentration, temperature, and immersion time. The efficiency reached 94% at a concentration of 2.5 g/L.

The findings from the electrochemical measurements are strongly supported by a surface morphology examination. The addition of the corrosion inhibitor results in a visibly smoother appearance of the CS, effectively suppressing corrosion on the CS sample. This observation suggests the formation of a CT adsorption film on the CS substrate.



Graphical Abstract: Extraction and Characterization of corrosion inhibitor.

COMPARATIVE ANALYSIS OF VARIOUS SOLVENT EXTRACTION OF BIO OIL FROM FLAMBOUYANT SEED FOR POTENTIAL INDUSTRIAL APPLICATION

¹³Haruna Abubakar Danya

²Saidu Akun Abdallah

³Alice Komolafe Gbemisola

^{1, 2 and 3} Department of Science Laboratory Technology
School of Science and Technology, Hussaini Adamu Federal Polytechnic Kazaure,
Jigawa State. Nigeria

*Correspondence Email: abubakarharuna34y@gmail.com
ORCID ID: 0009-0006-3325-5597

Abstract

Oil was extracted from flamboyant seeds using the soxhlet extraction method, the solvents: n-hexane, n-heptane and petroleum ether was used to carry out the extraction process. Percentage yield, proximate analysis, GC-MS and FTIR spectroscopy was carried out on the oil extract. The results for n-hexane, n-heptane and petroleum ether are as follows: 5%, 4.5% and 3.9%; moisture 5.8%, ash 6.10%, crude protein 30.71%, crude fat 5.53% and crude fiber 12.79%; The GC-MS identified compounds 22 compounds for the oil extracted using petroleum ether, 30 compounds for the oil extracted using n-hexane and 23 compounds for the oil extracted using n-heptane. The FTIR results shows that the oil contains alkane, aromatics, esters and saturated aliphatic, alcohols and primary and secondary amines/amides. The oil could have various industrial applications such as cosmetic, pharmaceutical applications and food and beverage industries.

**GREEN SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES USING ANNONA
SQUAMOSA EXTRACTS: INSIGHTS INTO THEIR PHARMACOLOGICAL
POTENCY**

Saniya Y. Desai*¹

Firoj A. Tamboli²

Samruddhi A. Pisal¹

Rajnandini V. Patil¹

Aishwarya M. Pujari¹

Shreya S. Patkar¹

*¹ Department of Pharmaceutical Quality Assurance., Bharati Vidyapeeth College of
Pharmacy, Kolhapur -416013 Maharashtra, India

²Department of Pharmacognosy, Bharati Vidyapeeth College of Pharmacy, Kolhapur -416013
Maharashtra, India

*Corresponding Author Email: saniyadesai001@gmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-7458-8491>

Abstract

In the era of increasing bacterial resistance and infectious disease outbreaks, developing effective therapeutic approaches against multi-drug resistant pathogens is essential. Here, silver nanoparticles were made from *Annona squamosa* seed and leaf extract and evaluated utilizing a range of characterisation methods, such as Fourier-transform infrared spectroscopy, X-ray powder diffraction, UV-vis scanning electron microscopy, and particle size. The produced AgNPs were evaluated for their capacity to inhibit a range of gram-positive and gram-negative bacteria, as well as to regulate inflammation and free radicals resulting from microbial infection-induced skin damage. Since AgNPs from seeds have a stronger effect than those from leaves, multiple batches of gel formulation were made using various gelling agents, including chitosan, HPMC. In addition to being tested for color, clarity, pH, viscosity, spreadability, extrudability, and other physical properties, the gel was also subjected to a centrifugation test and a drug release test. The F6 batch was selected to assess the antibacterial and antifungal activity because it performed better than the other batches in the evaluation test.

Keywords: *Annona squamosa*, Silver nanoparticles, Antimicrobial, Anti-inflammatory, Antioxidant

EVALUATION OF THE ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF VARIOUS NATURAL EXTRACTS

Kadiata Ba^{1*}

Amal Dagni¹

Bouchra ELKhalfi¹

Abdelaziz Soukri¹

¹Hassan II University, Faculty of Sciences Ain Chock, Casablanca, Department of biology, Laboratory of Physiopathology, Genetics, Molecular and Biotechnology, Casablanca, Morocco.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-4743-0221>

¹ORCID ID: [0000-0001-8771-2075](https://orcid.org/0000-0001-8771-2075)

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4498-8324>

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1318-6233>

¹kadiata.kadiata5@gmail.com

¹amaldagni@gmail.com

¹a_soukri@hotmail.com,

¹bouchra.elkhalfi@gmail.com

Abstract

This study is part of the evaluation of the activity of *Lycium barbarum* and *Psidium guajava* plant extracts on the growth of several multi-resistant strains, in particular *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Listeria monocytogenes*. The activity was measured using the well diffusion method and the synergistic effects of the extracts were tested.

The results show that the study of antibacterial activity suggests that *psidium guajava* extract is characterized by inhibitory activity against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Listeria monocytogenes*. *Lycium barbarum* extract did not show any activity against these bacteria. No difference was observed between the extracts alone and the synergies. Only *psidium guajava* showed antibacterial activity.

Keywords: *Lycium barbarum*, *Psidium guajava*, Antibacterial activity.

ZIBAN MICRO-REGION AN ILLUSTRATION OF URBAN AND AGRICULTURAL RESILIENCE

Soumia BOUZAHER

Department of architecture, Build Environment Resilient Laboratory. Mohamed Khider
University

Abstract

The *Ziban* lies on the southeast of Algeria, at the southern foot of Saharan Atlas' mountain range. This site makes it deserving "The gate of desert" connotation and allowed the region to play through the different periods of its existence a role of encounter, exchanging and transition between a well-equipped north and a disinherited south. The Ziban illustrated one of the best sustainable and urban resilience forms in fragile-ecosystem oases areas, through adaptation, environment respect and exchange of ecological advantages with this hostile environment.

“Urban resilience refers to the ability of an urban system-and all its constituent socio-ecological and socio-technical networks across temporal and spatial scales-to maintain or rapidly return to desired functions in the face of a disturbance, to adapt to change, and to quickly transform systems that limit current or future adaptive capacity.” (Meerow et al., 2016; page 39)

The Ziban micro-region (MRZ) has seen a number of crises since its establishment, including social ones like the transition from rural to urban life and military ones like invasion and colonization. The MRZ has proven to be incredibly resilient and adaptable in the face of all these challenges.

This contribution's goal is to illustrate the MRZ's resilience from an urban, agricultural, perspective.

Key words: Urban resilience, agricultural resilience, micro-region Ziban,

DECODING THE STRUCTURAL IMPORTANCE OF L-ASCORBIC ACID IN MITIGATING PLANT STRESS

Rahul Kumar Mishra *

Dheeraj Rathore

School of Environment and Sustainable Development, Central University of Gujarat,
Gandhinagar-382030, (Gujarat), India
Email: dheeraj.rathore@cug.ac.in

Abstract

Ascorbic acid (AsA) plays a key role in plant functioning, especially in mitigating plant stress (both biotic and abiotic). Because of the structural flexibility and stereochemistry of AsA, it exists in four isomers: L-AsA, D-AsA, L-isoAsA and D-isoAsA. Among these, L-AsA is the most biologically active and abundant form. A comprehensive study regarding dominance of L-AsA across other isomers of AsA is lacking. The study explored possibilities behind the superiority of L-AsA over other isomers and also discussed how the lactone ring acts under high heat stress. In L-AsA, the enediol groups at positions C2 and C3 has two hydroxyl groups next to a double bond. This arrangement is perfect for donating electrons and ensures high compatibility with plant enzymes. The enzyme L-galactono-1,4-lactone dehydrogenases which plays a crucial role in the Smirnoff-Wheeler pathway is highly stereospecific and favours the production of L-AsA. The other isomers cannot participate efficiently in enzymatic reactions due to their incompatible stereo-configuration. Monodehydroascorbate and Dehydroascorbic acid (oxidized form of L-AsA) serve as an antioxidant reserve as they can be enzymatically reduced back to L-AsA. Other isomers cannot interconvert with monodehydroascorbate and dehydroascorbic acid. Hence, other isomers are generated in very little amounts and have minimal biological activity. The conjugated double bonds of the cyclic lactone ring distribute the thermal stress and reduce strain. The intermolecular H-bonding among the hydroxyl group absorbs the heat and keeps the molecule stable and protects the cyclic ring from breaking down under moderate stress. Therefore, through stereospecificity and structural compatibility, L-AsA surpasses other isomers in mitigating plant stress.

Keywords: ascorbic acid, isomers, structure, plant stress

EFFECT OF TREATMENT ON THE PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF ACTIVATED CARBON FROM SOYA BEANS HUSK

Ibrahim Ahmed¹

a.ibrahim.ia68@gmail.com

¹ Chemical Engineering Department, Ahmadu Bello University

***Kazeem Ajadi Ibraheem¹**

kazeemolawale634@gmail.com

ORCID ID: [HTTP://ORCID.ORG/0000-0002-2474-881X](http://ORCID.ORG/0000-0002-2474-881X)

¹ Chemical Engineering Department, Ahmadu Bello University

*Corresponding Author's Email: kazeemolawale634@gmail.com

Abdullahi Nuraddeen Bakori¹

nbabdullahi88@gmail.com

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-6381-9449>

¹ Chemical Engineering Department, Ahmadu Bello University

Abstract

This research investigates the effect of different treatment in the production and characterization of activated carbon derived from soya bean husk, a waste material generated during soybean processing that accounts for approximately 10-15% of soybean weight. The increasing demand for efficient and cost-effective adsorbents in various industries has led to this exploration, soya bean husk presents a significant environmental disposal problem. This research aims to address these issues by investigating the potential of converting soya bean husk into activated carbon. Characterization results reveal that the base-activated carbon exhibits lower moisture content (4.21%) compared to the acid-activated counterpart (4.7%), indicating improved thermal stability and efficiency in adsorption processes. Additionally, ash content analysis shows an increase from 9.2% in untreated husk to 14.08% in base-activated carbon, suggesting its suitability for specific applications such as catalysis or ion exchange. In terms of bulk density, acid-treated carbon demonstrates a higher density, indicating a more compact structure, ideal for applications requiring higher surface area. Conversely, the lower bulk density of the base-activated carbon suggests advantages in water filtration and lightweight adsorption applications. The chemical treatment also influences surface chemistry: acid activation yields a neutral pH (7.4), making it suitable for diverse adsorption applications, while base activation results in an alkaline pH (8), enhancing the material's ability to adsorb acidic pollutants. FTIR analysis further supports these findings, indicating that base treatment enhances aromatic structures and introduces carbonate functionalities, whereas acid treatment significantly modifies cellulose and carbonyl groups, adding phosphate functionalities. These structural and chemical modifications are critical for improving the adsorption properties of the activated carbon, positioning it for potential applications in pollutant removal and catalysis. By comparing the effectiveness of soya bean husk-derived activated carbon utilizing acid and base

chemical activation, this research shows the aspect both derived activated carbon can be use and provides a low-cost alternative to conventional activated carbon, benefiting industries and promoting agricultural by-products' value addition.

Keywords: soya bean husk, FTIR, acid treatment, base treatment, bulk density, pH

ASSESSMENT OF THE ANTIBACTERIAL ACTIVITY AND PHARMACOKINETIC PROPERTIES OF TWO ESSENTIAL OILS: *Rosmarinus officinalis* AND *POGOSTEMON CABLIN*

Siham Fathallah¹

Fatima Mourabiti^{2,4}

Houda El Alami¹

Itto Maroui³

Abdelaziz EL Amrani⁵

Yassine Zouheir⁴

Samir Iben Moussa¹

- 1: Laboratory of Chemistry-Biochemistry, Environment, Nutrition and Health, Faculty of Medicine and Pharmacy of Casablanca, Hassan II University, Casablanca, Morocco.
2: Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Faculty of Sciences Ain Chock, Research Center of Health & Biotechnology, Hassan II University of Casablanca, 20100 Casablanca, Morocco.
3: Laboratory of Research in Oral Biology and Biotechnology, Faculty of Dental Medicine of Rabat, Mohammed V University, Rabat, Morocco.
4: Laboratory of Molecular Microbiology, Institut Pasteur of Morocco, Casablanca, Morocco.
5: Laboratory of Synthesis, Extraction and Physicochemical Study of Organic Molecules, Faculty of Sciences-Ain Chock, Casablanca, Morocco.

Abstract

Introduction: Essential oils (EOs) have well-established antimicrobial properties, and their effectiveness against microbial infections has been demonstrated even at low concentrations. This study aims to evaluate the *in vitro* antibacterial activity of two EOs, *Rosmarinus officinalis* (Ro) and *Pogostemon cablin* (Pc), and to investigate *in silico* their toxicity and the pharmacokinetic properties of their major components.

Materials and Methods: The EOs were tested against three bacterial strains (*Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, and *Staphylococcus epidermidis*). Antimicrobial activity was assessed using the agar diffusion method, and the minimum inhibitory concentrations (MIC) and minimum bactericidal concentrations (MBC) were determined.

Results: The results show that Ro and Pc EOs are effective against most of the tested strains. The MIC and MBC values were similar, indicating bactericidal effects. However, *in silico* results suggest that major components of these essential oils, such as Eucalyptol and Patchouli

Alcohol, exhibit good gastrointestinal absorption, cross the blood-brain barrier, follow favorable pharmacokinetics, and have low toxicity and drug interaction potential, making them promising candidates for therapeutic applications.

Conclusion: These EOs demonstrate promising potential as antimicrobial agents against bacterial infections, requiring further studies to assess their clinical applications.

Keywords: essential oils, antibacterial activity, major compounds, pharmacokinetic properties

THE INFLUENCE OF INCORPORATING WALNUT SHELL POWDERS ON THE MORPHOLOGY, THERMAL BEHAVIOR, AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF POLY(LACTIC ACID) (PLA)

Zineb El Hamri¹

M. Karaoui¹

M. Alami¹

M. Assouag¹

¹ Team of Innovative Materials and Mechanical Manufacturing Processes, ENSAM, University Moulay Ismail, B.P. 15290, Al Mansour, Meknes, Morocco.

*Corresponding E-mail: zineb.elhamri@edu.umi.ac.ma

Abstract

Poly(lactic acid) (PLA) is an environmentally friendly material; however, its widespread application is limited by its brittleness, slow crystallization rate, and low heat distortion temperature. To address these shortcomings, this study incorporated walnut shell (WS) powders into PLA. The influence of WS powders on the morphology, as well as the thermal and mechanical properties of PLA, was thoroughly examined. Characterization techniques such as differential scanning calorimetry (DSC), infrared (IR) spectroscopy, polarizing optical microscopy (POM), and various mechanical property tests were employed. The findings revealed that WS powders significantly affected the morphology and improved the thermal and mechanical behavior of PLA. The tensile strength, impact strength, and elongation at break of the PLA/WS composites initially increased with rising WS powder content, peaking at 0.5 wt%, where maximum values of 51.2 MPa, 23.3 MPa, and 19.0% were observed, respectively. Beyond this concentration, these properties declined. Compared to pure PLA, the composites exhibited reduced spherulite grain sizes and the formation of irregular polygonal structures during crystallization. Additionally, the melting, cold crystallization, and glass-transition temperatures of the PLA/WS composites were lower than those of unmodified PLA.

Keywords: Poly(lactic acid), walnuts shells, mechanical properties, composites, thermal properties.

References

- [1]: Raquez JM, Habibi Y, Murariu M, et al. Poly(lactide) (PLA)-based nanocomposites. *Prog Polym Sci* 2013; 38: 1504–1542.
- [2]: Cong DV, Hoang T, Giang NV, et al. A novel enzymatic biodegradable route for PLA/EVA blends under agricultural soil of Vietnam. *Mater Sci Eng C* 2012; 32: 558–563.
- [3]: Jonoobi M, Harun J, Mathew AP, et al. Mechanical properties of cellulose nanofiber (CNF)

reinforced polylactic acid (PLA) prepared by twin screw extrusion. *Compos Sci Technol* 2010; 70: 1742–1747.

IMPACT OF HEAT STRESS ON LIVESTOCK PRODUCTION IN THE SEMI-ARID REGION OF NIGERIA: A SYSTEMATIC REVIEW

Essien, K.F.¹

Raji, A. Y.¹

Ojo, T. S.²

Noah, U. T.³

Agwu, A. E.⁴

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bayero University, Kano

²Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Federal University Dutsin ma,
Katsina State, Nigeria.

³Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Akwalbom State University, Nigeria.

⁴Department of Animal Health and Production Technology, Federal Polytechnic Ngodo-
Isuochi, Abia State Nigeria.

¹Corresponding Author email: kemfonessien@yahoo.com

ORCID NO: 0000-0003-0790-3731

Abstract

Heat stress is a significant environmental challenge affecting livestock production, especially in semi-arid regions of Nigeria, where high temperatures and low humidity exacerbate animal physiological and metabolic stress. This review examines the impact of heat stress on livestock production in the semi-arid region of Nigeria, highlighting its effects on livestock productivity and economic sustainability. Heat stress occurs when an animal's ability to dissipate heat is overwhelmed by high environmental temperatures, leading to impaired physiological functions, reduced feed intake, and lower productivity.

The relationship between heat stress and livestock welfare has been well established, as prolonged exposure to high temperatures disrupts homeostasis, causing dehydration, oxidative stress, immune suppression, and altered reproductive performance. Thermoregulatory responses such as increased respiration, pulse, sweating, and behavioral adaptations (seeking shade and reducing wing flapping) are commonly observed in heat-stressed animals. These physiological responses, aimed at reducing body heat, often lead to reduced feed conversion efficiency, lower milk yield in dairy cattle, decreased weight gain in meat-producing animals, and poor egg production in poultry. Heat stress also affects reproductive performance in livestock by reducing conception rates, increasing embryonic mortality, and lowering hatchability rates, which are critical concerns in livestock breeding programs.

In the semi-arid regions of Nigeria, livestock production is predominantly extensive, relying on natural pasture and open grazing systems. However, climate change and rising temperatures

have intensified the frequency and severity of heat stress, posing significant challenges for low-income livestock farmers.

Various adaptive strategies have been explored to mitigate the adverse effects of heat stress, including genetic selection for heat-tolerant breeds, adequate shade and water provision, dietary modifications to enhance resilience, and the integration of precision livestock farming technologies for real-time thermal stress monitoring.

By implementing effective adaptation measures, livestock farmers in Nigeria's semi-arid regions can enhance their productivity, animal welfare, and economic viability in the face of climate change.

Keywords: Heat stress, livestock production, animal welfare, and semi-arid Nigeria.

EFFECT OF BEE BREAD (PERGA) ON CYTOKINES IN DIABETIC RAT KIDNEY

Nur AKMANALACABEY (ORCID: 0000-0003-4963-068X)

Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Health Sciences, Midwifery Department, Van, Turkey
Email: nurakman@yyu.edu.tr

Turan YAMAN (ORCID: 0000-0001-8811-9775)

Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology, 65040, Van, Türkiye, Email: turanyaman@yyu.edu.tr, (Responsible Author)

Meryem ÇALIŞIR (ORCID: 0000-0002-9890-8943)

Van Yüzüncü Yıl University, Van Health Services Vocational School, Van, Turkey
Email: meryemcalisir@yyu.edu.tr

Ahmet Ufuk KÖMÜROĞLU (Orcid: 0000-0002-0371-9251)

Van Yüzüncü Yıl University, Van Health Services Vocational School, Van, Turkey
Email: aukumuroglu@yyu.edu.tr

Abstract

Diabetes mellitus (DM) causes structural and functional deterioration by causing increase oxidative stress and inflammation in organs such as the kidneys as a result of prolonged hyperglycemia. Inflammation is an important pathophysiological mechanism of diabetic kidney disease. Beebread (perga) is a natural product known for its antioxidant and anti-inflammatory properties. This study aimed to investigate the effects of perga consumption on the levels of inflammatory cytokines such as C-reactive protein (CRP), TNF- α , IL-1 β , and IL-6 and histopathological changes in the kidney tissue of diabetic rats. For this purpose, 40 male Wistar albino rats were randomly selected and divided into five groups as control, DM, DM + perga, DM + acarbose, and perga. Experimental diabetes was induced by single-dose (55 mg/kg, intraperitoneal [i.p]) streptozotocin injection. DM + perga and perga groups were given 0.5 g/kg perga via orogastric gavage. At the end of the 28-day trial period, the rats were sacrificed and blood and tissue samples were taken. Cytokine levels in the kidney tissue were measured by ELISA. Histopathological changes between the groups were evaluated. The DM group showed significantly higher levels of inflammatory cytokines compared to the control group ($p < 0.05$). A decrease was observed in the cytokine levels in the DM + perga group compared to the DM group. Inflammatory parameters were observed to be at the lowest level in the group that received only perga ($p > 0.05$). Histopathologically, it was determined that the perga application supported improvement in some parameters. The results show that perga treatment has the potential to modulate inflammation in the kidney tissue of diabetic rats. Perga may be evaluated as a potential therapeutic agent that prevents or delays diabetes-induced kidney damage. These findings highlight the need for further preclinical and clinical studies on the anti-inflammatory effects of perga.

Keywords: Perga, diabetes, TNF- α , histopathology, kidney, rat

EFFECT OF BEE BREAD (PERGA) ON CYTOKINES IN DIABETIC RAT KIDNEY

Özet

Diyabetes mellitus (DM), uzun süreli hiperglisemi sonucu böbrek gibi organlarda oksidatif stres ve inflamasyonun artmasına yol açarak yapısal ve fonksiyonel bozulmalara neden olur. İnflamasyon, diyabetik böbrek hastalığının önemli bir patofizyolojik mekanizmasıdır. Arı ekmeği (perga), antioksidan ve anti-inflamatuar özellikleriyle bilinen doğal bir üründür. Bu çalışmanın amacı, perga kullanımının diyabetik ratların böbrek dokusunda C-reaktif protein (CRP), TNF- α , IL-1 β ve IL-6 gibi inflammatuar sitokin düzeyleri ve histopatolojik değişiklikler üzerine etkisini araştırmaktır. Bu amaçla, 40 adet erkek Wistar albino sıçan rastgele seçilerek; kontrol, DM, DM + perga, DM + akarboz ve perga olmak üzere beş gruba ayrıldı. Deneysel diyabet, tek dozluk (55 mg/kg, periton içi [i.p]) streptozotosin enjeksiyonu ile oluşturuldu. DM + perga ve perga grubu ratlara 0.5 g/kg perga günlük orogastrik gavaj yoluyla verildi. 28 günlük deneme süresi sonunda ratlar sakrifiye edilerek kan ve doku örnekleri alındı. Böbrek dokusundaki sitokin düzeyleri, ELISA yöntemiyle ölçülmüştür. Histopatolojik olarak gruplar arası değişiklikler değerlendirilmiştir. DM grubu, inflammatuar sitokinler açısından kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede daha yüksek düzeyler göstermiştir ($p < 0.05$). DM + perga grubunda, bu sitokin düzeylerinde DM grubuna göre azalma gözlenmiştir. Sadece perga uygulanan grupta ise inflammatuar parametrelerin en düşük düzeyde olduğu gözlenmiştir ($p > 0.05$). Histopatolojik olarak perga uygulamasının bazı parametrelerde iyileşmeyi desteklediği belirlenmiştir. Bu çalışmanın bulguları, perga tedavisinin diyabetik ratlarda böbrek dokusunda inflamasyonu modüle etme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Perga, diyabetin yol açtığı böbrek hasarını engelleyen veya geciktiren potansiyel bir terapötik ajan olarak değerlendirilebilir. Bu bulgular, perganın anti-inflamatuar etkileri doğrultusunda daha ileri prelinik ve klinik çalışmalara olan ihtiyacı ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Perga, diyabet, TNF- α , histopatoloji, böbrek, sıçan

STUDIES ON FLOWERING PERFORMANCE OF KAPAREIL ALMOND VARIETY

Ahmet Nuri ÖZDAĞ

Orcid No: 0000-0001-6129-8590

Sert Kabuklu Meyveler Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü/Adıyaman

ahmetnuri.ozdag@tarimorman.gov.tr

Rüveyda BAĞBOZAN

ORCID:0000-0001-9671-3141

Pamukkale Üniversitesi, Tavas Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü

Denizli, rbagbozan@pau.edu.tr

Abstract

The “Kapareil” almond variety, which can be used in the food industry and can pollinate each other with the Nonpareil almond variety, was obtained as a result of the Davis breeding program. Some studies have been conducted to determine the variety performance of the variety. In this research, studies on the determination of the Kapareil variety characteristics were examined and the performance of the Kapareil variety compared to other varieties was compared over the determined parameters (flowering time and density, yield, pomological characteristics). In particular, Rosetta, Sonara and Winters varieties, which can be pollinators of Nonpareil and bloom early, were compared with the economic varieties Nonpareil and Mission varieties.

As a result of the screening of the studies conducted; In California climate conditions, the first flowering time of the Kapareil almond variety starts between January 22 and February 7, full flowering is seen between February 10 and 15, and flowering ends between February 15 and 25. It was observed that the flowering periods of the Nonpareil variety and other early varieties are approximately the same, and it is 26 days earlier than the Mission variety. While the flower density during the flowering period has an average of 5.00 points out of 5, it has been observed that it is the variety with the most successful yield value among other varieties with 18.81 kg per tree and 1 230.19 kg per decare. It has been reported that fruit size and yield are at a medium level, and the tree structure is upright and spreading.

Keywords: Winters, Nonpareil, flowering, yield, pomology

KAPAREİL BADEM ÇEŞİDİNİN ÇİÇEKLENME PERFORMANSI ÜZERİNE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Özet

Gıda Sanayinde kullanılabilme imkânı olan ayrıca Nonpareil badem çeşidi ile birbirlerini tozlayabilen “Kapareil” badem çeşidi Davis ıslah programı sonucu elde edilmiştir. Çeşidin, çeşit performansının belirlenmesine yönelik bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu araştırmamızda, Kapareil çeşit özelliklerinin tespiti üzerine yapılmış çalışmalar ele alınarak, belirlenmiş parametreler (Çiçeklenme zamanı ve yoğunluğu, verim, pomolojik özellikler) üzerinden Kapareil çeşidinin diğer çeşitlere göre performansı karşılaştırılmıştır. Özellikle Nonpareil 'in tozlayıcısı olabilecek ve erken çiçek açan ortak deneme çeşitleri arasında Rosetta, Sonara ve Winters çeşitleri ile ekonomik çeşitlerden Nonpareil ve Mission çeşitleriyle karşılaştırılmıştır. Yapılmış çalışmaların taraması sonucunda; Kapareil badem çeşidinin Kaliforniya iklim koşullarında, ilk çiçeklenme zamanının 22 Ocak-7 Şubat gibi başlayıp, 10-15 Şubat tarihlerinde tam çiçeklenmesi görülüp, 15-25 Şubat tarihlerinde çiçeklenmesi nihayete ermektedir. Nonpareil çeşidi ve diğer erkenci çeşitler ile çiçeklenme dönemlerinin yaklaşık olarak aynı olduğu, Mission çeşidinden ise 26 gün daha erkenci olduğu görülmüştür. Çiçeklenme dönemindeki çiçek yoğunluğunun 5 puan üzerinden ortalama 5.00 puana sahip iken; ağaç başına 18.81 kg, dekara ise 1 230,19 kg değerleri ile diğer çeşitler arasında en başarılı verim değerine sahip çeşit olduğu görülmüştür. Meyve iriliği ve randımanı orta seviyede, ağaç yapısı ise dik ve yayvan olduğu bildirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kapareil, Nonpareil, çiçeklenme, verim, pomoloji

**THE ROLE OF WHEATGRASS (*Triticum aestivum*) PREPARATION IN THE
IMMUNOREGULATION OF INVASIVE DUCTAL CARCINOMA (IDC)**

Shrijana¹

Anisha Singha Deo¹

Sruthika SU¹

Shreya Karun¹

Kashish Bisaria¹

Pradeep R¹

Melvin George²

Koustav Sarkar¹

¹Cancer Immunology and Gene Technology Lab, Department of Biotechnology,
SRM Institute of Science and Technology, Kattankulathur, Chennai, Tamil Nadu 603203,
India

²Department Clinical Pharmacology, SRM Medical College Hospital and Research Centre,
Kattankulathur, Chennai, Tamil Nadu 603203, India

Abstract

Invasive ductal carcinoma (IDC), also called infiltrating ductal carcinoma, is the most common type of breast cancer. About 75% of all breast cancers are IDC. Since surgery, chemotherapy, radiotherapy and immunotherapeutic approaches show some side effects in the treatment of IDC, thus, we need to find out some alternative immunotherapeutic strategies with the help of some non-toxic natural plant-based products. As wheatgrass (*Triticum aestivum*) has potential anti-cancer properties, thus we utilized the wheatgrass preparation (WGP) in the modulation of immune-system in IDC. Our ELISA and mRNA data showed that wheatgrass preparation (WGP) stimulated activities of T_H1-specific cytokine (IFN γ) and transcription factor (TBX21) and suppressed the activities of T_H2-, T_H17- and Treg- specific cytokines (IL4, IL17, IL10) and transcription factors (GATA3, RORC and FOXP3). Moreover, WGP treatment also increased the expressions of *BRCA1* and *BRCA2*. Our Chromatin Immunoprecipitation (ChIP) and immunoblotting data demonstrated that WGP-treatment increased the activities of tumor suppressor proteins (p53, BRCA1), T_H1-specific transcription factors (T-bet, STAT1) and conversely, decreased the activities of transcription factors (DNAPKcs, STAT3) and pro-tumorigenic factors (Notch 1, c-Myc) on IFNG and TBX21 gene loci. Our flow-cytometry data showed that treatment with WGP not only increased the status of CD4⁺T_H cells but also it augmented the activity of CD8⁺T cells (Cytotoxic T lymphocytes) which in turn stimulate the

cytotoxicity of breast cancer specific cells (MCF-7 and MDA-MB-231). Therefore, the current study highlighted the potential of WGP as an immunoregulatory agent, offering a new avenue for modulating the immune system of the IDC patients.

Keywords: Wheatgrass (*Triticum aestivum*), Wheatgrass preparation (WGP), Invasive Ductal Carcinoma (IDC), T helper cells, Cytotoxic T cells, Tumor suppressors, Pro-tumorigenic factors.

TARGETED ENCAPSULATION OF α -TERPINENE WITH ENHANCED STABILITY AND POTENT ANTIBACTERIAL PROPERTIES THROUGH GUM ARABIC AND INULIN MATRIX

Amal Dagni¹

¹Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences Ain Chock, Department of Biology, Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Casablanca, Morocco.
<https://orcid.org/0000-0001-8771-2075>
amaldagni@gmail.com

Kadiata Ba¹

¹Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences Ain Chock, Department of Biology, Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Casablanca, Morocco.
<https://orcid.org/0009-0005-4743-0221>
kadiata.kadiata5@gmail.com

Souraya Sakoui¹

¹ Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences Ain Chock, Department of Biology, Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Casablanca, Morocco.
<https://orcid.org/0000-0001-7252-3597>
sakouisouraya@gmail.com

Abdelhakim Elmakssoudi²

² Department of Chemistry, Laboratory of Organic Synthesis, Extraction, and Valorization, Faculty of Sciences Ain Chock, Hassan II University of Casablanca, Maarif B.P, 5366, Casablanca, Moroccoh.elmakssoudi@gmail.com

Abdelaziz Soukri¹

¹ Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences Ain Chock, Department of Biology, Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Casablanca, Morocco.
<https://orcid.org/0000-0003-4498-8324>
a_soukri@hotmail.com

Bouchra Elkhalfi^{1*}

¹ Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences Ain Chock, Department of Biology, Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Casablanca, Morocco.
<https://orcid.org/0000-0002-1318-6233>
bouchra.elkhalfi@gmail.com

Abstract

α -terpinene exhibits notable antibacterial and antioxidant properties; however, its use as a food preservative is hindered by its high volatility and instability. This study overcomes these challenges by encapsulating α -terpinene in a biopolymer matrix composed of inulin and gum

arabic, known for their biocompatibility and biodegradability. We systematically evaluated the encapsulation efficiency and structural characteristics of the resulting microcapsules using advanced techniques such as FT-IR, SEM, and EDX to elucidate the chemical interactions and morphology. Additionally, thermogravimetric analysis (TGA) was employed to assess the thermal stability, while in vitro digestion studies evaluated the stability and bioaccessibility of the encapsulated compound. The formulation (C1) demonstrated a high encapsulation efficiency of 88%, yielding microcapsules with stability exceeding 80% and bioaccessibility above 40%. Moreover, these microcapsules exhibited controlled release during digestion and potent antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. Overall, our findings indicate that inulin and gum arabic are effective macromolecules for stabilizing α -terpinene, thus offering promising applications in the food industry.

Keywords: α -terpinene; Gum Arabic; Inulin; Stability; Antibacterial activity

ENCAPSULATION OF *Dysphania ambrosioides* ESSENTIAL OIL USING GUM ARABIC AND INULIN: CHARACTERIZATION, *IN VITRO* DIGESTION, AND ANTIMICROBIAL APPROACH

Amal Dagni¹

¹Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences Ain Chock, Department of Biology, Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Casablanca, Morocco.
<https://orcid.org/0000-0001-8771-2075>
amaldagni@gmail.com

Souraya Sakoui¹

¹ Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences Ain Chock, Department of Biology, Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Casablanca, Morocco.
<https://orcid.org/0000-0001-7252-3597>
sakouisouraya@gmail.com

Abdelhakim Elmakssoudi²

²Department of Chemistry, Laboratory of Organic Synthesis, Extraction, and Valorization, Faculty of Sciences Ain Chock, Hassan II University of Casablanca, Maarif B.P, 5366, Casablanca, Moroccoh.elmakssoudi@gmail.com

Abdelaziz Soukri¹

¹ Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences Ain Chock, Department of Biology, Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Casablanca, Morocco.
<https://orcid.org/0000-0003-4498-8324>
a_soukri@hotmail.com

Bouchra Elkhalfi^{1*}

¹ Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences Ain Chock, Department of Biology, Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Casablanca, Morocco.
<https://orcid.org/0000-0002-1318-6233>
bouchra.elkhalfi@gmail.com

Abstract

Dysphania ambrosioides essential oil (EO) possesses significant antibacterial and antioxidant properties. However, its application as a food preservation agent is limited due to high volatility and instability. Given the industrial relevance of this EO, developing new products that incorporate microencapsulated *D. ambrosioides* EO is recommended. This study addresses these challenges by encapsulating the EO using inulin and gum arabic (IN/GA) biopolymers, known for their biocompatibility and biodegradability. We systematically evaluated the encapsulation efficiency and structural properties of the resulting microcapsules. Advanced characterization techniques, including FT-IR, SEM, and EDX, were used to analyze the

chemical interactions and morphological characteristics of the microcapsules. The thermal stability of the microcapsules was assessed using TGA, while their stability and bioaccessibility were evaluated under simulated *in vitro* digestion conditions. The formulation (C1) used in this study demonstrated a high encapsulation efficiency (88%). The IN/GA formulations successfully microencapsulated EO and α -terpinene, producing microcapsules with high stability (>80%) and bioaccessibility (>40%). These microcapsules showed controlled release during digestion and exhibited strong antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. These findings suggest that inulin and gum arabic are effective macromolecules for stabilizing this EO, offering valuable potential applications in the food industry.

Keywords: *Dysphania ambrosioides*' essential oil; Gum Arabic; Inulin; Stability; Antibacterial activity

EVALUATION OF THE ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF VARIOUS NATURAL EXTRACTS

Kadiata Ba^{1*}

Bouchra EL Khalfi¹

Abdelaziz Soukri¹

¹Laboratory of Physiopathology, Genetics, Molecular and Biotechnology, faculty of Sciences
Ain Chock, Casablanca, Hassan II University of Casablanca, Maarif BP 5366, Casablanca,
Morocco

*kadiata.kadiata5@gmail.com

Abstract

This study is part of the evaluation of the activity of *Lycium barbarum* and *Psidium guajava* plant extracts on the growth of several multi-resistant strains, in particular *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Listeria monocytogenes*. The activity was measured using the well diffusion method and the synergistic effects of the extracts were tested.

The results show that the study of antibacterial activity suggests that *psidium guajava* extract is characterized by inhibitory activity against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Listeria monocytogenes*. *Lycium barbarum* extract did not show any activity against these bacteria. No difference was observed between the extracts alone and the synergies. Only *psidium guajava* showed antibacterial activity.

Key words: *Lycium barbarum*, *Psidium guajava*, Antibacterial activity.

**EXPLORING THE ANTIBACTERIAL POTENTIAL OF *Salvia Officinalis*
ESSENTIAL OIL AGAINST *Klebsiella pneumoniae*: A COMBINED *IN VITRO* AND *IN SILICO* STUDY**

Fatima Mourabiti ^{1*}

Fatima Zahra Jouga¹

Souraya Sakoui¹

Abdelaziz Soukri¹

Yassine Zouheir ²

Bouchra El Khalfi ¹

¹ Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Faculty of Sciences Ain Chock, Research Center of Health & Biotechnology, Hassan II University of Casablanca, 20100. Casablanca, Morocco.

² Laboratory of Molecular Bacteriology, Pasteur Institute Casablanca, Morocco.

[*fatimaamourabiti@gmail.com](mailto:fatimaamourabiti@gmail.com)

Abstract

Infections caused by *Klebsiella pneumoniae* multidrug-resistant (MDR) strains are related to prolonged hospitalization, higher risk of mortality, and increased treatment costs, representing a global challenge for public health services. This alarming situation increases antibiotic resistance worldwide, thus rendering the current antimicrobial agents ineffective. The threats posed by drug-resistant bacteria have led to a series of research to develop an alternative broad-spectrum antimicrobial.

This study explored the phytochemical analyses and antibacterial potential of *Salvia officinalis* essential oil (EO) using both *in-vitro* and *in-silico* experiments for drug discovery. The antibacterial activities of the EO were studied against *K. pneumoniae* by the disc diffusion method. The minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) of this EO were determined by micro-dilution. Finally, *in-silico* methods were employed to estimate their possible antibacterial mechanisms. Molecular docking was performed to calculate the predictive binding affinities of the major volatile component (Camphor) to three bacterial target proteins: penicillin-binding protein (PBP), quorum sensing LasR binding domain and DNA gyrase binding p using the AutoDock Vina program; prediction of drug-likeness properties and Toxicity prediction were carried out respectively by SwissADME and ProToxII online server. The results showed the EO's antibacterial activity against the two *K. pneumoniae* strains. In addition, the molecular docking study revealed that the major compounds from the EO have a significant potential to inhibit the protein target involved in bacteria

resistance. Furthermore, the SwissADME prediction results showed that Camphor satisfies the rule of five and exhibits acceptable drug-like characteristics. Findings suggest that the three EOs have interesting antibacterial activity. The *in-vitro* and *in-silico* studies gave a great potentiation and may constitute a promising option to control the emergence of MDR *K. pneumoniae*.

Keywords: Antibacterial activity, *Salvia officinalis*, *K. pneumoniae*, Molecular Docking, ADMET, *In-Silico*, *In-Vitro*.

BIOSYNTHESIZED OF DOPED CuO NANOPARTICLES: A NEW GREEN TECHNOLOGY FOR ENVIRONMENTAL REMEDIATION

Reguia BOUDRAA¹

¹University of bouira, FSSA, chemistry, bouira, Algeria.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3625-8989>

r.boudraa@univ-bouira.dz

Atmane Djermoune²

²University of bejaia, FSSA, Bejaia, Algeria.

atmane.djermoune@univ-bejaia.dz

Sarah Balit³

³University of bejaia, Microbiology, Bejaia, Algeria.

³ sarah.balit@univ-bejaia.dz

Farid Ait Merzeg²

²University of bejaia, FSSA, Bejaia, Algeria.

² farid.aitmerzeg@gmail.com

Hichem Tahraoui⁴

⁴University of medea, chemistry, medea, Algeria.

⁴ hichemm.tahraoui@gmail.com

Abstract

Environmental pollution, particularly from industrial dyes and chemicals, poses a significant threat to ecosystems and human health. Traditional wastewater treatment methods often prove inadequate and costly. Photocatalysis, an emerging technology, offers a promising alternative by utilizing semiconductor catalysts activated by light to break down pollutants.

In this study, we developed a green and sustainable method to synthesize tin-doped copper oxide (Sn-CuO) semiconductor nanoparticles using local plant extracts as reducing and stabilizing agents. The extraction was carried out under ultrasonic irradiation at 60°C. The presence of phytochemical and polyphenolic compounds in our extract was confirmed by infrared spectroscopy, suggesting their direct involvement in the nanoparticle formation process.

Structural characterization using X-ray diffraction revealed a well-defined crystalline structure of the Sn-CuO nanoparticles. Field emission scanning electron microscopy analysis estimated the average particle size to be between 17 and 70 nm. This size range, coupled with a large specific surface area, is conducive to enhanced catalytic activity. Increasing the tin concentration from 0 to 7% led to improved optical and photocatalytic properties. The synthesized Sn-CuO nanoparticles demonstrated remarkable photocatalytic performance under visible light irradiation for the degradation of the cationic dye Safranin O, achieving 95%

efficiency after 200 minutes of irradiation. This exceptional performance can be attributed to several synergistic factors. Furthermore, the nature of the light plays a crucial role in the photocatalytic performance of the synthesized nanomaterials, particularly the use of sunlight as an energy source to enhance the efficiency of photocatalysts. These green synthesized Sn-CuO nanoparticles show great potential for the treatment of colored wastewater. Their excellent photocatalytic activity, combined with their eco-friendly nature, makes them promising materials for the development of more sustainable pollution control technologies.

Keywords: green synthesis, Environmental pollution, photocatalysis, nanoparticles, Sn-CuO

EFFICACY OF SOME PLANT EXTRACTS IN CONTROLLING ASPERGILLUS NIGER AND RHIZOPUS STOLONIFER, THE CAUSAL AGENTS OF TOMATO (SOLANUM LYCOPERSICUM) FRUIT ROT IN BAUCHI TOWN

Adamu Dahuwa Abdulkadir¹

¹Federal College of Education (Technical), School of Secondary Education (Vocational),
Department of Agricultural Science Education, Gombe State, Nigeria

¹adamudahuwa78@gmail.com

Idris Mohammed Lawan²

²Federal College of Education (Technical), School of Secondary Education (Vocational),
Department of Agricultural Science Education, Gombe State, Nigeria.

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-2651-0290>

²idrismlawan@gmail.com

Ahmed Ishiyaku³

³Federal College of Education (Technical), School of Secondary Education (Vocational),
Department of Agricultural Science Education, Gombe State, Nigeria.

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-1674-2696>

³ahmedshiyaku@gmail.com

Mohammed Bunu⁴

⁴Ramat Polytechnic, School of Engineering, Department of Agricultural Engineering
Technology, Maiduguri, Borno State, Nigeria.

⁴bunukaleri@gmail.com

Abstract

The experiment was conducted in the microbiology laboratory of the Faculty of Science, Abubakar Tafawa Balewa University, Bauchi State, North Eastern Nigeria. It utilized Chinese date and African ebony extracts on prevalent wet rot of tomato. The treatments comprised two plant extracts, each with four varying concentrations (100, 200, 300, and 400 g/l), evaluated alongside Mancozeb as a control. The treatments were laid out in a completely randomized design (CRD) with three replications. The results of the experiment showed that Chinese date leaf extract was significantly ($p < 0.001$) different in controlling both *A. niger* and *R. stolonifer* at (0.005) levels, respectively. However, it was observed that treating tomato with varying concentrations of Chinese date was found significantly ($p < 0.001$) different at 200g/l in controlling *A. niger* and *R. stolonifer* in both curative and preventive methods, respectively. Similarly, *A. ebony* was highly significant ($p < 0.001$) compared to Chinese date, respectively, in both methods of control, being more effective in reducing tomato weight loss. Based on the results of this study, it is therefore recommended that farmers should use either Chinese date or African ebony at 100g/l as a post-harvest treatment for tomato as a control measure for *Aspergillus niger* and *Rhizopus stolonifer*.

Keywords: Plant Extract, Causal Agents, Aspergillus, Rhizopus stolonifera and Post harvest treatment.

APPROXIMATE SOLUTION OF FISHER'S EQUATION USING HHPKTT METHOD

D. GROVER

SRM UNIVERSITY DELHI NCR SONEPAT

Email: groverd2009@gmail.com

Abstract

In this paper Hybrid homotopy perturbation KT-transform method (HHPKTTM) been employed to obtain approximate numerical solution of Fisher's equation. The author is concerned with the assembly of the hybrid method, which is a reliable combination of HPM (Homotopy Perturbation Method) and KT-Transforms. The usefulness of the method is established by numerical tests. The obtained results by using HHKTTM of Fisher's equation show that the approximate solution converges very rapidly to the exact solution. It is observed that HHKTTM is effective and more accurate. The numerical illustrations have been carried out with help of MAPLE and MATLAB software.

Key-Words: Homotopy; Fisher equation; PDE; Approximate Solution

EFFECT OF NITROGEN APPLICATION RATE ON SOME PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF BREAD WHEAT GENOTYPES

Tofiq I. ALLAHVERDIYEV^{1,2*}

Lachin E. NOVRUZOV¹

¹Research Institute of Crop Husbandry Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan, Pirshagi, Sovkhoz-2, AZ1098, Baku, Azerbaijan, tofiga896@gmail.com

²Institute of Molecular Biology & Biotechnologies, Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, 11 IzzatNabiyev Str., AZ1073, Baku, Azerbaijan

Abstract

Nitrogen is an important element of living organisms, is a part of proteins, nucleic acids, pigments, and other compounds. Wheat (*Triticumaestivum* L.) is an important cereal crop in human nutrition, is a source of proteins, carbohydrates, vitamins and mineral elements. Global wheat production has increased more than 2.5 times since the Green Revolution as a result of the introduction into the genome of the dwarf (Rht) genes, improved cultivation, farming practices and better fertilization. As a consequence, the demand for nitrogen fertilizer has also increased by 4.5 times (Phillips and Norton, 2012). Improper optimization of the rates and ratios of nitrogen application reduces grain yields of wheat and increases the nitrogen loss, thereby affecting environmental quality. We aimed to study the effect of different rates (0, 90kgN/ha, 120kgN/ha, 150kg N/ha) and application types (full and split) of nitrogen fertilizer (NH₄NO₃, 33% N) on some physiological, agronomical parameters of 3 bread wheat genotypes (Gobustan, Gyrgyzgul 1 and Gyzybugda) grown in field conditions. An increase in the rate of nitrogen fertilizer had a positive effect on gas exchange parameters (net photosynthesis rate, stomatal conductance, intercellular CO₂ concentration and transpiration rate), chlorophyll a, b and carotenoids content, relative water content, stem dry mass, number of stems per m², aboveground dry mass, grain yield. At the same time, a full application of fertilizer was more effective compared to split application (45% at tillering, 40% at stem elongation and 15% at heading). The highest flag leaf gas exchange parameters were detected at full application of 90kgN/ha and at split application of 150kgN/ha in Gobustan genotype, at full and split application of 120kgN/ha in Gyrgyzgul 1 genotype and at full and split application of 150kgN/ha in Gyzybugda genotype. The highest grain yield of genotypes was detected at 150kgN/ha rates, both during full and split application. In comparison with unfertilized plants, grain yield constituted 146%, 72%, 79% at full application and 126%, 68%, 66% at split application in genotypes Gobustan, Gyrgyzgul 1 and Gyzybugda. The studied parameters were close at 120kgN/ha and 150kgN/ha rates.

Keywords: bread wheat, nitrogen fertilizer, physiological parameters, grain yield, nitrogen rate

**DPPH ANTIOXIDANT ACTIVITY, TOTAL FLAVONOID AND TOTAL PHENOLIC
CONTENT OF *ADANSONIA DIGITATA* LEAVES AND STEM BARK**

¹Abdulaziz Rabi Abdulkadir

¹Salim Abdullahi Yahaya

¹Department of Plant Biology, Federal University Dutse, Jigawa State, Nigeria

*Corresponding Author's Email: warure08@gmail.com

Orcid number: 0000-0002-0997-4165

Abstract

Adansonia digitata L. popularly called Baobab is an important multipurpose tree plant of the semi-arid and sub humid zones of sub-Saharan Africa. Which is widespread throughout the drier and hot regions of tropical Africa. This remarkable, fruit bearing tree has a short, swollen trunk with a girth of about 28m, ending in thick with a wide-spreading branches that carry a large, round canopy reaching a height of up to 25m. it is a resourceful medicinal plant. Almost all parts of the plant are used in traditional and folklore medicine. This study was conducted to measure antioxidant activity, total phenolic content (TPC) and total flavonoid content (TFC) in a crude extract of different parts of the Baobab. 1,1-Diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH) radical scavenging was used to evaluate antioxidant activity, while total phenolic and total flavonoid compounds were measured using the Folin-Ciocalteu method and aluminium chloride (AlCl₃) assay, respectively. The result revealed the standard ascorbic acid show the highest antioxidant activity (96.66 %), follow by stem bark with the free radical scavenging activity of (91.64 %), while leaves revealed 89.56 % at the concentration of 1000 µg/ml, the stem bark revealed highest total phenolic content and total flavonoid content with 358.23mgGAEqv/g and 970.73 mgQCEqv/g respectively, while leaves showed 353.05mgGAEqv/g and 791.4mgQCEqv/g respectively. The results showed that *Adansonia digitata* leaves and stem bark exhibited significant antioxidant activity, as measured by the DPPH assay. This implies that the plant extracts have potential antioxidant properties.

Key words: *Adansonia digitata*, Baobab, Antioxidants leaves and stem bark

**ISOLATION, CHARACTERIZATION, AND ANTIBACTERIAL POTENTIAL OF
STREPTOCOCCUS BOVIS AGAINST AQUACULTURE PATHOGENS**

Fatimazahra Jouga¹

¹Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Faculty of Sciences
Ain Chock, Health and Biotechnology Research Centre, Hassan II University of Casablanca,
Maarif B.P 5366, Casablanca, Morocco.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-5931-6886>, jougafatimazahra@gmail.com

Fatima Mourabiti²

²Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Faculty of Sciences
Ain Chock, Health and Biotechnology Research Centre, Hassan II University of Casablanca,
Maarif B.P 5366, Casablanca, Morocco.

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-9259-5759>, fatimaamourabiti@gmail.com

Souraya Sakoui³

³Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Faculty of Sciences
Ain Chock, Health and Biotechnology Research Centre, Hassan II University of Casablanca,
Maarif B.P 5366, Casablanca, Morocco.

³ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7252-3597>, sakouisouraya@gmail.com

Reda Derdak⁴

⁴Department of Biology, Faculty of Sciences El Jadida, Chouaïb Doukkali University, B.P 20,
El Jadida 24000, Morocco

⁴ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0647-3741>, reda.derdakk@gmail.com

Abdelaziz Soukri⁵

⁵Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Faculty of Sciences
Ain Chock, Health and Biotechnology Research Centre, Hassan II University of Casablanca,
Maarif B.P 5366, Casablanca, Morocco.

⁵ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3288-2901>, a_soukri@hotmail.com

Bouchra El khalfi⁶

⁶Laboratory of Physiopathology, Molecular Genetics & Biotechnology, Faculty of Sciences
Ain Chock, Health and Biotechnology Research Centre, Hassan II University of Casablanca,
Maarif B.P 5366, Casablanca, Morocco.

⁶ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1318-6233>, bouchra.elkhalfi@gmail.com

Abstract

As the global aquaculture industry continues to expand, it has increasingly encountered serious challenges, particularly due to the spread of infectious diseases. Vibriosis is one of the most prevalent bacterial infections, leading to high mortality in aquatic environments. Antibiotics and chemicals are commonly applied to combat these diseases. However, these treatments have

been widely criticized since they represent a potential risk to aquatic species, consumer and the environment. Therefore, the research of novel, natural and potent antimicrobials, offers a sustainable alternative to minimize the use of aqua chemicals in aquaculture.

In this context, a bacterial strain has been isolated from the gastrointestinal tract of marine fish and identified based on its morphological, phenotypical and biochemical features using gram staining, catalase test, kligler test and simmon citrate test, as well as on the phylogenetic analysis of the 16S rRNA sequencing. The cell-free supernatant (CFS) of the bacterial strain was subsequently evaluated for its capacity to inhibit the *in-vitro* growth of *Photobact. damsela subsp. damsela* and *Vibrio mediterranei* that are common pathogens known to cause vibriosis in fish.

The selected strain was identified as *Streptococcus bovis*, and it showed important antibacterial activity against the two pathogens. The results suggest that the isolated strain may play an important role in the control of vibriosis caused by *Photobact. damsela subsp. Damsela* and *Vibrio mediterranei* in aquaculture.

Keywords: Lactic acid bacteria, antibacterial activity, vibriosis, aquaculture

**THE CHEMICAL COMPOSITION OF ROSEMARY (*Romarinus officinalis*. L) IN
THE WILAYA OF KHENCHELA (ALGERIA)**

Mamen Nassima¹

¹Department of Agronomy, Faculty of Natural and Life Sciences, Abbes Laghrour University,
Khenchela, Algeria, ¹mamen.nassima@univ-khenchela.dz

¹ORCID: 0000-0003-4544-0408

Benabdallah Amina²

²Department of Agronomy, Faculty of Natural and Life Sciences, Chadli Bendjedid
University, B P 73, EL Tarf, 36000 Algeria.

²benabdallah-amina@univ-eltarf.dz

²ORCID: 0000-0002-7729-1294

Maayouf Rabeh³

³Department of Agronomy, Echahid Hamma Lakhdar University El Oued, Algeria.

³mayouf-rabah@univ-eloued.dz

³ORCID: 0000-0003-1825-2284

Abstract

The Rosemary plant species play an important role as nutritional plant in feeding systems, also as medicinal plant and aromatic plant. It becomes necessary to put precise methods to evaluate the quality of the nutritional value of this aromatic plant. The purpose of this study was to evaluate by analysis or by prediction formulas the nutritional value of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*). The research was carried out in Khenchela Wilaya located in North-Est of Algeria. It is a question of determining the chemical composition (DM, OM, ASH, CP, CF, and EE). The results obtained show a variation in DM which is between 35.6% and 38.6%, the ASH oscillates between the extremes of 4.80% and 5.50%, CP contents which vary between 1.8% and 2%, the OM between 94.8% and 95.2% and the EE between 24% and 30%. We can conclude that the plant *Romarinus officinalis*. L is of very good quality of nutritional value. Indeed, the determination of the chemical composition contributes to the preservation, rational exploitation and sustainability of the biodiversity of the ecosystem.

Keywords: Aromatic plants, medicinal plants, chemical composition, Rosemary.

EXPLORING THE POTENTIAL OF BANANA PEDUNCLE JUICE IN PLANT GROWTH ENHANCEMENT

¹S Pragadeeshwaran

M Tech Biotechnology, Rajalakshmi Engineering College

^{2*}Dr. K. R. Preethy

Assistant professor, Rajalakshmi Engineering College

Abstract

Hydroponics is an innovative, soilless farming technique where plants receive nutrients directly through a water-based solution. This efficient and sustainable method uses significantly less water than traditional farming and eliminates the need for soil, making it ideal for regions with poor soil quality, limited land usage, or scarce water resources. Hydroponic systems are also well-suited for urban and indoor environments, reducing pesticide use and transportation costs, thereby minimizing environmental impact. The research focus on improving scalability, affordability, integrating renewable energy sources, and developing automated systems for better resource management. This study explores the potential of banana peduncle stalks supporting banana bunches as a sustainable nutrient source for hydroponic farming. Banana peduncles constitute approximately 13% of a bunch's total weight and are typically discarded as waste. Extracting and utilizing their nutrient-rich juice as a natural fertilizer offers a promising way to reduce organic waste while enhancing hydroponic productivity. The study aims to extract and characterize the banana peduncle juice, its nutrient composition, and evaluate its effectiveness in hydroponic plant growth under different conditions. By utilizing this abundant agricultural byproduct, the research contributes to sustainable food production, environmental conservation, and waste reduction. Hydroponics accelerates plant growth, cuts water usage by up to 90%, and is highly adaptable to urban farming, greenhouses, and areas with space limitations. Utilizing banana peduncle juice in hydroponics could offer an eco-friendly and cost-effective alternative to synthetic fertilizers, addressing key agricultural challenges such as land scarcity, population growth, and resource depletion.

Key words: Organic waste management, Banana peduncle, Hydroponics, Soilless forming, Plant growth analysis.

INNOVATIONS AND SUSTAINABLE PRACTICES IN RICE CULTIVATION IN MOROCCO: AN OVERVIEW OF CURRENT AND FUTURE TRENDS

Fathalah ELWAHAB^{1,2}

Dr. Mohamed SEDKI²

Mr. Chatto Abdelaziz²

Mr. Chérif Er-Raouidi²

Prof. Najiba BRHADDA¹

Prof. Rabea ZIRI¹

¹University Ibn Tofail, Faculty of Sciences, Laboratory of Plant, Animal, and Agro- Industry Productions, B.P. 242, 14000 Kenitra, Morocco

²Regional Center of Agricultural Research of Kenitra, B.P. 257 14000 Kenitra, Morocco

fathalah.elwahab@uit.ac.ma
[ORCID: 0000-0002-3154-361X](https://orcid.org/0000-0002-3154-361X)

Abstract

Rice cultivation in Morocco is a vital component of the agricultural sector, contributing to food security and the rural economy. This presentation explores recent innovations and sustainable practices shaping rice cultivation in the region. Drawing on agronomic data, case studies, and experimental approaches, we highlight the strategies adopted to optimize production, manage water resources, and minimize environmental impact. Additionally, we will discuss future prospects and challenges to ensure resilient rice production in the face of climate change and market demands. This presentation aims to provide a platform for researchers, farmers, and policymakers to exchange ideas and promote innovative and sustainable agricultural practices.

Keywords: Rice Cultivation; Agricultural Innovations; Sustainable Practices; food security

A REVIEW OF MYCOTOXINS AND FOOD STORAGE IN NIGERIA

Emmanuel Ugochukwu Anaso^{1*}

Alhassan Muhammad Salihu²

¹Department of Animal Science, University of Abuja, PMB 117, Gari, Airport Road,
Abuja, Nigeria

²Raw Materials Research and Development Council, 17 Aguiyi Ironsi Street, Maitama
District, Abuja, Nigeria

Abstract

Fungi create secondary metabolites called mycotoxins, which, in small amounts, are poisonous to vertebrates and other animal species. Classifying and defining mycotoxins is a challenging task. Depending on which organ they affect, doctors frequently order mycotoxins. There are several types of mycotoxins, including nephrotoxins, hepatotoxins, immunotoxins, and neurotoxins. They can also be categorized according to the type of microbe (fungus) that produces them. For example, *Penicillium citrinum* produces citrinin, *Aspergillus ochraceus* produces ochratoxin, *Penicillium patulum* produces patulin, and *Penicillium citrinum* produces fumonisins. Since most yeasts and molds don't need much water, they are always found in cereals, grains, seed foods, nuts, and nut products. Additionally, they are linked to vegetables, herbal remedies, animal feed, milk, and milk products. The presence of mycotoxins in tropical foods and feedstuffs can have negative health effects, including immunotoxicity, hepatotoxicity, neurotoxicity, and nephrotoxicity.

Keywords: Mycotoxins, Fungi, Toxicity, Classification, Health impacts

PLANT-MICROBE INTERFACE: IMPLICATION FOR CROP HEALTH AND PRODUCTIVITY

Omoleye, M.T.

Crop Protection and Pathology Division
Cocoa Research Institute of Nigeria, Ibadan, Nigeria (CRIN).

*omoleyetoluwalope@gmail.com

Abstract

The world's daily growing population and increasing food insecurity (hunger and malnutrition) pose significant challenges to modern agriculture. To meet these demands, it is essential to develop innovative and sustainable approaches to enhance crop productivity and health. One such approach is to harness the power of plant microbes, which have evolved over millions of years to form an intricate relationship with their host plants. The plant microbiomes (bacteria, fungi, protists, nematodes and viruses) can either be into a symbiotic or pathogenic relationship (causes disease) with the host plant, inhabits various niches within and around plant tissues, plays a pivotal role in modulating crop health and productivity. The plant-microbe relationship influences various aspects of plant growth, development and defense as they are not only capable of enhancing nutrient acquisition but they can also induce systemic resistance against pathogens, promote stress tolerance, degrade organics pollutants and also produce plant growth-promoting substances. This review aims to delve into the world of plants and microbes in order to illicit the multifaceted roles played by the interactions between plants and microbes in crop health and production while highlighting their potentials in sustainable agriculture and food security in the country.

Keywords: Crop productivity, Food insecurity, Plant microbes, Sustainable agriculture.

PRECISION AGRICULTURE: A GAME CHANGER IN KOLANUT PRODUCTION IN NIGERIA

Omoleye, M.T

Laoye, F.T

Bobinihi, M.O

Crop Protection Division.
Cocoa Research Institute of Nigeria, Ibadan, Nigeria (CRIN).
*omoleyetoluwalope@gmail.com

Abstract

Nigeria is the world largest producer of kolanut accounting for about 70% global production and contributes immensely to the nation's agricultural economy. To sustain its current level in the world global market, there is need to adopt precision agricultural techniques (such as satellite imaging, sensor networks, Artificial intelligence (AI) and Machine learning (ML), Internet of things (IoTs), and Geographical Information System (GIS) not only to improve the crop productivity while monitoring its annual yield production using the knowledge of soil mapping and analysis through GIS but also encouraging farmers to make beneficial decisions in the areas of irrigation, fertilizer application and pest& disease management thereby improving the quality, market value and competitiveness of Nigeria's kolanut in the global market as it has the potential of transforming the way we currently cultivate the crop resulting/translating ultimately to improved efficiency, sustainability and productivity of kolanut in the country. This review offers a comprehensive overview of various ways in which precision agriculture can be of benefits to kolanut production and productivity, the tools employed, its applicability and challenges to sustainable kolanut production in Nigeria while advocating for its integration with the traditional farming practices in order to boost the industry's contribution to the national economy as though Nigeria is currently the worlds largest producer of the crop, its cultivation need to be expanded and new varieties(pest &diseases resistant varieties) need to be developed in order to retain the status and increase its productivity by adopting the various available precision agricultural techniques.

Keywords: Sustainable agriculture, Precision agriculture, Productivity, Pest and Disease management, Crop improvement.

***Linum usitatissimum* L. IN HEAVY METAL PHYTOREMEDIATION: A HOLISTIC APPROACH**

Hafiza Zara Saeed

Musrat Shaheen

Muhammad Wajid

Aftab Umar

Sunnia Afzal

¹Department of Botany, Government College University Faisalabad, 38000 Pakistan
zarasaed343@gmail.com

Abstract

Flax (*Linum usitatissimum* L.) is an important oilseed crop that is primarily grown in temperate areas. Flax is utilized in a wide range of commercial uses, including as a fiber species and livestock feed. Flax has been used as a phytoremediation method for removing various heavy metals, particularly through phytoextraction when grown on metal-contaminated soils. Flax is the most economically important crop. The phytoremediation potential of flax applies to various media, including soil and water. After phytoremediation, flax has the ability to be used for a number of applications, including linseed oil, fiber, and animal nutrition. The phytoremediation capability of flax growing in metal-contaminated soil. Furthermore, techniques and strategies for increasing plant growth and biomass. The multifunctional crop flax (*Linum usitatissimum* L.) has numerous uses in the agro-food, cosmetic, health, and industrial sectors.

CLIMATE CHANGE'S AWARENESS AND PERCEPTION BY FARMERS IN RAIN FOREST ZONE (SOUTH WEST) OF NIGERIA

Obaniyi, K.S.

Kolawole, E.A.

Awotunde, G.J.

Agricultural Extension and Rural Development Programme
Landmark University, Omu-Aran
Corresponding author :obaniyi.kayode@lmu.edu.ng

Abstract

Climate change is a global environmental phenomenon that is characterized by unpredictable rainfall, drought and increased temperature. However, perception of the farmers differed based on their background and awareness level of the concept of climate change. Therefore, this study seeks to examine level of farmers' awareness of climate change and their perception. The study adopted a descriptive survey type. A sampling technique involving purposive, stratified, simple random and systematic sampling techniques was used to select 300 cocoa farmers from a population of 3000 registered cocoa farmers in Ondo, Osun and Ekiti States. Data were collected through interview schedule technique and were analyzed using descriptive Statistics. The findings of the study revealed that the respondents mean age was 60.8 years, 91.3% were male, 89.3% were married and average annual income of ₦ 398,660. Radio was ranked first as the main source of information with mean of 2.60. This is followed by television with (mean=2.21). Awareness of climate change was high as majority (90%) were aware. Perception of climate change were categorized by their knowledge as majority categorized as heavy thunderstorm and is ranked first with mean of 4.46 followed with perception that rainfall pattern was unpredictable and decrease in rainfall pattern over the years with mean of 4.37 and 3.87 respectively. The study therefore recommended farmers workshop on climate change for cocoa farmers in the southwest Nigerian in order to equip them on the way out.

Keywords: perception, awareness, cocoa farmers, climate change

DEĞİŞEN İKLİM KOŞULLARI ALTINDA TÜRKİYE'DEKİ TARIMSAL ZARARLILARA GENEL BİR BAKIŞ

Amna Saeed^{1*}

Mehmet Mamay¹

¹Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

*amnasaeed067@yahoo.com

Özet

Değişen iklimin, dünya genelinde tarımsal zararlıların dağılımlarını, bolluğunu ve çeşitliliğini önemli ölçüde etkilemesi beklenmektedir ve aynı durumu Türkiye için de geçerlidir. Bu çalışmada, Türkiye'deki çeşitli iklim tipleri, tarım sistemleri ve ekosistemler göz önünde bulundurularak, iklim değişikliğinin tarımsal zararlı popülasyonları üzerindeki potansiyel etkilerini incelemektedir. Sıcaklıkların artması, yağış rejimlerinin düzensizleşmesi ve aşırı iklim olaylarının daha sık hale gelmesi, böcekler, mantarlar ve kemirgenler gibi birçok zararlı organizma türü için uygun yaşam koşulları yaratabileceği öngörülmektedir. Artan sıcaklıklar, tarımsal zararlıların yaşam döngülerini hızlandırabilir, coğrafi dağılımlarını genişletebilir ve yeni zararlı türlerinin ortaya çıkmasını kolaylaştırabilir. Ayrıca, yağış ve nemdeki değişiklikler, konukçu bitkilerin büyümesini etkileyerek bu bitkileri zararlı saldırılarına karşı daha savunmasız hale getirebilir. Bu çalışmada, Türkiye'deki önemli tarım sektörlerinde, özellikle tarla bitkileri, ormanlar ve sebze-meyve yetiştiriciliği gibi alanlarda, iklim değişikliği ile zararlı dinamikleri arasındaki ilişkiyi ele alarak mevcut araştırmaları gözden geçirmektedir. Ayrıca, uyumlu yönetim teknikleri, zararlılara dayanıklı bitki çeşitleri ve entegre zararlı yönetimi uygulamaları gibi olası azaltım stratejileri tartışılmaktadır. Sonuç olarak, Türkiye'deki tarımsal zararlı popülasyonlarının iklim değişikliğinden nasıl etkilendiğini anlamak, gelecekteki tarımsal zorlukları tahmin etmek ve değişen çevre koşullarına uyum sağlamak için sürdürülebilir çözümler geliştirmek açısından büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği; Zararlılar; Tarım; Biyoçeşitlilik; Entegre zararlı yönetimi

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TÜRKİYE'DEKİ *BACTROCERA* (DIPTERA: TEPHRITIDAE) CİNSİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Amna Saeed^{1*}

Mehmet Mamay¹

¹Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye
[*amnasaeed067@yahoo.com](mailto:amnasaeed067@yahoo.com)

Özet

Bactrocera cinsi, meyve sinekleri türlerini içeren ve dünya genelinde, özellikle Türkiye'de, tarım sistemlerinde önemli zararlılar arasında yer almaktadır. Bu zararlılar, narenciye, zeytin ve çekirdekli meyveler gibi ekonomik açıdan değerli birçok ürüne zarar vermektedir. İklim değişikliği, sıcaklık artışları, yağış düzenlerinde değişiklikler ve aşırı iklim olayları ile birlikte, *Bactrocera* türlerinin davranışını, dağılımını ve popülasyon dinamiklerini etkileyebilir. Bu çalışma, Türkiye'nin farklı iklim bölgelerini ve güçlü bir tarım sektörünü göz önünde bulundurarak, iklim değişikliğinin *Bactrocera* cinsi üzerindeki potansiyel etkilerini incelemektedir. Artan sıcaklıklar, bu zararlının yaşam döngüsünü hızlandırarak daha hızlı çoğalmasına ve coğrafi dağılımını genişletmesine olanak tanıyacağı ve daha önce görülmeyen yeni *Bactrocera* türlerinin ortaya çıkmasına neden olabileceği öngörülmektedir. Yağışlardaki değişiklikler bu türler için uygun yaşam alanlarının bulunabilirliğini etkileyebilirken, nem ve yağış düzenlerindeki dalgalanmalar, konukçu bitkilerin gelişimini etkileyebilir. Ayrıca, bu çalışma, Türkiye'deki tarım sektöründe zararlı yönetimi stratejileri üzerine potansiyel etkileri tartışmakta ve iklim değişikliğine dayanıklı bitki çeşitleri, gelişmiş izleme sistemleri ve entegre zararlı yönetimi yaklaşımlarının benimsenmesini incelemektedir. İklim değişikliğinin *Bactrocera* türleri üzerindeki olası etkilerini anlamak, tarımsal üretimi korumak ve değişen iklim koşulları karşısında gıda güvenliğini sağlamak için uyumlu stratejiler geliştirmede kritik öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: *Bactrocera* cinsi; İklim değişikliği; Meyve sinekleri; Tarım zararlıları; Entegre zararlı yönetimi

OCULAR SQUAMOUS CELL CARCINOMA IN A SIMMENTAL CATTLE: A CLINICAL AND HISTOPATHOLOGICAL CASE REPORT

Araş. Gör. Maruf YILMAZ (ORCID: 0009-0009-6757-7457)
Siirt University, Faculty of Veterinary, Department of Surgery, Siirt-Türkiye
Email: maruf.yilmaz@siirt.edu.tr (Responsible Author)

Dr. Öğr. Üyesi Ali GÜLAYDIN (ORCID: 0000-0002-7200-1040)
Siirt University, Faculty of Veterinary, Department of Surgery, Siirt-Türkiye
Email: a.guladin@siirt.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Özgür ÖZÖNER (ORCID:0000-0001-0655)
Siirt University, Faculty of Veterinary, Department of Pathology, Siirt-Türkiye
Email: ozgur.ozoner@siirt.edu.tr

Dr. Araş. Gör. İhsan İŞBİLİR (ORCID: 0000-0001-6906-5695)
Siirt University, Faculty of Veterinary, Department of Pathology, Siirt-Türkiye
Email: ihsan.isbilir@siirt.edu.tr

Abstract

This study presents the clinical findings, histopathological evaluations, and treatment process of an ocular squamous cell carcinoma case in a Simmental breed cattle. A 2-year-old Simmental cow presented to the Animal Health Practice and Research Hospital of Siirt University Veterinary Faculty, with a rapidly growing mass in the right eye. Clinical examination revealed no pathological changes in the cornea or other ocular structures; however, a 5 cm mass was observed, originating from the third eyelid, located near the lateral canthus, with cauliflower-like papillary proliferations. Additionally, a hemorrhagic and irregularly structured ulceration was present at the medial canthus. Following surgical excision of the mass, histopathological examination confirmed the diagnosis of squamous cell carcinoma. According to the information gathered from the owner one month after surgery, the animal's general condition was stable, and no complications were encountered. This case aims to contribute to the literature by detailing the clinical and histopathological characteristics of ocular squamous cell carcinoma.

SİMENTAL IRKI BİR SIĞIRDA OKÜLER YASSI HÜCRELİ KARSİNOMA: KLİNİK VE HİSTOPATOLOJİK BİR OLGU SUNUMU

Özet

Bu çalışmada, simental ırkı bir sığırda görülen oküler yassı hücreli karsinoma olgusunun klinik bulguları, histopatolojik incelemeleri ve tedavi süreci sunulmuştur. Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Sağlığı Uygulama ve Araştırma Hastanesine başvuran 2 yaşındaki bir inekte, sağ gözde hızla büyüyen bir kitle tespit edilmiştir. Yapılan klinik muayenede, göz yapılarında kornea ve diğer oküler dokularda herhangi bir patolojik değişiklik gözlenmemiş, ancak 3. göz kapağından köken alan, lateral kantusa yakın, karnabahar şeklinde papiller üremeler ve medial kantus bölgesinde hemorajik, düzensiz yapıda bir ülserasyon içeren 5 cm çapında bir kitle belirlenmiştir. Kitlenin cerrahi yolla çıkarılmasının ardından yapılan histopatolojik incelemede, yassı hücreli karsinom tanısı konulmuştur. Postoperatif dönemde hasta sahibinden alınan bilgilere göre, olgunun genel durumu stabil olup herhangi bir komplikasyonla karşılaşılmamıştır. Bu olgu, oküler yassı hücreli karsinomun klinik ve histopatolojik özelliklerini detaylandırarak, literatüre katkı sağlaması hedeflenmiştir.

FROM WASTE TO WEALTH: IMPROVING TILAPIA FISH HEALTH AND PERFORMANCE

Muhammad Amjad*

Dr. Syed Makhdoom Hussain¹

Dr. Nisar Ahmad²

Dr. Danish Riaz³

Dr. Mudassar Shahzad⁴

Dr. Muhammad Zubair

Ul Hassan Arsalan⁵

Eman Naeem⁶

*Fish Nutrition Laboratory, Department of Zoology, Government College University,
Faisalabad, Pakistan

Abstract

A major problem nowadays is the proper and sustainable management of agro-waste. Supplementing the several fish feed formulations in this research were Biochar (BC) sourced from a variety of agricultural wastes, including cotton (C), wheat (W), corncob (CC), grass waste (Gw), and green waste (GW), and House wastes (HW). Different diets were administered to *Oreochromis niloticus* fish in order to study their impact on growth, digestibility of nutrients and minerals, hematological, and body composition. For sixty days, they were given nothing but 2% biochar supplemented sunflower meal as a based diet. A control diet and six experimental diets were prepared, with each containing 2% of a different BC source: HW, CS, Gw, WS, CC, and GW. Each tank had 15 fingerlings, with three replicates for each test diet, and they were fed at 5% of their body weight. The results indicated that supplementation with CCBC significantly ($p<0.05$) enhanced the growth performance, digestibility, and carcass quality of *O. niloticus*, but HWBC had adverse outcomes. Adding 2% corn cob biochar (CCBC) to the feed of the test fishes resulted in the greatest efficiency in mineral absorption. Additionally, on being administered CCBC, the fish blood profiles shown significant improvements ($p<0.05$). Supplementing *O. niloticus* with CCBC improved its growth, hematological, carcass, digestibility, and mineral status more than any other method.

Keywords: *Oreochromis niloticus*, Biochar, corncob biochar, Agro-waste

FULL TEXTS

SUPPORTING BEEHIVE MANAGEMENT WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE INNOVATIVE SOLUTIONS FOR COLONY SUSTAINABILITY

Öğr.Gör. Zeynep ASUTAY (ORCID: 0000-0002-5854-1040)

Bitlis Eren University, Vocational School Of Hizan, Department of Plant and Animal
Production, Bitlis –Türkiye, **Email:** zasutay@beu.edu.tr

Prof. Dr.Hakan İNCİ (ORCID: 0000-0002-9791-0435)

Bingol University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Bingöl-Türkiye
Email: hinci@bingol.edu.tr

Abstract

Bees play a critical role in plant pollination as one of the fundamental components of ecosystems. However, in recent years, observed declines in bee colonies have threatened this essential ecosystem service. This study examines the applicability and potential benefits of Artificial Intelligence (AI) and Internet of Things (IoT)-based systems in the beekeeping sector. AI-assisted hive management systems consist of sensor-based data collection, data processing and analysis, early warning systems, and autonomous decision-support mechanisms. Through sensors, data such as temperature, humidity, vibration, and CO₂ levels are collected from hives and analyzed using AI algorithms to detect anomalies. This enables beekeepers to diagnose diseases at an early stage and take timely interventions. Research has demonstrated that AI-based systems contribute significantly to reducing colony losses, optimizing honey production, and enhancing the sustainability of beekeeping activities. By enabling the monitoring of environmental factors, these systems offer an effective solution for protecting bee health and improving productivity. Furthermore, AI-driven technologies assist in minimizing environmental impacts, such as pesticide use and energy consumption. In conclusion, the adoption of AI-assisted systems in the beekeeping sector holds great potential for both ecological and economic sustainability. In the future, efforts should focus on developing cost-effective solutions, local data processing techniques, and educational programs to raise awareness among beekeepers to ensure the broader applicability of these technologies.

Keywords: Bee, Ecosystem, Artificial Intelligence

ARI KOVANININ YÖNETİMİNİN YAPAY ZEKÂ İLE DESTEKLENMESİ KOLONİ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ İÇİN YENİLİKÇİ ÇÖZÜMLER

Özet

Arılar, ekosistemlerin temel unsurlarından biri olarak bitki tozlaşmasında kritik bir rol oynamaktadır. Ancak, son yıllarda arı kolonilerinde gözlemlenen kayıplar, bu önemli ekosistem hizmetini tehdit etmektedir. Bu çalışma, yapay zekâ (YZ) ve Nesnelerin İnterneti (IoT) tabanlı sistemlerin arıcılık sektöründe uygulanabilirliğini ve potansiyel faydalarını ele almaktadır. YZ destekli arı kovanı yönetim sistemleri; sensör tabanlı veri toplama, veri işleme ve analiz, erken uyarı sistemleri ve otonom karar destek mekanizmalarından oluşmaktadır. Sensörler aracılığıyla kovanlardan sıcaklık, nem, titreşim ve CO₂ seviyeleri gibi veriler toplanmakta, bu veriler YZ algoritmaları tarafından analiz edilerek anormal durumlar tespit edilmektedir. Böylece, arıların hastalıklarının erken teşhisini yapabilir ve zamanında müdahalede bulunabilirler. Yapılan araştırmalar, YZ tabanlı sistemlerin koloni kayıplarını azaltmada, bal üretimini optimize etmede ve arıcılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini artırmada önemli katkılar sunduğunu göstermektedir. Bu sistemler, çevresel faktörlerin izlenmesine olanak tanıyarak arı sağlığını koruma ve verimliliği artırma konusunda etkili bir çözüm sunmaktadır. Ayrıca, pestisit kullanımı ve enerji tüketimi gibi çevresel etkilerin azaltılmasına da yardımcı olmaktadır. Sonuç olarak, YZ destekli sistemlerin arıcılık sektöründe benimsenmesi, ekolojik ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Gelecekte, bu teknolojilerin daha geniş çapta uygulanabilirliği için düşük maliyetli çözümler, yerel veri işleme teknikleri ve arıların bilinçlendirilmesine yönelik eğitim programları üzerinde çalışılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arı, Ekosistem, Yapay Zekâ

Giriş

Arılar, ekosistemlerin temel taşlarından biri olarak bitki tozlaşmasında hayati bir rol oynamaktadır. Dünya genelinde tarımsal ürünlerin yaklaşık %75'i, arıların sağladığı tozlaşma hizmetlerinden faydalanmaktadır (Klein ve ark., 2007). Bu durum, hem doğal ekosistemlerin hem de tarım sektörünün sürdürülebilirliği için arıların önemini vurgulamaktadır. Ancak, son yıllarda arı kolonilerinde gözlemlenen ciddi kayıplar, bu kritik ekosistem hizmetinin devamlılığını tehdit etmektedir.

Arı kolonilerindeki kayıplar, genellikle pestisit kullanımı, habitat kaybı, iklim değişikliği ve çeşitli patojenlerin bir araya gelmesinden kaynaklanmaktadır (Potts ve ark., 2010). Özellikle tarımda yoğun kimyasal kullanım ve çevresel bozulmalar, arıların yaşam alanlarını daraltarak kolonilerin hayatta kalma oranlarını düşürmektedir. Bununla birlikte, geleneksel arıcılık yöntemleri bu karmaşık sorunlarla başa çıkmada yetersiz kalmaktadır.

Teknolojinin hızla gelişmesi, arıcılık sektörüne yeni çözüm yolları sunmaktadır. Yapay zekâ, makine öğrenimi ve IoT tabanlı sistemler, arı kolonilerinin izlenmesi ve korunması için yenilikçi yaklaşımlar geliştirilmesini mümkün kılmaktadır. Bu teknolojiler, arıcılara gerçek zamanlı veriler sunarak karar alma süreçlerini iyileştirmekte ve koloni sağlığını koruma konusunda önemli bir potansiyel taşımaktadır. Özellikle erken uyarı sistemleri ve proaktif yönetim araçları, arı kolonilerindeki sorunların hızlı bir şekilde tespit edilmesini sağlamaktadır. Yapay zekâ ve IoT'nin entegre edilmesi, yalnızca koloni sağlığını korumakla kalmayıp aynı zamanda arıcılık faaliyetlerinin verimliliğini artırmaktadır. Örneğin, sensörler ve kameralar aracılığıyla toplanan veriler, yapay zekâ algoritmaları kullanılarak analiz edilebilir ve arıcılara anlık bilgi sunabilir. Bu sayede arıcılar, kovanların durumunu uzaktan izleyerek gerekli önlemleri alabilir ve kaynak kullanımını optimize edebilir.

Sonuç olarak, arıcılık sektöründe teknolojik entegrasyonun hız kazanması, sadece ekolojik sürdürülebilirlik açısından değil, aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirlik açısından da büyük bir öneme sahiptir. Yapay zekâ destekli sistemlerin arıcılıkta yaygınlaşması, hem yerel hem de küresel ölçekte olumlu etkiler yaratacak bir dönüşümün habercisi olabilir. Bu çalışma, arıcılık sektöründe yapay zekâ ve IoT tabanlı yeniliklerin uygulanabilirliğini ve potansiyel faydalarını ele almaktadır.

Yöntemler

YZ destekli arı kovanı yönetimi için tasarlanan sistemler, genellikle dört ana bileşenden oluşur:

- 1. Sensör Tabanlı Veri Toplama:** Arı kovanlarının sağlıklı bir şekilde yönetilebilmesi için çevresel ve biyolojik verilerin sürekli olarak izlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla, kovanlara yerleştirilen sensörler, sıcaklık, nem, titreşim, ses ve CO2 seviyeleri gibi çeşitli parametreleri gerçek zamanlı olarak ölçer. Bu veriler, arı kolonisinin sağlık durumunu, çevresel faktörlerin etkilerini ve potansiyel hastalık risklerini belirlemek için kritik öneme sahiptir (Tison & Holley, 2022). Örneğin, sıcaklık ve nemdeki ani değişimler, koloni stresini artırabilirken, CO2 seviyelerindeki artış, kovan içi havalandırma sorunlarına işaret edebilir. Sensörler ayrıca, arıların uçuş aktivitelerini ve kovan içi titreşimlerini izleyerek, koloni davranışları hakkında değerli bilgiler sağlar (Flores et al., 2021).
- 2. Veri İşleme ve Analiz:** Toplanan veriler, genellikle bulut tabanlı platformlara aktarılarak YZ algoritmaları tarafından analiz edilir. Bu süreçte, makine öğrenimi (ML) ve derin öğrenme (DL) teknikleri kullanılarak, anormal durumlar tespit edilir ve koloni sağlığı izlenir. Örneğin, arıların beslenme alışkanlıkları, sıcaklık ve nem değişimleri

gibi faktörler, YZ modelleri tarafından analiz edilerek, koloni sağlığına ilişkin tahminler yapılır (Flores et al., 2021). Bu modeller, özellikle Varroa akarları gibi zararlıların varlığını erken aşamada tespit edebilir ve arıların zamanında müdahale etmesini sağlar. Ayrıca, YZ algoritmaları, polen üretimi ve bal verimliliği gibi tarımsal açıdan önemli parametreleri de izleyerek, arıcılık faaliyetlerinin verimliliğini artırır (Van der Zee et al., 2023).

- 3. Erken Uyarı Sistemleri:** Erken uyarı sistemleri, YZ destekli arı kovanı yönetiminin en önemli bileşenlerinden biridir. Bu sistemler, koloni sağlığını tehdit edebilecek anormal durumları gerçek zamanlı olarak tespit eder ve arıların uyarır. Örneğin, sıcaklık ve nemdeki ani değişiklikler, kovan içi havalandırma sorunları veya Varroa akarlarının ortaya çıkışı gibi durumlar, erken uyarı sistemleri sayesinde hızlı bir şekilde belirlenir (Van der Zee et al., 2023). Bu sayede, arılar koloni sağlığını korumak için zamanında müdahale edebilir ve olası kayıpların önüne geçebilir. Ayrıca, erken uyarı sistemleri, arıların davranışsal değişikliklerini de izleyerek, koloni içindeki stres faktörlerini belirler ve bu faktörlerin ortadan kaldırılmasına yönelik öneriler sunar (Tison & Holley, 2022).
- 4. Otonom Karar Destek Mekanizmaları:** YZ destekli arı kovanı yönetim sistemleri, otonom karar destek mekanizmaları sayesinde, arıların iş yükünü azaltır ve koloni sağlığını optimize eder. Bu mekanizmalar, sensörlerden gelen veriler ışığında otomatik kararlar alarak, kovan içi koşulları iyileştirir. Örneğin, sıcaklık seviyelerinin kritik bir eşiği aşması durumunda, kovanın havalandırma sistemleri otomatik olarak devreye girer (Tison & Holley, 2022). Benzer şekilde, koloni içindeki yoğunluk değişimleri izlenerek, arılar için uygun ortam koşulları sağlanır. Bu sistemler, aynı zamanda arılar için beslenme, ilaçlama ve kovan bakımı gibi konularda önerilerde bulunarak, koloni yönetimini daha verimli hale getirir (Flores et al., 2021).

Bulgular ve Tartışma

Yapay zekâ (YZ) tabanlı arı kovanı yönetim sistemlerinin çeşitli arı kolonileri üzerinde yapılan testler ve pilot uygulamalar, bu sistemlerin koloni sürdürülebilirliği ve arıcılık verimliliği açısından önemli avantajlar sağladığını ortaya koymuştur. Bu bölümde, elde edilen bulgular detaylı bir şekilde incelenmekte ve bu bulguların arıcılık sektörüne olası etkileri tartışılmaktadır.

- Erken Müdahale ve Hastalık Tespiti:** YZ tabanlı arı kovanı yönetim sistemleri, kovan içindeki nem, sıcaklık, titreşim ve ses gibi parametreleri sürekli olarak izleyerek, Nosema ve Varroa gibi yaygın arı hastalıklarının erken tespit edilmesini sağlamıştır. Geleneksel yöntemlerde bu tür hastalıklar, ancak koloni üzerinde ciddi etkiler ortaya çıktığında fark edilebiliyorken, YZ sistemleri sayesinde hastalıklar erken evrede tespit edilerek zamanında müdahale imkânı sunulmuştur (Flores et al., 2021). Örneğin, Varroa akarlarının neden olduğu titreşim desenleri, YZ algoritmaları tarafından analiz edilerek, akarların varlığı henüz koloniye büyük zarar vermeden önce belirlenmiştir. Bu erken müdahale imkânı, koloni sağlığının korunmasında kritik bir rol oynamaktadır (Van der Zee et al., 2023).
- Verimlilik Artışı ve Bal Üretiminin Optimizasyonu:** YZ destekli sistemler, koloni davranışları hakkında detaylı analizler yaparak, arıların daha bilinçli kararlar almasını sağlamıştır. Özellikle arıların beslenme alışkanlıkları, uçuş aktiviteleri ve polen toplama

davranışları, YZ algoritmaları tarafından modellenerek, bal üretimi için optimum koşullar belirlenmiştir (Van der Zee et al., 2023). Bu sayede, arıcular kovan içi koşulları daha etkin bir şekilde yöneterek, bal verimliliğini önemli ölçüde artırmıştır. Ayrıca, YZ sistemleri, arıların çevresel faktörlere (örneğin, hava koşulları ve çiçeklenme dönemleri) nasıl tepki verdiğini analiz ederek, bal üretim sürecini optimize etmiştir (Tison & Holley, 2022).

- **Koloni Kaybını Azaltma ve Risk Yönetimi** : Çevresel stres faktörlerinin erken tespiti, YZ tabanlı sistemlerin en önemli avantajlarından biridir. Yapılan çalışmalar, bu sistemlerin koloni kayıplarını %30 oranında azalttığını göstermiştir (Tison & Holley, 2022). Özellikle sıcaklık ve nemdeki ani değişimler, pestisit maruziyeti ve besin kaynaklarının azalması gibi faktörler, YZ algoritmaları tarafından sürekli olarak izlenerek, koloni sağlığını tehdit edebilecek riskler önceden belirlenmiştir. Bu sayede, arıcular erken uyarılar sayesinde zamanında müdahale ederek, koloni kayıplarını en aza indirmiştir. Ayrıca, YZ sistemleri, koloni içindeki stres faktörlerini analiz ederek, arıların yaşam koşullarını iyileştirmeye yönelik öneriler sunmuştur (Flores et al., 2021).
- **Sürdürülebilirlik ve Çevresel Etkilerin Azaltılması**: YZ tabanlı arı kovanı yönetim sistemleri, sürdürülebilir arıcılık uygulamalarını destekleyerek, çevresel etkilerin azaltılmasına katkıda bulunmuştur. Özellikle pestisit kullanımı ve enerji tüketimi gibi faktörler, YZ algoritmaları tarafından optimize edilerek, çevreye olan olumsuz etkiler minimize edilmiştir (Flores et al., 2021). Örneğin, YZ sistemleri, pestisit kullanımını sadece gerektiğinde ve optimal dozlarda önermekte, böylece hem arı sağlığını korumakta hem de çevresel kirliliği azaltmaktadır. Ayrıca, kovan içi sıcaklık ve nemin otomatik olarak düzenlenmesi, enerji tüketimini azaltarak, daha çevreci bir arıcılık modeli sunmaktadır (Tison & Holley, 2022).

Sonuç ve Öneriler

Yapay zekâ (YZ) destekli arı kovanı yönetim sistemleri, hem arıcılık sektöründe hem de ekosistem sürdürülebilirliği açısından büyük bir dönüşüm potansiyeli taşımaktadır. Bu teknolojiler, geleneksel arıcılık yöntemlerine kıyasla daha verimli, sürdürülebilir ve dinamik bir yaklaşım sunarak, koloni sağlığını izleme ve optimize etme konusunda güçlü bir araç haline gelmiştir. Ancak, bu sistemlerin yaygınlaşması ve daha etkin bir şekilde kullanılabilmesi için bazı adımların atılması gerekmektedir. Bu bölümde, çalışmanın sonuçları özetlenmekte ve gelecekteki çalışmalar için öneriler sunulmaktadır.

Sonuçlar

1. **Verimlilik ve Sürdürülebilirlik**: YZ tabanlı sistemler, arıcılık faaliyetlerinin verimliliğini artırarak, bal üretimi ve koloni sağlığı üzerinde olumlu etkiler yaratmıştır. Özellikle erken uyarı sistemleri ve otonom karar destek mekanizmaları sayesinde, koloni kayıpları önemli ölçüde azaltılmıştır (Tison & Holley, 2022). Ayrıca, bu sistemler, pestisit kullanımını optimize ederek ve enerji tüketimini azaltarak, çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmuştur (Flores et al., 2021).
2. **Erken Teşhis ve Müdahale**: YZ algoritmaları, Nosema ve Varroa gibi yaygın arı hastalıklarını erken evrede tespit ederek, zamanında müdahale imkânı sunmuştur. Bu durum, koloni sağlığının korunmasında ve arı popülasyonlarının sürdürülebilirliğinde kritik bir rol oynamaktadır (Van der Zee et al., 2023).

3. **Davranışsal Analizler:** Arıların davranışsal değişikliklerinin analiz edilmesi, bal üretimi ve koloni yönetimi açısından önemli bilgiler sağlamıştır. YZ sistemleri, arıların beslenme alışkanlıkları, uçuş aktiviteleri ve çevresel faktörlere tepkilerini modelleyerek, arıcıların daha bilinçli kararlar almasını sağlamıştır (Flores et al., 2021).

Öneriler

1. **Veri Toplama ve Algoritma Çeşitliliği:** YZ destekli sistemlerin etkinliğini artırmak için, daha fazla veri toplanması ve makine öğrenimi algoritmalarının çeşitlendirilmesi gerekmektedir. Özellikle farklı coğrafyalara ve iklim koşullarına uygun modellerin geliştirilmesi, sistemlerin evrensel olarak kullanılabilir hale gelmesini sağlayacaktır (Van der Zee et al., 2023).
2. **Küçük Ölçekli Arıcılık İşletmelerine Uyum:** YZ tabanlı sistemlerin küçük ölçekli arıcılık işletmelerine adapte edilmesi için çözüm önerileri geliştirilmelidir. Bu kapsamda, düşük maliyetli akıllı kovan çözümleri ve kullanıcı dostu arayüzler tasarlanarak, daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşılabilir (Tison & Holley, 2022).
3. **Eğitim ve Farkındalık:** Arıcıların YZ teknolojileri hakkında bilinçlendirilmesi ve eğitilmesi, bu sistemlerin benimsenmesini kolaylaştıracaktır. Özellikle kırsal bölgelerde eğitim programları ve pilot uygulamalar düzenlenerek, teknolojinin avantajları gösterilebilir (Flores et al., 2021).
4. **Yerel Veri İşleme ve Enerji Verimliliği:** Kırsal bölgelerde internet erişiminin sınırlı olması nedeniyle, yerel veri işleme teknolojileri üzerinde çalışılmalıdır. Ayrıca, düşük enerji tüketen sensörler ve cihazlar geliştirilerek, sistemlerin çevresel etkileri daha da azaltılabilir (Van der Zee et al., 2023).
5. **İş Birlikleri ve Finansman:** YZ tabanlı arı kovanı yönetim sistemlerinin yaygınlaşması için, kamu kurumları, özel sektör ve akademi arasında iş birlikleri kurulmalıdır. Ayrıca, bu teknolojilerin finansmanı için hibe programları ve teşvikler sağlanarak, küçük ölçekli arıcıların da bu sistemlere erişimi kolaylaştırılmalıdır (Tison & Holley, 2022).

Genel Değerlendirme

YZ destekli arı kovanı yönetim sistemleri, arıcılık sektöründe devrim niteliğinde bir dönüşüm başlatma potansiyeline sahiptir. Bu sistemler, koloni sağlığını koruma, verimliliği artırma ve çevresel sürdürülebilirliği destekleme açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Ancak, bu teknolojilerin yaygınlaşması ve daha etkin bir şekilde kullanılabilmesi için, veri toplama, algoritma çeşitliliği, düşük maliyetli çözümler ve eğitim gibi alanlarda çalışmalar yapılması gerekmektedir. Gelecekte, bu alanda yapılacak çalışmalar, hem arıcılık sektörünün hem de ekosistemin sürdürülebilirliğine önemli katkılar sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Almasaudi, S. B. (2021). Manuka honey: A natural product with potential benefits against COVID-19. *Frontiers in Microbiology*, 12, 669170.
- Bankova, V. (2005). Recent trends and important developments in propolis research. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2(1), 29-32.
- Berretta, A. A., et al. (2020). Propolis and its potential against SARS-CoV-2 infection mechanisms and COVID-19 disease. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 131, 110622.
- Bogdanov, S., et al. (2008). Honey as nutritional and functional food. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(6), 677-689.
- Dantas Silva, R. P., et al. (2021). Immunomodulatory and anti-inflammatory effects of propolis and its constituents on COVID-19: A literature review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 138, 111526.
- de Figueiredo, S. M., et al. (2021). The potential of honey and propolis in combating SARS-CoV-2 infection. *Frontiers in Microbiology*, 12, 668093.
- Gekker, G., et al. (2005). Anti-HIV-1 activity of propolis in CD4+ lymphocyte and microglial cell cultures. *Journal of Ethnopharmacology*, 102(2), 158-163.
- Kurek-Górecka, A., et al. (2020). Propolis chemical composition and its applications in medicine. *Molecules*, 25(5), 1250.
- Mandal, M. D., et al. (2011). Honey: Its medicinal property and antibacterial activity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1(2), 154-160.
- Shimizu, T., et al. (2008). Anti-influenza virus activity of propolis in vitro and its efficacy against influenza infection in mice. *Antiviral Chemistry & Chemotherapy*, 19(1), 7-13.
- Silveira, M. A. D., et al. (2020). Alternative therapies for COVID-19: Are natural products the answer? *Phytotherapy Research*, 34(9), 4793-4807.
- Snow, M., et al. (2020). Antiviral properties of honey against respiratory viruses. *Journal of Apicultural Research*, 59(1), 41-50.
- Watanabe, M. A. E., et al. (2011). Immunomodulatory effects of propolis and related compounds. *Journal of Ethnopharmacology*, 134(3), 321-328.
- Zhang, R., et al. (2020). COVID-19: Melatonin as a potential adjuvant treatment. *Life Sciences*, 250, 117583.

ANTIVIRAL PROPERTIES OF PROPOLIS AND HONEY: POSSIBLE EFFECTS ON COVID-19

Öğr.Gör. Zeynep ASUTAY (ORCID: 0000-0002-5854-1040)

Bitlis Eren University, Vocational School Of Hizan, Department of Plant and Animal Production, Bitlis–Türkiye, **Email:** zasutay@beu.edu.tr

Prof. Dr.Hakan İNCİ (ORCID: 0000-0002-9791-0435)

Bingol University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Bingöl-Türkiye
Email: hinci@bingol.edu.tr

Abstract

Propolis and honey possess antiviral, anti-inflammatory, and immunomodulatory effects due to their flavonoid content, phenolic compounds, and other bioactive components. Current scientific research suggests that these natural products may provide potential protective and supportive effects against SARS-CoV-2. In particular, it has been reported that compounds such as caffeic acid phenethyl ester (CAPE) found in propolis may enhance the antiviral immune response, thereby playing a protective role against SARS-CoV-2 (Kurek-Górecka et al., 2020). Honey, on the other hand, has been reported to facilitate the clearance of secretions in the respiratory tract through its mucolytic effect and to strengthen the immune system, providing protection against viral infections (Almasaudi, 2021). The aim of this study is to conduct a literature review on the effects of propolis and honey on COVID-19 and to identify their potential applications. In this context, the potential use of these natural products in the prevention of COVID-19, alleviation of symptoms, and post-illness recovery process is discussed.

Keywords: Propolis, Honey, Antiviral, COVID-19, SARS-CoV-2, Natural Products

PROPOLİS VE BALIN ANTİVİRAL ÖZELLİKLERİ: COVID-19 ÜZERİNE OLASI ETKİLERİ

Özet

Propolis ve bal, içerdikleri flavonoidler, fenolik bileşikler ve diğer biyoaktif bileşenler sayesinde antiviral, antiinflatuar ve immünmodülatör etkilere sahiptir. Mevcut bilimsel araştırmalar, bu doğal ürünlerin SARS-CoV-2'ye karşı potansiyel koruyucu ve destekleyici etkiler sağlayabileceğini göstermektedir. Özellikle propolisin içerdiği kafeik asit fenetil ester (CAPE) gibi bileşiklerin antiviral bağışıklık yanıtını artırarak SARS-CoV-2'ye karşı koruyucu bir rol üstlenebileceği belirtilmektedir (Kurek-Górecka ve ark., 2020). Balın ise solunum yollarında mukolitik etkisi ile sekresyonların atılmasına yardımcı olduğu ve bağışıklık sistemini güçlendirerek viral enfeksiyonlara karşı koruma sağlayabileceği bildirilmektedir (Almasaudi, 2021). Çalışmanın amacı, propolis ve balın COVID-19 üzerine etkilerine dair literatür taraması yaparak potansiyel kullanım alanlarını ortaya koymaktır. Bu bağlamda, COVID-19'un önlenmesi, semptomların hafifletilmesi ve hastalık sonrası iyileşme sürecinde bu doğal ürünlerin kullanım potansiyeli ele alınmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Propolis, Bal, Antiviral, COVID-19, SARS-CoV-2, Doğal Ürünler

1. Giriş

COVID-19, 2019 yılında Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkan ve SARS-CoV-2 virüsünün neden olduğu ciddi bir solunum yolu hastalığıdır (Zhu ve ark., 2020). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 2020 yılında pandemi olarak ilan edilen COVID-19, milyonlarca insanı etkilemiş ve küresel sağlık sistemlerini zorlamıştır. Bu durum, hastalığın önlenmesi ve tedavisine yönelik yeni ve alternatif yaklaşımların araştırılmasını gerektirmiştir.

COVID-19'un semptomları hafif ateş ve öksürükten, ciddi solunum yetmezliği ve çoklu organ yetmezliğine kadar geniş bir yelpazeye yayılmaktadır. Hastalığın şiddetini belirleyen faktörler arasında bağışıklık sistemi yanıtı büyük bir rol oynamaktadır. Güçlü bir bağışıklık sistemi, virüsle mücadelede önemli bir avantaj sağlarken, aşırı bağışıklık tepkisi "sitokin fırtınası" olarak adlandırılan durumu tetikleyebilir ve hastalığın daha ciddi seyretmesine neden olabilir (Zhang ve ark., 2020).

COVID-19'un yayılmasını engellemek ve hastalık yükünü azaltmak için aşı ve antiviral ilaç geliştirme çalışmaları hız kazanmıştır. Ancak, bu süreçte doğal ve tamamlayıcı tıp ürünlerine olan ilgi de artmıştır (Silveira ve ark., 2020). Propolis ve bal gibi doğal ürünler, yüzyıllardır tıbbi amaçlarla kullanılmakta olup, antiviral, antibakteriyel ve bağışıklık düzenleyici etkileriyle dikkat çekmektedir (Sforcin, 2016). Bu ürünlerin, COVID-19'a karşı nasıl bir rol oynayabileceğini anlamak, mevcut literatürün değerlendirilmesini gerektirmektedir.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, propolisin içeriğinde bulunan fenolik bileşikler ve flavonoidlerin antiviral etkilerinin yanı sıra, bağışıklık sistemini destekleyici özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir (Bankova, 2005). Bal ise, doğal bileşimi sayesinde solunum yolu enfeksiyonlarına karşı koruyucu ve tedavi edici potansiyel taşıyan bir gıda olarak öne çıkmaktadır (Bogdanov ve ark., 2008). Özellikle antibakteriyel ve antiinflamatuvar özellikleriyle bilinen bu doğal ürünler, COVID-19 gibi viral hastalıklara karşı alternatif veya destekleyici tedavi seçenekleri olarak değerlendirilmelidir (Dantas Silva ve ark., 2021).

Bu çalışma, propolis ve balın bileşimini, antiviral etkilerini ve COVID-19 üzerindeki potansiyel faydalarını değerlendirerek, bu doğal ürünlerin kullanımıyla ilgili mevcut bilimsel bulguları gözden geçirmeyi amaçlamaktadır. Özellikle, propolis ve balın bağışıklık sistemi üzerindeki olumlu etkileri ve doğrudan antiviral aktivitesi, COVID-19 ile mücadelede yeni yaklaşımlar geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

2. Propolis ve Balın Bileşimi ve Farmakolojik Özellikleri

Propolis, arıların bitkilerden topladığı reçineler, balmumu ve polen gibi bileşenlerden oluşan, zengin içeriğe sahip doğal bir arı ürünüdür. İçeriğinde flavonoidler, fenolik asitler, terpenoidler, esansiyel yağlar ve çeşitli mineraller bulunmaktadır (Bankova, 2005). Bu bileşenlerin çoğu, antioksidan, antiinflamatuvar ve antimikrobiyal özellikleriyle bilinmektedir. Propolisin kimyasal bileşimi, coğrafi bölgeye ve kaynağına bağlı olarak değişiklik gösterebilir, ancak genel olarak güçlü bir biyoaktif bileşen profiline sahiptir (Salatino ve ark., 2011).

Bal, arılar tarafından çiçek nektarlarından üretilen doğal bir tatlandırıcı olup, içeriğinde karbonhidratlar (fruktoz ve glukoz), amino asitler, vitaminler (B1, B2, B3, B5, B6 ve C), mineraller (kalsiyum, potasyum, magnezyum) ve çeşitli antioksidan bileşikler bulunmaktadır (Bogdanov ve ark., 2008). Ayrıca, balın içerisindeki enzimler (örneğin, glukoz oksidaz), hidrojen peroksit üretimi yoluyla antimikrobiyal özelliklere katkıda bulunmaktadır (Mandal ve ark., 2011).

Propolis ve balın farmakolojik özellikleri, içerdikleri bileşenlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Propolisin bağışıklık sistemini güçlendirdiği ve inflamasyonu azalttığı

gösterilmiştir (Sforcin, 2016). Flavonoidler ve fenolik bileşikler, serbest radikalleri nötralize ederek oksidatif stresin azaltılmasına yardımcı olur, bu da hücre hasarının önlenmesine katkı sağlar (Kurek-Górecka ve ark., 2020). Ayrıca, propolisin içerdiği kafeik asit fenetil ester (CAPE) bileşiğinin antiviral aktivite gösterdiği ve çeşitli virüslere karşı etkili olduğu rapor edilmiştir (Watanabe ve ark., 2011).

Bal ise, antioksidan ve antibakteriyel özellikleriyle bağışıklık sistemini desteklemekte ve solunum yolu enfeksiyonlarının hafifletilmesine yardımcı olmaktadır. Manuka balı, özellikle güçlü antibakteriyel aktiviteye sahip olup, bazı viral enfeksiyonlara karşı koruyucu etkileri olduğu bildirilmiştir (Snow ve ark., 2020). Bunun yanı sıra, balın antiinflatuar etkisi, solunum yollarında oluşan inflamasyonu azaltarak COVID-19 gibi hastalıkların semptomlarını hafifletebilir (Almasaudi, 2021).

Propolis ve bal, hem geleneksel hem de tamamlayıcı tıp alanında kullanılan güçlü doğal bileşenlerdir. İçerdikleri aktif maddeler sayesinde bağışıklık sistemini destekleyerek ve inflamasyonu azaltarak, COVID-19 gibi viral enfeksiyonlara karşı potansiyel bir destekleyici tedavi seçeneği sunabilirler.

3. Propolis ve Balın Antiviral Etkileri

Propolis ve bal, antiviral etkileri nedeniyle tarih boyunca çeşitli enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde kullanılmıştır. Propolisin antiviral etkisi, içeriğinde bulunan flavonoidler, fenolik asitler ve diğer biyoaktif bileşenler sayesinde sağlanmaktadır. Özellikle kafeik asit fenetil ester (CAPE) ve galangin gibi bileşenlerin, virüslerin hücre içine girişini engellediği ve viral replikasyonu baskıladığı gösterilmiştir (Watanabe ve ark., 2011).

Bal ise, sahip olduğu yüksek şeker oranı, düşük su aktivitesi ve hidrojen peroksit üretimi yoluyla antiviral özellikler sergilemektedir (Mandal ve ark., 2011). Bunun yanı sıra, balın içeriğinde bulunan polifenoller ve flavonoidler, bağışıklık sistemini destekleyerek viral enfeksiyonlara karşı koruma sağlayabilir (Snow ve ark., 2020). Özellikle Manuka balının, influenza ve herpes virüsleri gibi patojenlere karşı etkin olduğu bildirilmiştir (Almasaudi, 2021).

Yapılan çalışmalar, propolisin ve balın SARS-CoV-2'ye karşı da etkili olabileceğini göstermektedir. Örneğin, propolisin içerdiği apigenin ve pinocembrin gibi flavonoidlerin, SARS-CoV-2'nin hücreye girişinde rol oynayan ACE2 reseptörleri ile etkileşime girerek virüsün bağlanmasını engelleyebileceği belirtilmiştir (Kurek-Górecka ve ark., 2020). Bunun yanı sıra, balın antiinflatuar ve mukolitik etkileri sayesinde solunum yollarındaki iltihabı azalttığı ve COVID-19 semptomlarının hafifletilmesine yardımcı olabileceği öne sürülmektedir (Dantas Silva ve ark., 2021).

Propolis ve balın antiviral etkilerini destekleyen prelinik ve klinik çalışmalar artmaktadır. Örneğin, bir araştırmada propolis bazlı bir bileşiğin, SARS-CoV-2'nin ana proteaz enzimini inhibe ederek virüsün çoğalmasını baskıladığı gösterilmiştir (Bankova, 2005). Benzer şekilde, balın antiviral etkilerinin, sitokin üretimini düzenleyerek aşırı inflamatuvar yanıtları kontrol altına alabileceği rapor edilmiştir (Sforcin, 2016).

Bu bulgular, propolis ve balın antiviral özelliklerinin yalnızca geleneksel kullanımla sınırlı kalmadığını, aynı zamanda modern tıbbi araştırmalarla da desteklendiğini göstermektedir. Ancak, bu doğal ürünlerin etkinliğini tam olarak belirlemek için daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

4. COVID-19'a Karşı Potansiyel Kullanım Alanları

Propolis ve bal, antiviral ve bağışıklık destekleyici etkileri sayesinde COVID-19'un önlenmesi ve yönetiminde çeşitli kullanım alanlarına sahip olabilir. COVID-19'un ortaya çıkışından bu yana, tamamlayıcı ve alternatif tıp ürünlerine olan ilgi artmış ve doğal bileşenlerin hastalık sürecine etkisi araştırılmaya başlanmıştır (Silveira ve ark., 2020). Bu bağlamda, propolis ve balın doğrudan antiviral etkileri ve immünmodülatör özellikleri sayesinde COVID-19'un yönetiminde nasıl bir rol oynayabileceği incelenmektedir.

4.1. COVID-19'un Önlenmesinde Kullanımı

COVID-19'a karşı korunmada bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Propolis ve bal, bağışıklık sistemini destekleyen polifenoller, flavonoidler ve çeşitli biyoaktif bileşenler içermektedir (Bankova, 2005). Yapılan araştırmalar, propolisin içerdiği kafeik asit fenetil ester (CAPE) gibi bileşiklerin, antiviral bağışıklık yanıtını artırarak SARS-CoV-2'ye karşı koruyucu bir rol üstlenebileceğini göstermektedir (Kurek-Górecka ve ark., 2020).

Bunun yanı sıra, balın güçlü antioksidan ve antiinflamatuvar etkileri, solunum yolu enfeksiyonlarının önlenmesine yardımcı olabilir (Almasaudi, 2021). Özellikle Manuka balı, antibakteriyel özellikleri nedeniyle solunum yollarında koruyucu bir bariyer oluşturarak enfeksiyon riskini azaltabilir (Snow ve ark., 2020). Günlük diyet içerisinde balın tüketilmesi, bağışıklık sistemini güçlendirmek ve viral enfeksiyonlara karşı direnci artırmak için destekleyici bir yaklaşım olabilir.

4.2. Hafif ve Orta Şiddette COVID-19 Vakalarında Kullanımı

Hafif ve orta şiddette COVID-19 vakalarında semptom yönetimi önemli bir yer tutmaktadır. Propolisin antiinflamatuvar özellikleri, COVID-19'a bağlı inflamatuvar süreçlerin düzenlenmesine katkı sağlayabilir (Sforcin, 2016). Özellikle üst solunum yolları semptomlarının hafifletilmesi için propolis bazlı spreyler ve ekstraktların kullanımının etkili olabileceği öne sürülmektedir (Dantas Silva ve ark., 2021).

Bal ise, solunum yollarında yatıştırıcı etkisiyle bilinir ve öksürük tedavisinde etkili bir doğal ajan olarak önerilmektedir (Mandal ve ark., 2011). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), üst solunum yolu enfeksiyonlarında balın kullanılabilirliğini belirtmiş olup, COVID-19'a bağlı gelişen boğaz ağrısı ve öksürüğün hafifletilmesine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir (Almasaudi, 2021). Ayrıca, balın mukolitik etkisi, solunum yollarında biriken sekresyonların atılmasına yardımcı olabilir.

4.3. Ağır COVID-19 Vakalarında Destekleyici Kullanım

Şiddetli COVID-19 vakalarında, bağışıklık sisteminin aşırı yanıtı nedeniyle "sitokin fırtınası" meydana gelebilir ve bu durum organ yetmezliğiyle sonuçlanabilir (Zhang ve ark., 2020). Propolisin bağışıklık sistemini modüle edici etkileri, aşırı inflamatuvar yanıtın düzenlenmesine yardımcı olabilir. Yapılan çalışmalarda, propolisin proinflamatuvar sitokinlerin (IL-6, TNF- α) üretimini baskılayarak inflamasyonu kontrol altına alabileceği gösterilmiştir (Watanabe ve ark., 2011).

Balın da antioksidan ve antiinflamatuvar etkileri sayesinde akciğer dokusundaki hasarı azaltabileceği ve oksidatif stresi önleyebileceği düşünülmektedir (Snow ve ark., 2020). Ağır COVID-19 hastalarında, destekleyici tedavi olarak balın tüketilmesi, solunum fonksiyonlarını iyileştirme potansiyeline sahip olabilir. Bununla birlikte, klinik çalışmalarda daha fazla veri toplanması gerekmektedir.

4.4. COVID-19 Sonrası Rehabilitasyon Sürecinde Kullanımı

COVID-19 enfeksiyonunu atlatan hastalarda uzun süreli semptomlar görülebilmektedir. "Uzamış COVID" olarak adlandırılan bu durum, yorgunluk, nefes darlığı ve bağışıklık sisteminde düzensizlik gibi belirtilerle kendini gösterebilir (Dantas Silva ve ark., 2021). Propolis ve bal, hücrel iyileşmeyi destekleyen ve bağışıklık sistemini dengeleyen özellikleriyle, COVID-19 sonrası iyileşme sürecinde destekleyici olarak kullanılabilir. Özellikle propolisin antioksidan özellikleri, hücrel yenilenmeyi teşvik edebilir ve oksidatif stresin azalmasına katkı sağlayabilir (Bankova, 2005). Balın ise bağırsak mikrobiyotasını düzenleyici etkileri sayesinde bağışıklık sistemini dengeleyebileceği öne sürülmektedir (Snow ve ark., 2020). COVID-19 sonrası bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi amacıyla düzenli bal ve propolis tüketimi, uzun vadeli sağlık yararları sağlayabilir.

5. Sonuç ve Tartışma

Propolis ve bal, antiviral, antiinflamatuvar ve bağışıklık destekleyici etkileriyle COVID-19'a karşı çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Propolis, antiviral aktivitesi ve bağışıklık sistemini destekleyici özellikleri sayesinde enfeksiyonun önlenmesinde ve hafifletilmesinde önemli bir rol oynayabilir. Yapılan çalışmalar, propolisin proinflamatuvar sitokinlerin üretimini baskılayarak inflamasyonu kontrol altına alabileceğini ve böylece COVID-19 hastalarında hastalığın seyrini hafifletebileceğini göstermektedir (Watanabe ve ark., 2011). Bal ise, özellikle solunum yolu enfeksiyonlarında yatıştırıcı etkisiyle bilinir ve öksürük ile boğaz tahrişini hafifletebileceği bildirilmektedir (Mandal ve ark., 2011). Bu nedenle, hafif ve orta şiddetteki COVID-19 vakalarında destekleyici bir tedavi olarak bal ve propolisin kullanımı önerilmektedir.

Ağır COVID-19 vakalarında, propolisin immünomodülatör etkileri ve antiinflamatuvar özellikleri, bağışıklık sisteminin aşırı tepkisini baskılamaya yardımcı olabilir. Aynı şekilde, balın da oksidatif stresi azaltarak akciğer hasarını önleyici bir etki gösterebileceği belirtilmektedir (Snow ve ark., 2020). Ayrıca, COVID-19 sonrası rehabilitasyon sürecinde, propolisin hücrel yenilenmeyi teşvik edici ve antioksidan özellikleri sayesinde bağışıklık sistemini dengeleyebileceği ve balın bağırsak mikrobiyotasını düzenleyerek uzun vadeli sağlık yararları sunabileceği düşünülmektedir (Bankova, 2005).

Ancak, bu doğal ürünlerin COVID-19'a karşı etkinliğinin tam olarak belirlenmesi için daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Mevcut literatür, propolis ve balın tamamlayıcı tedavi olarak kullanılabilirliğini gösterse de, dozaj, kullanım şekli ve olası yan etkiler konusunda daha fazla bilimsel araştırma gerekmektedir. COVID-19 ile mücadelede bu doğal ürünlerin potansiyel rolünü netleştirmek adına, gelecekte daha geniş çaplı klinik çalışmaların yapılması büyük önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- Almasaudi, S. B. (2021). Manuka honey: A natural product with potential benefits against COVID-19. *Frontiers in Microbiology*, 12, 669170.
- Bankova, V. (2005). Recent trends and important developments in propolis research. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2(1), 29-32.
- Berretta, A. A., et al. (2020). Propolis and its potential against SARS-CoV-2 infection mechanisms and COVID-19 disease. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 131, 110622.
- Bogdanov, S., et al. (2008). Honey as nutritional and functional food. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(6), 677-689.
- Dantas Silva, R. P., et al. (2021). Immunomodulatory and anti-inflammatory effects of propolis and its constituents on COVID-19: A literature review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 138, 111526.
- de Figueiredo, S. M., et al. (2021). The potential of honey and propolis in combating SARS-CoV-2 infection. *Frontiers in Microbiology*, 12, 668093.
- Gekker, G., et al. (2005). Anti-HIV-1 activity of propolis in CD4+ lymphocyte and microglial cell cultures. *Journal of Ethnopharmacology*, 102(2), 158-163.
- Kurek-Górecka, A., et al. (2020). Propolis chemical composition and its applications in medicine. *Molecules*, 25(5), 1250.
- Mandal, M. D., et al. (2011). Honey: Its medicinal property and antibacterial activity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1(2), 154-160.
- Shimizu, T., et al. (2008). Anti-influenza virus activity of propolis in vitro and its efficacy against influenza infection in mice. *Antiviral Chemistry & Chemotherapy*, 19(1), 7-13.
- Silveira, M. A. D., et al. (2020). Alternative therapies for COVID-19: Are natural products the answer? *Phytotherapy Research*, 34(9), 4793-4807.
- Snow, M., et al. (2020). Antiviral properties of honey against respiratory viruses. *Journal of Apicultural Research*, 59(1), 41-50.
- Watanabe, M. A. E., et al. (2011). Immunomodulatory effects of propolis and related compounds. *Journal of Ethnopharmacology*, 134(3), 321-328.
- Zhang, R., et al. (2020). COVID-19: Melatonin as a potential adjuvant treatment. *Life Sciences*, 250, 117583.

**INVESTIGATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF FLAVONOIDS AND
NANOPARTICLES OBTAINED FROM METHANOL EXTRACT OF JUNIPER
(*Juniperus oxycedrus* L. ssp. *oxycedrus*) PLANT AGAINST THE HARMFUL EFFECT
OF METHOTREXATE ON ERYTHROCYTES**

Dr. Abdullah TURAN (ORCID: 0000-0003-3330-4468)

Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and
Genetics, Van, 65080, Türkiye, **Email:** abdullahturan72@gmail.com

Doç. Dr. Duygu ALPASLAN (ORCID: 0000-0002-6007-3397)

Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering,
Van, 65080, Türkiye, **Email:** alpaslanduygu@gmail.com

Doç. Dr. Tuba ERŞEN DUDU (ORCID: 0000-0001-5564-2834)

Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering,
Van, 65080, Türkiye, **Email:** tuba_ersen@hotmail.com

Prof. Dr. Nahit AKTAŞ (ORCID: 0000-0001-9341-607X)

Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering,
Van, 65080, Türkiye, **Email:** naktas@yyu.edu.tr

Abstract

The use of plants in health has been known for many years. With the developments in the field of science, the compounds found in the structure of plants have been purified. Recently, research on the synthesis of nanoparticles of these compounds and the examination of their effects on health has increased.

In this study, flavonoids obtained by column chromatography from methanol extract of juniper plant, which is naturally distributed in our country, were used. Antioxidant effects of these flavonoids and their nanoparticles against the harmful effects of methotrexate in erythrocytes, CAT, SOD, GR and GST enzyme activities and GSH levels were investigated.

Considering the enzyme activities performed within the scope of the study, it was determined that the 6F fraction and the p(6F) nanoparticles obtained from this fraction had a positive effect on CAT and GST enzymes on erythrocytes.

Keywords: Juniper, Antioxidant, Erythrocyte, Flavonoids, Nanoparticle

**INVESTIGATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF FLAVONOIDS AND
NANOPARTICLES OBTAINED FROM METHANOL EXTRACT OF JUNIPER
(*Juniperus oxycedrus* L. ssp. *oxycedrus*) PLANT AGAINST THE HARMFUL EFFECT
OF METHOTREXATE ON ERYTHROCYTES**

Özet

Bitkilerin sağlık açısında kullanımı uzun yıllardan beri bilinmektedir. Bilim alanında yaşanan gelişmelerle birlikte bitkilerin yapısında bulunan bileşikler saflaştırılmış. Son zamanlarda bu bileşiklerin nanopartikülleri sentezlenmesi ve sağlık açısından etkisinin incelenmesi araştırmaları artmıştır.

Bu çalışmada ülkemizde doğal yayılış gösteren ardıç bitkisinin metanolekstraktı kolon kromatografisi kullanarak elde edilen flavonoid kullanıldı. Bu flavonoidlerin ve bunların nanopartiküllerinin metotreksatın zararlı etkisine karşı eritrositlerde antioksidan etkileri CAT, SOD, GR ve GST enzim aktiviteleri ile GSH seviyeleri incelendi.

Çalışma kapsamında yapılan Enzim aktiviteleri dikkate alındığında 6F fraksiyonu ve bu fraksiyondan elde edilmiş p(6F) nanopartiküllerinin eritrositler üzerine CAT ve GST enzimlerinde olumlu etki yaptığı tespit edildi.

Anahtar kelimeler: Ardıç, Antioksidan, Eritrosit, Flavonoidler, Nanopartikül

GİRİŞ

Doğal ürünlerin, yeni ilaçların keşfi ve geliştirmesi için önemli bir kaynak olduğu iyi bilinmektedir. Eski tarihlerden itibaren birçok kültürde bitki, mantar ve hayvansal ürünler ile birlikte birçok mineral, geçmişte farklı şifacılar tarafından farklı formülasyonlarda önerilmiş ve kullanılmıştır (Wangkheirakpam & Laitonjam, 2016). Şu anda piyasada bulunan ilaçların % 70'inin doğal ürünlerden veya bitkilerden elde edildiğini bilinmektedir (Twilley & Lall, 2018). Alternatif tıbbın en çok doğal ürünlerin başında bitkiler gelmektedir.

İnsanlık tarihi boyunca bitkiler barınma, yiyecek, giyecek gibi temel ihtiyaçlar için kullanılmıştır. Bu gereksinimleri için bitkilerin birçok kısmından yararlanılmıştır. Eski Mısırlılar da bitkileri bir ilaç kaynağı olarak kullanılmalarıyla tanınırlardı. Bitkisel ürünlerin ilaç kaynağı olarak kullanıldığına dair en eski kayıtlardan biride, Mezopotamya'da (M.Ö. 2600) Sümerler tarafından kullanılan çivi yazılı kil tabletlerde bulunmuştur. Dünya çapında 35.000-70.000 bitki türünün tıbbi değerleri için kullanıldığı tahmin edilmektedir (Padulosi et al., 2002). Bu bitkilerden bir tanesi ardıç bitkisidir.

Kuzey Kutup Dairesi'nden Afrika tropik dağlarına kadar yaygın olarak bulunmaktadır (Adams & Hagerman, 1977). Ülkemizde de oldukça geniş bir yayılış gösteren ardıç ağacı özellikle Anadolu'nun batı, orta ve güney kısımlarında yaygın olarak görülmektedir (Pamay, 1955; Elicin, 1975). Ardıç bitkisinin antioksidan (Chaouche et al., 2013), antiseptik (Tavianoe et al., 2013), antiviral (Ben Sassiet et al., 2008), antinflamantuar (Lesjaket et al., 2013), antikanser (Kusari et al., 2010), antidiyabet (Orhan et al., 2012), analjezik (Akkolet et al., 2009), nöroprotektif (Tavares et al., 2012), iştah açıcı, gebelik önleyici, mide ve karaciğer gibi bir çok özelliği bilinmektedir (Memiş, 2011).

Bitkilerin tıpta kullanılması amacıyla birçok bitki veya bitkilerden elde edilen sekonder metabolitler kullanılmaktadır. 19. yüzyılda birçok alkaloid ve flavonoid çeşitli bitkilerden izole edilmiş ve ilaç olarak kullanılmaya başlamıştır. Flavonoidlerin biyokimyasal aktiviteleri yapılarına bağlı olduğundan, her bir bileşiğin kendi biyolojik potansiyellerini değerlendirmek için sistematik olarak incelenmesi gerekir (Perez-Vizcaino & Fraga, 2018).

Nano kelimesi Yunanca kökenli bir kelime olup kelime anlamı cüce adam veya cüce demektir. Genellikle metre ile kullanılır ve 1 metrenin milyarda biri ölçüsünde bir uzunluğu temsil eder. Nanoteknoloji nanometre ölçeğindeki fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayların anlaşılması kontrolü ve üretimi amacıyla, fonksiyonel materyallerin, cihazların ve sistemlerin geliştirilmesidir. Nano yapılarını ilk örnekleri çok eski zamanlar dayansa da bilimsel olarak ilk başlama tarihi 1957'de Richard Feynman'ın konferansta yaptığı konuşmaya dayanmaktadır (Jain & Jain, 2008).

Serbest radikaller, metabolik reaksiyonlar veya radyasyon, kirlilik, sigara dumanı ve alkol gibi çevresel faktörler ile dış etkilere maruz kalması sonucu dış yörüngelerinde bir veya daha fazla eşleşmemiş elektrona bulunduran moleküller olarak tanımlanır. Serbest radikaller genellikle kararsız ve çok reaktiflerdir. Serbest radikallerin hücresel bileşenler olan, karbonhidratlar, proteinler, DNA ve lipitler ile etkileşime girerek yapılarında bozulmalara neden olabilir (Kaur & Kapoor, 2001).

Antioksidanlar enzimatik olmayan ve enzimatik olmak üzere iki tiptir. Enzimatik antioksidanlar serbest radikalleri parçalara ayırır, oysa enzimatik olmayan antioksidanlar serbest radikallerin zincir reaksiyonlarını serpiştirir. Antioksidanlar endojen veya eksojen kaynaklı olabilir (Mehta & Gowder, 2015).

MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada *Juniperus oxycedrus* L. ssp. *oxycedrus* (Ardıç) meyvelerimetanol ekstraktı kolon Kromatografisi ile ayrımı yapıldı. Kolon Kromatografisi ile 9 farklı fraksiyon alındı. Bu fraksiyonlar arasında madde içeriği en fazla olan 6. fraksiyon alındı. Bu fraksiyon ve bundan elden edilen nanopartiküller iki farklı doz şeklinde sıçanlara uygulandı. Uygulama sonrası sıçanların kandokusu alındı. Eritrosit paketinde CAT, GR, SOD ve GST enzim aktiviteleri ile GSH seviyeleri incelendi.

Bitki Materyali

Çalışma kapsamında kullanılan ardıç (*Juniperus oxycedrus* L. ssp. *oxycedrus*) meyveleri 20.08.2021 tarihinde Batman Hasankeyf ilçesi Öğütlü (Mebiya) köyünden (Birke deresi mevkisinden) toplandı.

Çalışmada Kullanılan Hayvanlar

Araştırmanın canlı materyali 3-4 aylık, 200-250 g ağırlığında, 82 adet Wistar albino ırkı dişi sıçanlar kullanıldı.

Bitki Ekstraktının Hazırlanması ve Kolon Kromatografisi

Çalışmada kullanılan ardıç meyveleri oda sıcaklığında ve gölgede kurutuldu. Kurutulan meyvelerin ekstraktı bati ve arkadaşlarının kullandığı metot göre yapıldı (Bati et al., 2023). Kolon kromatografisi için Khan ve arkadaşlarının kullandığı metoda göre yapıldı ((Khan ve Dangles, 2014).

Nanopartiküllerin Sentezlenmesi

Çalışma kapsamında nanopartiküller Alpaslan ve arkadaşlarının kullandığı serbest radikal polimerizasyon yöntemi ile sentezlendi (Alpaslan et al., 2023).

Hayvan Uygulanması

Sıçan uygulaması için Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Hayvanlar Deney Yerel Etik Kurulun 24/09/2020 tarih ve 2020/09-12 sayılı kararı ile izin alındı. Çalışma kapsamında 76 adet dişi sıçan alındı. Gruplar normal kontrol grubu (NK), metotreksat grubu (MK), 10 mg 6. fraksiyon grubu (6F10), 10 mg 6. fraksiyon + metotreksat grubu (6FM10), 20 mg 6. fraksiyon grubu (6F20), 20 mg 6. fraksiyon + metotreksat grubu (6FM20), 10 mg nanopartikül grubu (P(6F) 10), 10 mg nanopartikül + metotreksat grubu (P(6F)M 10), 20 mg nanopartikül grubu (P(6F) 20) ve 20 mg nanopartikül + metotreksat grubu (P(6F)M20) şeklinde oluşturuldu.

Eritrosit Paketinin Hazırlanması

21 günlük uygulamadan sonra ketamin ile anesteziye alına sıçanların kalbinde enjektör yardımı ile kanlar alındı. Alınan kanlardan eritrosit paketinin Turan yapmış olduğu yöntemle göre yapıldı (Turan, 2014).

Katalaz (CAT) Enzim Tayini

Katalaz enziminin aktivite tayini, 37 °C'de ve 240 nm'de H₂O₂'in tüketilme esasına dayanan spektrofotometrik metoda göre tespit edildi (Aebi, 1974; Turan, 2014).

Glutasyonredüktaz (GR) Enzim Tayini

GR enzim aktivitesi (EU), 37 °C'de 340 nm dalga boyunda dakika başına harcanan NADPH miktarı hesaplanmaktadır (Carlberg&Mannervik, 1985).

Glutasyon-S-Transferaz (GST) Enzim Tayini

Enzim aktivitesi 340 nm'de 37 °C'de CDNB ile glutasyonkonjugasyon şiddetinin ölçümü yapılarak tespit edildi (Mannervik&Guthenberg, 1981).

SüperoksitDismutaz (SOD) Enzim Tayini

SOD enzim aktivitesi Randox-Ransod enzim kiti ile spektrofotometrede (Shimadzu UV/VIS-1201) 505 nm'de 37 °C'de ölçüldü.

RedükteGlutasyon (GSH) Tayini

Kan dokusunda GSH seviyesi spektrofotometre'de ve 412 nm'de gerçekleştirilmektedir (Beutler & Baluda, 1963; Rizzi et al., 1988).

İstatistiksel Analizler

Enzim aktiviteleri istatistiksel hesaplamaları Minitab hazır program kullanılarak standart metotlara göre; gruplar arasındaki fark ise Tek Yönlü Varyans Analizi (One Way ANOVA-Turkey) testi kullanılarak hesaplandı. Testlerin önem derecesi, $p < 0.05$ olan değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi (Turan & Celik, 2016).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma kapsamında yapılan antioksidan enzim aktivitesi ve GSH seviyeleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 1 Eritrosit paketinde enzimler aktiviteleri ve GSH seviyeleri

Eritrosit					
Enzimler aktiviteleri ve GSH seviyeleri					
	CAT(U/L)	GR(U/L)	GST(U/L)	SOD(U/L)	GSH(nmol/g)
	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD
Kontrol	1051,61±205,00	1,29±0,33	0,93±0,16	10880,41±70,38	0,61±0,04
Metotrax	902,71±135,94	0,80±0,10 ^a	0,84±0,06	11137,72±69,85 ^a	0,50±0,03 ^a
6F 10	912,01±89,25	0,98±0,14 ^b	0,87±0,04	11180,80±42,21 ^a	0,46±0,02 ^{ab}
6FM 10	869,20±99,99	0,82±0,09 ^{ac}	0,83±0,01	11076,02±50,84 ^{ac}	0,50±0,05 ^a
6F 20	971,57±94,50	0,76±0,06 ^{ac}	0,80±0,09	10873,16±89,70 ^{bcd}	0,53±0,01 ^{ac}
6FM 20	921,32±81,07	0,69±0,07 ^{acd}	0,81±0,07	10985,61±92,20 ^{bc}	0,53±0,03 ^{ac}
P(6F) 10	997,63±159,30	0,68±0,07 ^{abcd}	0,92±0,06 ^{bd}	11119,61±51,09 ^{ac}	0,45±0,02 ^{abd}
P(6F)M 10	679,36±47,60 ^{abcde}	0,50±0,05 ^{abcde}	0,71±0,04 ^{abcde}	10926,96±82,92 ^{bcde}	0,57±0,09 ^{ce}
P(6F) 20	960,41±30,79 ^f	0,53±0,09 ^{abcde}	1,07±0,05 ^{bcdef}	11208,20±136,23 ^{af}	0,63±0,02 ^{bcde}
P(6F)M 20	660,70±94,08 ^{abcdef}	0,77±0,07 ^{acf}	0,77±0,06 ^{abcde}	11321,59±63,56 ^{abcdef}	0,59±0,04 ^{bcde}

Gruplar

- a: Kontrol grubu ile Metotrax, 6F 10, 6FM 10, 6F 20, 6F M 20, P(6F) 10, P(6F)M 10, P(6F) 20 ve P(6F)M 20 grupları ile karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).
b: Metotrax grubu ile 6F 10, 6FM 10, 6F 20, 6FM 20, P(6F) 10, P(6F)M 10, P(6F) 20 ve P(6F)M 20 grupları ile karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).
c: 6F 10 grubu ile 6FM 10, 6F 20, 6FM 20, P(6F) 10, P(6F)M 10, P(6F) 20 ve P(6F)M 20 grupları ile karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).
d: 6FM 10 grubu ile 6F 20, 6FM 20, P(6F) 10, P(6F)M 10, P(6F) 20 ve P(6F)M 20 grupları ile karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).
e: P(6F) 10 grubu ile P(6F)M 10, P(6F) 20 ve P(6F)M 20 gruplarla karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).
f: P(6F)M 10 grubu ile P(6F) 20 ve P(6F)M 20 gruplarla karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).

Eritrosit paketinde CAT enzim aktivitesi seviyeleri incelendiğinde en yüksek ve en düşük seviyedeki grupların CAT değerleri sırası ile NK 1051.61 ± 205.00 ve MK 660.70 ± 94.08 olduğu tespit edildi. Çizelgedeki veriler dikkate alındığında 6F uygulanan grupların genel olarak kontrol grubuna yakın olması 6F yapısında bulunan ve antioksidan etkisi bilinen biflavonoidlerin fonksiyonel gruplarının etki ettiği düşünülmektedir. p(6F) gruplarındaki düşüşü nedeni ise nanopartikül sentezinde bu grupların kullanılmış olmasından kaynaklandığını düşünülmektedir.

Pınar ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada metotreksat uygulanması sonucu kontrol grubuna göre CAT enzim aktivitesinde azalma gözlemlenmiştir (Pınar et al., 2018). Bu tez çalışması literatür de var olan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Bu sonuçlardan yola çıkarak uygulamada kullanılan 6F ile p(6F) nanopartiküllerin antioksidan özelliğe sahip olduğu düşünülmektedir.

Eritrosit paketinde GR enzim aktivitesi seviyeleri incelendiğinde en yüksek ve en düşük seviyedeki grupların ortalama ve standart sapmasının sırası ile NK 1.29 ± 0.33 ve p(6F)M 10 0.50 ± 0.05 olduğu görüldü. Çizelgedeki veriler dikkate alındığında 6F uygulanan grupların genel olarak kontrol grubuna yakın olması 6F yapısında bulunan ve antioksidan etkisi bilinen biflavonoidlerin fonksiyonel gruplarının etki ettiği düşünülmektedir. p(6F) gruplarındaki

düşüşün temel nedeni ise nanopartikül sentezinde bu fonksiyonel grupların bağlanarak aktifliklerini kaybetmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Turan ve Çelik yapmış oldukları çalışmada akciğer dokusunda GR enzim aktivitesinde hasar grubunun kontrol grubuna göre enzim aktivitesinde düşüş tespit etmişlerdir (Turan & Celik, 2016). Bu tez çalışması literatürde var olan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Bu sonuçlardan yola çıkarak uygulamada kullanılan 6F ile p(6F) nanopartiküllerin antioksidan özelliğe sahip olduğu düşünülmektedir.

Eritrosit paketinde SOD enzim aktivitesi seviyeleri incelendiğinde en yüksek ve en düşük seviyedeki grupların SOD değerleri sırası ile p(6F)M 20 11321.59 ± 63.56 ve 6F 20 10873.16 ± 89.70 olduğu görüldü. Çizelgedeki veriler dikkate alındığında 6F uygulanan grupların genel olarak kontrol grubuna yakın olması 6F yapısında bulunan ve antioksidan etkisi bilinen biflavonoidlerin fonksiyonel gruplarının etki ettiği düşünülmektedir. p(6F) gruplarındaki düşüşün temel nedeni ise nanopartikül sentezinde bu fonksiyonel grupların bağlanarak aktifliklerini kaybetmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kalender ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada SOD enzim aktivitesinde hasar grubunda kontrol grubuna göre artış tespit edilmiştir (Kalender et al., 2012). Bu tez çalışması literatürde var olan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Bu sonuçlardan yola çıkarak uygulamada kullanılan 6F ile p(6F) nanopartiküllerin antioksidan özelliğe sahip olduğu düşünülmektedir.

Eritrosit paketinde GST enzim aktivitesi seviyeleri incelendiğinde en yüksek ve en düşük seviyedeki grupların ortalama ve standart sapmasının sırası ile p(6F) 10 1.07 ± 0.051 ve p(6F)M 10 0.71 ± 0.04 olduğu görüldü. Çizelgedeki veriler dikkate alındığında 6F uygulanan grupların genel olarak kontrol grubuna yakın olması 6F yapısında bulunan ve antioksidan etkisi bilinen biflavonoidlerin fonksiyonel gruplarının etki ettiği düşünülmektedir. p(6F) gruplarındaki düşüşün temel nedeni ise nanopartikül sentezinde bu fonksiyonel grupların bağlanarak aktifliklerini kaybetmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Salama ve arkadaşları yaptığı çalışmada MTX grubundaki sıçanların karaciğerdeki GST enzim aktivitesinin kontrol grubuna göre düştüğü tespit edilmiştir (Salama et al., 2017). Bu tez çalışması literatürde var olan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Bu sonuçlardan yola çıkarak uygulamada kullanılan 6F ile p(6F) nanopartiküllerin antioksidan özelliğe sahip olduğu düşünülmektedir.

Kan dokusunda GSH seviyeleri incelendiğinde en yüksek ve en düşük seviyedeki grupların GSH değerleri sırasıyla p(6F) 20 0.63 ± 0.02 ve p(6F) 10 0.45 ± 0.02 olduğu görüldü. Çalışma kapsamında kullanılan sıçanların kan dokusunda GSH seviyeleri incelendiğinde kontrol grubuna göre metotreksat uygulanan grupta düşüş tespit edildi.

Chauhan ve arkadaşları yaptığı çalışmada metotreksat uygulanması sonucu kontrol grubuna göre GSH seviyesinin azaldığı gözlemlenmiştir (Chauhan et al., 2020). Bu tez çalışması literatürde var olan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Bu sonuçlardan yola çıkarak uygulamada kullanılan 6F ile p(6F) nanopartiküllerin antioksidan özelliğe sahip olduğu düşünülmektedir.

SONUÇ

Çizelge 1'deki eritrosit paketinde antioksidan etki incelendiğinde, CAT enzim aktivitesi incelendiğinde kontrol grubuna göre tüm gruplarda CAT enzim aktivitesi azalma tespit edildi. Uygulanan p(6F) nanopartikülünün ve 6F'nin kan dokusunda olumlu etkiye neden olduğu sonucuna varıldı. Eritrosit paketinde GR enzim aktivitesi incelendiğinde kontrol grubuna göre

tüm gruplarda GR enzim aktivitesinde azalma tespit edildi. Eritrosit paketinde SOD enzim aktivitesi incelendiğinde kontrol grubuna göre tüm gruplarda SOD enzim aktivitesinin artışı tespit edildi. Kan dokusunda kontrol grubuna göre tüm gruplarda GSH seviyesinde azalma tespit edildi. Uygulamada kullanılan 6F ve p(6F) nanopartiküllerin kan dokusunda GSH seviyesi üzerine olumsuz etki ettiği sonucuna varıldı. GST enzim aktivitesi seviyeleri incelendiğinde kontrol grubuna göre diğer gruplarda azalma tespit edildi. GST enzim aktivitesinin azalması eritrosit paketinde 6F ve p(6F) nanopartikül uygulanan sıçanlarda olumlu etki ettiği sonucuna varıldı.

Teşekkür: Bu çalışmada YÖK 100/2000 Doktora Bursu, TÜBİTAK 2211 A Yurtiçi Doktora Bursu ve Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FDK-2021-9371 No'lu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- Adams, R. P., & Hagerman, A. (1977). Diurnal variation in the volatile terpenoids of *Juniperus scopulorum* (Cupressaceae). *American Journal of Botany*, 64(3), 278-285.
- Aebi, H. (1974). Catalase. In *Methods of enzymatic analysis* (pp. 673-684). Academic press.
- Akkol, E. K., Güvenç, A., & Yesilada, E. (2009). A comparative study on the antinociceptive and anti-inflammatory activities of five *Juniperus* taxa. *Journal of ethnopharmacology*, 125(2), 330-336.
- Alpaslan, D., Turan, A., Dudu, T. E., Bozer, B. M., Aktas, N., & Turk, M. (2023). Characterization of p (PmO), p (LO) and p (RO) organoparticles, their bioactivity properties and their effect on pancreatic cancer Capan-1 cell. *Materials Chemistry and Physics*, 305, 127871.
- Bati, B., Celik, I., Turan, A., Eray, N., Alkan, E. E., & Zirek, A. K. (2023). Effect of isgin (*Rheum ribes* L.) on biochemical parameters, antioxidant activity and DNA damage in rats with obesity induced with high-calorie diet. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 129(2), 298-306.
- Ben Sassi, A., Harzallah-Skhiri, F., Bourgougnon, N., & Aouni, M. (2008). Antiviral activity of some Tunisian medicinal plants against Herpes simplex virus type 1. *Natural Product Research*, 22(1), 53-65.
- Beutler, E., & Baluda, M. C. (1963). Methemoglobin reduction: Studies of the interaction between cell populations and of the role of methylene blue. *Blood*, 22(3), 323-333.
- Carlberg, I., & Mannervik, B. (1985). [59] Glutathione reductase. In *Methods in enzymology* (Vol. 113, pp. 484-490). Academic press.
- Chaouche, T. M., Haddouchi, F., Atik-Bekara, F., Ksouri, R., Azzi, R., Boucherit, Z., Tefian, C., & Larbat, R. (2015). Antioxidant, haemolytic activities and HPLC–DAD–ESI–MSn characterization of phenolic compounds from root bark of *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*. *Industrial Crops and Products*, 64, 182-187.
- Chauhan, P., Sharma, H., Kumar, U., Mayachari, A., Sangli, G., & Singh, S. (2020). Protective effects of *Glycyrrhiza glabra* supplementation against methotrexate-induced hepato-renal damage in rats: An experimental approach. *Journal of Ethnopharmacology*, 263, 113209.
- Eliçin, G., 1975. Türkiyedoğalardıç (Juniperus L.) taksonlarının yayılışları ile önemli morfolojik ve anatomik özellikleri üzerine araştırmalar. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Orman Botanigi Ders Notları, 123s. İstanbul.
- Jain, K. K., & Jain, K. K. (2008). *The handbook of nanomedicine* (Vol. 404). Totowa: Humana Press.
- Kalender, Y., Kaya, S., Durak, D., Uzun, F. G., & Demir, F. (2012). Protective effects of catechin and quercetin on antioxidant status, lipid peroxidation and testis-histoarchitecture induced by chlorpyrifos in male rats. *Environmental toxicology and pharmacology*, 33(2), 141-148.
- Kaur, C., & Kapoor, H. C. (2001). Antioxidants in fruits and vegetables—the millennium's health. *International journal of food science & technology*, 36(7), 703-725.
- Khan, M. K., & Dangles, O. (2014). A comprehensive review on flavanones, the major citrus polyphenols. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33(1), 85-104.
- Kusari, J., Zhou, S. X., Padillo, E., Clarke, K. G., & Gil, D. W. (2010). Inhibition of vitreoretinal VEGF elevation and blood–retinal barrier breakdown in streptozotocin-induced diabetic rats by brimonidine. *Investigative ophthalmology & visual science*, 51(2), 1044-1051.
- Lesjak, M. M., Beara, I. N., Orčić, D. Z., Ristić, J. D., Anačkov, G. T., Božin, B. N., & Mimica-

- Dukić, N. M. (2013). Chemical characterisation and biological effects of *Juniperus foetidissima* Willd. 1806. *LWT-Food Science and Technology*, 53(2), 530-539.
- Mannervik, B., & Guthenberg, C. (1981). [28] Glutathione transferase (human placenta). In *Methods in enzymology* (Vol. 77, pp. 231-235). Academic press.
- Mehta, S. K., & Gowder, S. J. T. (2015). Members of antioxidant machinery and their functions. *Basic principles and clinical significance of oxidative stress*, 11, 59-85.
- Memiş, Y., (2011). *Bazı Juniperus türlerinden uçucu yağların ekstraksiyonu ve bunların biyolojik aktivitelerinin incelenmesi* (Master's thesis, Niğde Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Orhan, N., Aslan, M., Demirci, B., & Ergun, F. (2012). A bioactivity guided study on the antidiabetic activity of *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* L. leaves. *Journal of ethnopharmacology*, 140(2), 409-415.
- Padulosi, S., Leaman, D., & Quek, P. (2002). Challenges and opportunities in enhancing the conservation and use of medicinal and aromatic plants. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 9(4), 243-267.
- Pamay, B. (1955). Türkiye'de (Juniperus L.) türleri ve yayılışları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi A*, 5(1 ve 2).
- Perez-Vizcaino, F., & Fraga, C. G. (2018). Research trends in flavonoids and health. *Archives of biochemistry and biophysics*, 646, 107-112.
- Pınar, N., Kaplan, M., Özgür, T., Özcan, O. (2018). Ameliorating effects of tempol on methotrexate-induced liver injury in rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 102, 758-764.
- Rizzi, M., Erlemann, P., Bui-Thanh, N. A., & Dellweg, H. (1988). Xylose fermentation by yeasts: 4. Purification and kinetic studies of xylose reductase from *Pichia stipitis*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 29, 148-154.
- Salama, A. R., Oda, S. S., Khafaga, A. F., & Hashem, M. A. (2017). Potential Ameliorative Effects of Alpha Lipoic Acid and Silymarin on Thioacetamide Induced Hepatic Damage in Rats. *Alexandria Journal for Veterinary Sciences*, 54(1).
- Tavares, L., McDougall, G. J., Fortalezas, S., Stewart, D., Ferreira, R. B., & Santos, C. N. (2012). The neuroprotective potential of phenolic-enriched fractions from four *Juniperus* species found in Portugal. *Food chemistry*, 135(2), 562-570.
- Taviano, M. F., Marino, A., Trovato, A., Bellinghieri, V., Melchini, A., Dugo, P., Cacciola, F., Donato, P., Mondello, L., Güvenç, A., Miceli, N. 2013. *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* and *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *macrocarpa* (Sibth. & Sm.) Ball. "berries" from Turkey: Comparative evaluation of phenolic profile, antioxidant, cytotoxic and antimicrobial activities. *Food and Chemical Toxicology*, 58: 22-29.
- Turan, A. (2014). *Etil alkol ile deney sel oksidatif stres oluşturulan sıçanlardaki kuruy incir (Ficus carica L.) karaciğer koruyucu ve antioksidan rolünün belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Turan, A., & Celik, I. (2016). Antioxidant and hepatoprotective properties of dried fig against oxidative stress and hepatotoxicity in rats. *International journal of biological macromolecules*, 91, 554-559.
- Twilley, D., & Lall, N. (2018). The role of natural products from plants in the development of anticancer agents. In *Natural Products and Drug Discovery* (pp. 139-178). Elsevier.
- Wangkheirakpam, S. D., & Laitonjam, W. S. (2016). Studies on the uses of some plants for medicinal and dyeing properties. *International Journal of Chemistry*, 5(1), 93-102.

Zhang, L., & Granick, S. (2006). How to stabilize phospholipid liposomes (using nanoparticles). *Nano letters*, 6(4), 694-698.

EFFECTS OF NANOPARTICLES ON GROWTH CRITERIA IN TOMATO

Dr. Öğr. Üyesi, Selma KIPÇAK BİTİK (ORCID ID: 0000-0002-0563-1130)
Van YYU, Başkale MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Van, Türkiye.
selmakipcak@yyu.edu.tr, (Responsible Author)

Doç. Dr. Duygu ALPASLAN (ORCID ID: 0000-0002-6007-3397)
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Van,
Türkiye, alpaslanduygu@gmail.com

Doç. Dr. Tuba ERŞEN DUDU (ORCID ID: 0000-0001-5564-2834)
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Van,
Türkiye, tubaersendudu@yyu.edu.tr

Dr. Abdullah TURAN (ORCID ID: 0000-0003-3330-4468)
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Van,
Türkiye, abdullahturan72@gmail.com

Abstract

Tomato (*Solanum lycopersicum* L) is one of the vegetables with the highest production and consumption among agricultural products in the world. Turkey's suitable climate conditions have allowed it to be among the top 4 countries in the world that produce the most tomatoes. Genetic and environmental factors and fertilizer applications make significant contributions to the healthy growth, development and fruit quality of plants. Nanotechnology is a technology that has many applications at the nanoscale today. Nanomaterials are used in many beneficial applications due to their unique chemical and physical structures. Nanoparticles obtained from plant extracts are generally applications aimed at increasing growth, development and productivity in plants with environmentally friendly and sustainable methods. The use of these technologies in agricultural products can offer various benefits to ensure healthier growth of plants. This study was conducted according to the randomized block design with 5 replicates and 1 plant in each replicate. Before sowing seeds, nanoparticles were first placed in pots with a 2:1 peat-perlite mixture, and then tomato seeds were planted. The data obtained at the end of the study show that the nanoparticle obtained from plant extracts has positive effects on seedling development parameters (shoot length, stem diameter, number of leaves, root length, shoot and root fresh and dry weights) in tomato and can also be used in other vegetable species.

Keywords: Plant extract, Tomato, Nanoparticle

NANOPARTİKÜLLERİN DOMATESTE BÜYÜME KRİTERLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Özet

Domates (*Solanum lycopersicum* L), dünyada tarım ürünleri arasında üretim ve tüketim miktarı en yüksek olan sebzelerin başında gelmektedir. Türkiye'nin uygun iklim koşullarına sahip olması dünyanın en çok domates üreten ilk 4 ülke sıralamasında yer almasına olanak sağlamıştır. Bitkilerin sağlıklı bir şekilde büyümesi, gelişmesi ve meyve kalitesi üzerine genetik ve çevresel faktörler ve gübre uygulamaları önemli katkıda bulunurlar. Nanoteknoloji nano ölçekte gerçekleştirilen günümüzde birçok uygulama alanı olan bir teknolojidir. Nanomalzemeler eşsiz kimyasal ve fiziksel yapılarından dolayı birçok fayda sağlayan uygulamada kullanılmaktadır. Bitki ekstraktlarından elde edilen nanopartiküller, genellikle çevre dostu ve sürdürülebilir yöntemlerle bitkilerde büyüme, gelişim ve verimliliği artırmaya yönelik uygulamalardır. Tarım ürünlerinde bu teknolojilerin kullanımı, bitkilerin daha sağlıklı büyümesini sağlamak için çeşitli faydalar sunabilir. Bu çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 5 tekrarlı ve her tekrarda 1 bitki olacak şekilde yürütülmüştür. Tohum ekiminden önce 2:1 torf-perlit karışimli saksılara önce nanopartikül bırakılmış, ardından domates tohumları ekilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen veriler, domateste fide gelişim parametreleri (sürgün boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, kök uzunluğu, sürgün ve kök yaş ve kuru ağırlıkları) üzerine bitki ekstartlarından elde edilen nanopartikülün olumlu etkilerinin olduğunu ve diğer sebze türlerinde de kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Bitki ekstraktı, Domates, Nanopartikül

Giriş

Domates, dünyanın birçok bölgesinde yetiştiriciliği yapılan, sebze üretiminde 186.766,329 ton (FAO. 2022) ile ilk sırada yer alan ve kullanım alanı en fazla olan sebze türlerinden biridir. Dünya domates üretiminde Çin yaklaşık 34%'lük payı ile 1. sırada yer alırken. Türkiye 7% 'lik pay ile 3. sırada yer almaktadır (FAO. 2022).

Tek yıllık ve üzümü yapıda meyvelere sahip olan domates (*Solanum lycopersicum* L.). solanaceae familyasının bir üyesidir (Petro-Turza. 1987). Güney Amerika ve Peru literatürlerinde domatesin anavatanı olarak geçmektedir. Avrupa'da uzun yıllar zehirli olduğu düşünülerek tüketilmeyen domates daha sonra kültür bitkisi olarak önem kazanmıştır (Kütevin ve Türkes. 1987).

Polimerik nanopartiküller, makromoleküler maddelerden yapılmış katı, koloidal partiküllerdir. Boyutları 150 nm'den daha küçüktür. Nanopartiküller, nanopartikül boyutu ve yüzey yükü gibi özellikleri optimize ederek herhangi bir uygulama için tasarlanabilirler.

Çalışma kapsamında, nanopartiküllerin Rio Grande standart domates çeşidi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla domates bitkisinde sürgün-kök boyu, gövde çapı, sürgün-kök yaş ve kuru ağırlığı, SOD, CAT, APX enzimleri ve MDA değerlerine bakılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma; 02.03.2022 tarihinde Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait iklimlendirme alanında yürütülmüştür. Denemede bitki materyali olarak Rio Grande standart domates çeşidi kullanılmıştır. 2:1 torf-perlit karışımına 0.1 gr nanopartikül üzerine 5 cm toprak serpidikten sonra tohum ekimi gerçekleştirilmiştir. Deneme 25.06.2022 tarihinde sonlandırılmıştır.

Denemede kullanılan nanopartiküller buğday, alovera ve buğday + alovera bitkilerinden elde edilmiştir. Bitkiler suda çözülürülerek elde edilen ekstraktan mikro ve nanopartikül sentezlenmiştir.

Domateste Morfolojik Veriler

Denemenin sonlandırılması ile birlikte her tekerrürden alınacak 5 bitkinin sürgün-kök boyu uzunluğu (cm). sürgün çapı (mm). yaş ve kuru ağırlıkları ölçülmüştür.

Domates Örneklerinin Enzim Analizleri

Antioksidatif enzim analizleri (CAT, SOD, APX) Jebara ve ark. 2005 ve Güneri Bağcı 2010 'ya göre spektrofotometrik metoda göre tespit edilmiştir.

Malondialdehid (MDA)

Malondialdehid (MDA) seviyesi, Güneri Bağcı 2010 'na göre spektrofotometrik metoda göre tespit edilmiştir.

Verilerin değerlendirilmesi

Araştırmada elde edilen veriler, tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. Verilerin analizinde istatistiksel olarak önemli bulunan ortalamalar "Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi" ne göre gruplandırılmıştır. Veriler SPSS istatistik programında değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışma, nanopartikül uygulamalarının domates bitkisinde bazı morfolojik ve antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkisinin belirlenmesini amaçlamıştır. Çalışmada elde edilen bulgular istatistiki açıdan $p < 0.05$ 'e göre önemli olduğu tespit edilmiştir. Kontrole göre yaprak sayısı, sürgün çapı, sürgün-kök yaş ve kuru ağırlığı, sürgün ve kök uzunluğunun önemli oranda arttığı bulunmuştur. Bakılan parametrelerde özellikle aloavera uygulamasının ön plana çıktığı belirlenmiştir. Uygulamalarla beraber yaprak sayısı %27, sürgün çapı %22, sürgün uzunluğu %12, sürgün yaş ağırlık %98, sürgün kuru ağırlık %191, kök uzunluk %81 ve kök yaş ağırlık %85 arttığı tespit edilmiştir.

Tablo 1. Domates bitkisinde büyüme parametrelerine ait değerler.

Uygulamalar	Yaprak	Sürgün Çap	Sürgün Uzunluk	Sürgün Yaş Ağırlık	Sürgün Kuru Ağırlık	Kök Uzunluk	Kök Yaş Ağırlık	Kök Kuru Ağırlık
Kontrol	11 ^{öd}	2.81 ^{öd}	79 ^{öd}	6.11 c	0.34 ^{öd}	10.67 c	0.40 c	0.02 c
Buğday	12	3.08	88	7.84 b	0.56	14.33 b	0.51 b	0.03 c
Aloavera	14	3.38	83	12.12 a	0.99	19.33 a	0.74 a	0.07 a
Buğday + Aloavera	12	3.42	79	9.01 b	0.49	16.67 b	0.66 a	0.04 b

Küçük harfler: nanopartikül uygulamaları arasıfarkı gösterir ($P < 0.05$).
Öd: istatistiksel olarak önemsiz değer.

Stres faktörleri bitkilerde mitokondri ve kloroplastta üretilen reaktif oksijen türleri (ROS) oksidatif strese yol açmaktadır (Hussain ve ark. 2021). ROS, süperoksit anyonlarını (O_2^-), singlet oksijeni (1O_2), hidroksil radikallerini ($\bullet OH$) ve hidrojen peroksiti (H_2O_2) içerir (Mittler ve ark. 2022). Bitkide antioksidan enzimlerinin birikmesi bitkinin stres toleransını ve duyarlılığını artırır. Ayrıca bitkide stres kaynaklı oluşan ROS türlerini temizler (Semida ve ark. 2021). Stres, bitkilerin çimlenme, büyüme ve gelişme dönemlerinde olumsuz etkilere neden olur. Bundan dolayı son zamanlarda bitkilerin stresi tolere etmesi ve bitki savunma mekanizmalarını desteklemek için farklı organik maddeler kullanılmaktadır (Bulut 2020). Nanopartiküller, bitki büyüme düzenleyicisi, biyotik ve abiyotik streslere karşı bitkiyi korumak, verimin artırılmasında ve sekonder metabolitlerin üretilmesinde elisitör (uyarıcı) olarak kullanılmaktadır (Hidangmayum ve ark. 2019). Domates bitkilerine nanopartikül uygulamaları sonrasında bitkilerde antioksidan enzim oranları önemli ölçüde değişmiştir. Stres altındaki bitkilerin hücrelerinde reaktif oksijen türleri (ROS) ve melondialdehit (MDA) birikmesine neden olur. Bu maddelerin artması bitkilerin stresten etkilendiğinin ve zarar gördüğünün bir göstergesidir. Çalışmamızda nanopartikül uygulamaları sonrasında domates bitkilerinin kontrole göre CAT, SOD, APX enzim değerlerinin arttığı, MDA değerlerinde ise azalma olduğu belirlenmiştir. Kontrolde CAT 0.015-0.041, SOD 391-528, APX 0.16-0.63 ve MDA değerinin 6.21-1.57 aralığında olduğu bulunmuştur.

Tablo 2. Domates bitkisinde antioksidatif enzim ve MDA verilerine ait değerler.

Uygulamalar	CAT	SOD	APX	MDA
Kontrol	0.015 c	445 ^{öd}	0.23 b	6.21 a
Buğday	0.023 b	427	0.63 a	1.90 c
Aloavera	0.041 a	528	0.24 b	1.57 c
Buğday + Aloavera	0.021 c	391	0.16 b	2.42 b

Küçük harfler: naopartikül uygulamaları arasıfarkı gösterir (P<0.05).
Öd: istatistiksel olarak önemsiz değer.

Bitkilerde reaktif oksijen türlerine karşı bir savunma refleksi olarak antioksidan düzeylerindeki değişim izlenebilir. Nanopartikül uygulamalarının domates fidelerinde enzim aktivitesini etkilediğini ve önemli ölçüde artırdığını (P< 0.05) göstermiştir. Abiyotik stresler, daha yüksek ROS birikimi ile oksidatif stresi tetikler (Chaudhry ve ark. 2021). Bitki hücrelerinde ROS seviyelerini baskılamak için antioksidanların aktivasyonu ile stres koşullarınayanıt verir. Uygulanan nanopartiküllerinantioksidatif enzim değerlerini arttırdığı, MDA değerlerini ise azalttığı belirlenmiştir (P< 0.05). Bu da uygulamasının domates fidelerinde savunma sistemini aktive ettiğini göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler

Domates bitkisinde büyüme parametrelerine bakıldığında nanopartikül uygulamaları ile olumlu yönde etkilendiği ve elde edilen verilerin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir.

Bitki boyu, sürgün-kök yaş-kuru ağırlık ve kök uzunluk parametrelerinde aloavera nanopartikül uygulamasının büyüme parametrelerini artırdığı saptanmıştır.

Domates yaprağında bakılan SOD, CAT ve APX enzim değerlerinin kontrole göre arttığı, MDA değerlerinin ise kontrole göre azalış gösterdiği ve özellikle aloavera nanopartikül uygulamasının ön plana çıktığı belirlenmiştir.

Bitki ekstraktlarından elde edilen nanopartiküller sürdürülebilir tarımda rahatlıkla kullanılabilir. Elde edilen bulgular ışığında nanopartiküllerin domates bitkisinde büyüme parametrelerini ve antioksidan enzimleri ile MDA değerlerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Bu konuda ileride yapılacak olan çalışmalar için ön plana çıkan nanopartiküllerin biyotik ve abiyotik stres koşullarında meydana gelen değişimlerin belirlenmesi ve kombinasyonlarının denenmesinin araştırmacılar için yararlı olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Bulut, H. (2020). Arpada Tuz Stresine Karşı Zingeronun Koruyucu Etkisi. Journal of the Institute of Science and Technology, 10 (4) , 2932-2942 . DOI: 10.21597/jist.686577
- Chaudhry, U. K., Gökçe, Z. N. & Gökçe, A. F. (2020). Effects of salinity and drought stresses on the physio-morphological attributes of onion cultivars at bulbification stage. Int. J. Agric. Biol., 24 , 1681-1689, doi:10.17957/IJAB/15.1611
- Fao, 2017. Food and agriculture organization. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/OC>. Erişim tarihi: 14.03.2022.
- Güneri Bağcı E. (2010). Nohut Çeşitlerinde Kuraklığa Bağlı Oksidatif Stresin Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametrelerle Belirlenmesi (Doktora tezi). Ankara üniversitesi Fen Bilimleri. Ankara.403s.
- Hidangmayum, A., Dwivedi, P., Katiyar, D. & Hemantaranjan, A. (2019). Application of chitosan on plant responses with special reference to abiotic stress. Physiology and Molecular Biology of Plants, 25(2), 313-326.
- Hussain, M. I., Elnaggar, A. & El-Keblawy, A. (2021). Eco-physiological adaptations of *Salsola Drummondii* to soil salinity: role of reactive oxygen species, ion homeostasis, carbon isotope signatures and anti-oxidant feedback. Plant Biosyst., 155, 1133-1145
- Jebara S, Jebara M, Limam F. & Aouani M.E. (2005). Changes in ascorbate peroxidase, catalase, guaiacol peroxidase and superoxide dismutase activities in common bean (*Phaseolus vulgaris*) nodules under salt stress. Journal of Plant Physiology, 162(8): 929-936.
- Kütevin, Z. & Türkeş, T., 1987. *Sebzecilik*. İnkılap Yayınevi. İstanbul. 309 s
- Mittler, R., Zandalinas, S. I., Fichman, Y. & Van Breusegem, F. (2022). Reactive oxygen species signalling in plant stress responses. Nat. Rev. Mol. Cell Biol., 23, 663-679
- Petro-Turza & M., 1987. Taste of tomato and tomato products. *Food Reviews International*, 2(3), 309–351.
- Semida, W. M., El-Mageed, A., Taia, A., Abdelkhalik, A., Hemida, K. A., Abdurrahman, H. A., Howladar, S. M., Leilah, A. A. & Rady, M. O. (2021). Selenium modulates antioxidant activity, osmoprotectants, and photosynthetic efficiency of onion under saline soil conditions. Agronomy, 11, p. 855

CHALLENGES AND SUSTAINABILITY STRATEGIES IN BEEKEEPING IN TÜRKİYE

Prof. Dr. Pınar AYVAZOĞLU DEMİR (ORCID: 0000-0002-7010-0475)

Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvancılık Sağlığı Ekonomisi ve İşletmeciliği
Anabilim Dalı, Kırıkkale-Türkiye
Email: pinardemir80@hotmail.com

Abstract

Turkey holds a strategic position in the global beekeeping sector, ranking second worldwide after China with an annual honey production of 110,000-120,000 tons. The country's rich flora and ecological diversity allow beekeeping activities to be carried out across a vast geographic area. This study examines the key challenges affecting Turkey's beekeeping sector and proposes solutions to address these issues.

Despite its significant production potential, the Turkish beekeeping industry faces structural challenges related to efficiency, marketing, disease management, and environmental risks. The primary issues confronting the sector include the use of pesticides and chemical treatments, the negative impact of climate change on bee populations, adulteration and fraud in honey and bee products, inadequate support and incentives, deficiencies in marketing and branding, widespread bee diseases, and shortcomings in education and technological infrastructure.

In particular, the prevalence of fraudulent honey and bee products and the lack of standardized quality control undermine consumer confidence in the domestic market and negatively impact export potential. To enhance Turkey's honey export capacity, it is crucial to expand the geographical indication system, establish strict inspection mechanisms, and promote international quality certification. Additionally, to improve the competitiveness of small-scale producers, increasing hive-based financial support for certified young beekeepers, expanding export incentives, and implementing modern marketing strategies are necessary.

In conclusion, ensuring the sustainability of Turkey's beekeeping sector requires ecological conservation measures, improved quality standards, enhanced financial support mechanisms, and the strengthening of marketing infrastructure. The implementation of these initiatives is expected to increase efficiency in the sector, ultimately positioning Turkey as a stronger player in the international honey market.

Keywords: Bee, honey, fraud, bee diseases, geographical indication

TÜRKİYE ARICILIĞINDA KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK STRATEJİLERİ

Özet

Türkiye, arıcılık sektörü açısından küresel ölçekte stratejik bir konuma sahip olup, yıllık 110.000-120.000 ton bal üretimiyle dünya bal piyasasında Çin'den sonra ikinci sırada yer almaktadır. Ülkenin zengin florası ve ekolojik çeşitliliği, arıcılık faaliyetlerinin geniş bir coğrafyada sürdürülebilmesine olanak tanımaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'deki arıcılık sektörünü etkileyen temel sorunlar ve bu sorunlara yönelik çözüm önerileri ele alınmıştır.

Türkiye arıcılığı, büyük bir üretim potansiyeline sahip olmasına rağmen verimlilik, pazarlama, hastalık yönetimi ve çevresel riskler gibi yapısal sorunlarla karşı karşıyadır. Sektörün karşılaştığı başlıca sorunları arasında pestisit ve kimyasal ilaç kullanımı, iklim değişikliğinin arı popülasyonu üzerindeki olumsuz etkileri, bal ve arı ürünlerinde taşıyıcı ve sahtecilik, destek ve teşviklerin yetersizliği, pazarlama ve markalaşma eksiklikleri, arı hastalıklarının yaygınlığı ile eğitim ve teknolojik altyapı problemleri gelmektedir.

Sektörde özellikle bal ve arı ürünlerinde sahtecilik ve kalite standartlarında yaşanan sorunlar, iç pazarda tüketici güvenini zedelerken, ihracat potansiyelini de olumsuz etkilemektedir. Türkiye'nin bal ihracat kapasitesini artırabilmesi için balda coğrafi işaretleme sisteminin yaygınlaştırılması, sıkı denetim mekanizmalarının oluşturulması ve uluslararası kalite sertifikasyonlarının teşvik edilmesi gerekmektedir. Ayrıca küçük ölçekli üreticilerin rekabet gücünü artırabilmesi için sertifikalı genç arıcılara yönelik kovan başına destek miktarlarının artırılması, ihracata yönelik teşviklerin genişletilmesi ve modern pazarlama tekniklerinin uygulanması gerekmektedir.

Sonuç olarak, Türkiye'de arıcılık sektörünün sürdürülebilirliğini sağlamak için ekolojik koruma önlemleri, kalite standartlarının yükseltilmesi, finansal destek mekanizmalarının geliştirilmesi ve pazarlama altyapısının güçlendirilmesi önem arz etmektedir. Bu doğrultuda atılacak adımlar, sektördeki verimliliği artırarak Türkiye'yi uluslararası pazarda daha güçlü bir konuma taşıyacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arı, bal, sahtecilik, arı hastalıkları, coğrafi işaretleme

Giriş

Arıcılık, dünya genelinde hem ekolojik hem de ekonomik açıdan stratejik bir faaliyet olup, bitkisel üretime sağladığı tozlaşma katkısı, yüksek katma değerli ürünleri ve kırsal kalkınmaya sunduğu fırsatlar ile önemli bir sektör konumundadır. Türkiye, yaklaşık 9 milyon 220 bin arılı kovan varlığı ve yıllık 115.000 ton bal üretimiyle küresel arıcılık sektöründe Çin'den sonra ikinci sırada yer almakta ve dünya bal üretiminde önemli bir paya sahiptir. Nitekim Türkiye, sahip olduğu geniş flora çeşitliliği, uygun iklim koşulları ve geçmişe dayalı arıcılık kültürü sayesinde arıcılık faaliyetleri açısından önemli bir potansiyele sahiptir (Güler, 2021). Ancak dünya bal üretimi ile önemli bir konumda olmasına rağmen bu durum verimlilik açısından geçerli değildir. Kanada ve Çin gibi ülkelerde kovan başına bal verimi 30-50 kg seviyelerinde iken Türkiye'de bal verimi 12,5 kg gibi düşük düzeydedir (TÜİK, 2025). Bu durum, modern arıcılık tekniklerinin yaygınlaşmaması, üreticilerin teknik konulardaki bilgi eksikliği ve iklim değişikliği gibi faktörlere bağlanabilir (TEPGE, 2023).

Türkiye'nin her yerinde arıcılık faaliyeti yapılmakta olup, özellikle Muğla ve Marmaris bölgesinde Çam Balı, Kars, Ardahan gibi yüksek rakımlı yaylalarda üretilen çiçek balı, Rize'de Anzer balı gibi özellikli balların üretilmesi ve toplam 29 adet coğrafi işaretli balın tescillenmesi hem iç piyasada hem de ihracatta önemli fırsatlar sunmaktadır. Türkiye'de arıcılık sadece bal üretimi ile sınırlı kalmayıp arı sütü, polen, propolis, balmumu ve arı zehri gibi yüksek ekonomik değere sahip ürünlerin üretimini de kapsamaktadır. Ancak sektör, verimlilik, pazarlama, destek mekanizmaları ve hastalık yönetimi gibi çok boyutlu ekonomik zorluklarla karşı karşıya olması, Türkiye'nin uluslararası pazarlarda rekabet gücünü sınırlayan önemli faktörlerdir (Karahan, 2019). Diğer taraftan, balda tağşiş ve sahtecilik ile ilgili çıkan bazı olumsuz haberler, tüketici güvenini sarsarak iç pazarda daralmaya ve ihracat potansiyelinde düşüşe neden olmaktadır (Tosun, 2019).

Bu çalışmada, Türkiye'de arıcılığın ekonomik boyutu ve arıcılık sektörünü etkileyen temel sorunlar ve bu sorunlara yönelik çözüm önerileri ele alınmıştır.

Arıcılığın Ekonomiye Katkısı

Arıcılık sektörü, Türkiye ekonomisine doğrudan ve dolaylı katkılarıyla önemli bir yere sahiptir. Arıcılık faaliyetleri bal ve arı ürünleri ile hem ihracat ve hem de istihdam açısından büyük bir ekonomik potansiyele sahiptir. 2023 yılı için 115.000 ton bal üretiminin, üretim değeri açısından ülke ekonomisine yaklaşık 450 milyon \$'lık bir katkı sağlamaktadır (1 kg balın değeri ortalama 4\$ olarak hesaplanmıştır). Tablo 1'de yıllar itibarıyla arıcılık faaliyeti ile uğraşan işletme sayısı, koloni sayısı ve bal üretimine ilişkin bilgiler verilmiştir.

Tablo 1. Yıllar itibariyle arıcılık faaliyetine ilişkin veriler (TUİK, 2025)

Yıllar	İşletme Sayısı	Koloni Sayısı	Bal Üretimi (ton)	Balmumu Üretimi (ton)	Bal Verimi (Kg)
1991	21.540	3.428.442	54.655	2863	15,94
1995	21.987	3.916.038	68.620	3735	17,52
2000	22.571	4.267.123	61.091	4527	14,32
2005	22.550	4.590.013	82.336	4178	17,94
2010	20.845	5.602.669	81.115	4148	14,48
2015	83.475	7.748.287	108.128	4756	13,96
2020	82.845	8.179.418	104.077	3765	12,72
2021	89.361	8.733.394	96.344	3766	11,03
2022	95.386	8.984.676	118.297	4165	13,17
2023	100.399	9.224.881	114.889	3971	12,45

Arıcılık sektörü, Türkiye’de özellikle kırsal bölgelerde önemli bir istihdam kaynağıdır. Arıcılığın kırsal alanlarda düşük maliyetli bir istihdam kaynağı olması, ek gelir kaynağı sağlaması ve özellikle kadınlar ve gençler için girişimcilik fırsatları sunmaktadır (Kutlu ve Kılıç, 2020a). Tarım sektöründe istihdam edilen nüfusun %5’inden fazlası doğrudan ya da dolaylı olarak arıcılık faaliyetleriyle ilgilenmektedir (SERKA, 2021). Tablo 1 incelendiğinde, Türkiye’de arıcılık sektörünün yaklaşık 100 bin aileye istihdam sağladığı görülmektedir. 2000 yılında 22.571 olan işletme sayısının, 2023 yılında 100.399’a ulaşarak yaklaşık %345 oranında, aynı dönemlerde bal üretiminin ise yaklaşık %53 oranında arttığı tespit edilmiştir. Özellikle 2013 yılından itibaren işletme sayısının hızlı bir artış göstererek yaklaşık 80.000’e ulaştığı ve bir önceki yıla kıyasla yaklaşık 4 katlık bir artış sergilediği belirlenmiştir. Ancak aynı dönemde, bal üretiminde işletme sayısındaki artışa paralel bir büyüme gözlemlenmemiş olup bal üretimi yalnızca %6 oranında artarak 89 bin tondan 94 bin tona çıktığı tespit edilmiştir.

Türkiye arıcılık sektörü yüksek üretim kapasitesine ve istihdam potansiyeline sahip olmasına rağmen, ihracat açısından beklenen seviyeye ulaşamamıştır. Türkiye dünya bal üretiminde ikinci sırada olmasına rağmen, ihracatta 22. sırada yer almaktadır. Türkiye’nin yıllık bal ihracatı 2022 yılında 17.168 ton iken bu oran 2024’de yaklaşık %50 oranında azalarak 8.625 ton’a düşmüş ve yaklaşık 32,5milyon \$ bir gelir sağlamıştır (TUİK, 2025). SERKA’nın (2021) hazırladığı raporda, Türkiye’nin bal ihracatının büyük ölçüde Almanya, Amerika Birleşik Devletleri ve Suudi Arabistan’a gerçekleştirildiği belirtilmiştir. Raporda, Türkiye’nin bal ihracatında kilogram başına ortalama 4\$ fiyatla uluslararası pazarda yer aldığı, buna karşın Çin gibi ülkelerin kilogram başına 2\$ gibi düşük fiyatlarla bal ihraç ettiği ve bu konuda küresel rekabet ortamını olumsuz etkilediği vurgulanmıştır. Bu bağlamda yüksek katma değerli ürünlerle daha yüksek birim fiyatlara ulaşırken, Türkiye’nin bal ihracatında düşük katma değerli ürünlere odaklanması ihracat gelirlerini sınırlamaktadır. Bu bağlamda Coğrafi işaretleme ve kalite standartlarının geliştirilmesi, Katma değeri yüksek arı ürünlerine (propolis, arı sütü, arı zehri) odaklanması, ihracata yönelik devlet desteklerinin artırılması, uluslararası pazar payını artırmada önem arz etmektedir (GEKA, 2019).

Arıcılığın asıl ekonomik değeri sadece bal ve diğer arı ürünleri ile sınırlı değildir; arıların sağladığı tozlaşma ile tarımsal üretime olan dolaylı katkısıyla bu değer 10 ila 15 katına kadar çıktığı bildirilmektedir (Köksal, 2006). Dünya genelinde tozlaşma hizmetlerinin ekonomik değeri ABD’de 15 milyar \$, Avrupa Birliği ülkelerinde ise 14,2 milyar \$ olarak hesaplanmıştır

(SERKA, 2021).

Arıcılık Sektörünün Sürdürülebilirliğine İlişkin SWOT Analizi

SWOT analizi, sektörlere ilişkin güçlü ve zayıf yönlerini belirleyerek mevcut fırsatlardan nasıl yararlanabileceklerini ve tehditlere karşı nasıl korunabileceklerini ortaya koymasını bakımından önemli bir değerlendirme aracı olup Tablo 2’de arıcılık işletmelerine ait yapılan SWOT analizi verilmiştir.

Tablo 2. Arıcılık sektörüne ilişkin SWOT Analizi

Güçlü Yönler (Strengths):	Zayıf Yönler (Weaknesses):
<ol style="list-style-type: none">1. Türkiye'nin Dünya'da bal üretimi ve kovan sayısı bakımından 2. sırada yer alması.2. Biyoçeşitlilik ve bitki florası sayesinde Çam, Anzer, kestane, geven, lavanta ve yayla balları gibi farklı türlerde katma değeri yüksek ballar üretilebilmesi.3. Türkiye'nin Çam balı üretiminde dünyanın %90'ını karşılaması.4. Kurulum ve işletme maliyetinin düşük olması.5. Türkiye'de Propolis, polen, arı sütü ve arı zehri gibi yüksek katma değerli ürünlerin üretiminin artması.6. Türkiye'de yaklaşık 100 bin ailenin arıcılıktan geçimini sağlaması ve sektörde köklü bir bilgi birikiminin bulunması.7. Küçük ölçekli işletmeler için ek gelir kaynağı oluşturması.	<ol style="list-style-type: none">1. Bal veriminin düşük olması.2. Piyasada sahte ve düşük kaliteli bal üretiminin ihracatı olumsuz etkilemesi.3. Balın izlenebilirliği ve kalite standartlarının yetersiz olması.4. Arıcıların eğitim seviyesinin düşük olması5. Bal üretim sürecinde verimi artıracak dijital ve akıllı kovan sistemleri yaygın olmaması.6. Türkiye'de arıcılık faaliyetlerinde markalaşma ve ambalajlamanın yetersiz olması.7. Yüksek katma değerli coğrafi işaretli balların ihracat payının düşük olması.8. Sektörde kooperatifleşme eksikliği ve arıcıların örgütlenme sorunu.9. Pazarlama ve ihracatta bireysel çabalar ön planda olması.
Fırsatlar (Opportunities):	Tehditler (Threats):
<ol style="list-style-type: none">1. Dünya genelinde ve yurt içinde organik bal, coğrafi işaretli bala olan talebin artması.2. Arı sütü, propolis, polen, arı zehri gibi yan ürünlere olan talebin artması.3. Anzer balı, çam balı, kestane balı gibi türlerin coğrafi işaretli olarak tescillenmesinin ihracatta avantaj sağlaması.4. Bal dışındaki arı ürünleri için (polen, arı sütü, propolis) uluslararası sertifikasyonlar ihracatı artırması5. AB Yeşil Mutabakatı kapsamında Türkiye'ye arıcılık projeleri için fon desteği sağlanabilmesi6. Kırsal kalkınmada önemli rol oynaması.7. Kadın ve gençlere verilen ek destekler	<ol style="list-style-type: none">1. Küresel ısınma, orman yangınları ve iklim değişikliği arıların yaşam alanlarını olumsuz etkilemesi.2. Tarım ilaçları (pestisitler) kullanımı arı kolonilerinin ölümüne neden olması.3. Türkiye'de, ihraç edilen balların düşük fiyatla ham olarak satılması ve markalaşma ve ambalaj eksikliği nedeniyle Çin, ABD ve Arjantin gibi ülkelerle rekabette zorlanması.4. Yabancı ve hibrit arı türlerinin yaygınlaşması, yerel arı popülasyonlarını tehdit etmesi5. Varroa, Amerikan Yavru Çürüklüğü gibi hastalıklarla mücadelenin yetersiz olması6. Sektöre ait veri eksikliğinin olması.

Türkiye’de arıcılığın yaygın olması, birçok aileye istihdam sağlaması ve geleneksel bir bilgi birikimine sahip olması, biyoçeşitlilik, geniş çiçek florası ve farklı iklim koşulları ile farklı türlerde katma değeri yüksek ballar üretilebilmesi ve dünyada çeşitli arı türüne sahip ülkelerden biri olması sektörün en önemli güçlü yönleri arasında yer almaktadır.

Türkiye 2022 yılında dünya bal üretiminde ikinci sırada yer alırken 17.248 ton ihracat ile 7. sırada yer almış ve toplam bal üretiminin %14,6 gibi düşük bir oranını ihraç etmiştir. (TEPGE, 2023). Türkiye, bal ihracatını Almanya, ABD, Suudi Arabistan, Çin, Japonya ve Birleşik Arap Emirlikleri gibi ülkelere yapmaktadır (TEPGE, 2023). Türkiye arıcılık sektörü yüksek üretim kapasitesine ve istihdam potansiyeline sahip olmasına rağmen, ihracat açısından beklenen seviyeye ulaşamamıştır. Oysa Dünya genelinde organik ve coğrafi işaretli bala olan talep artışı, özellikle de Anzer, çam ve kestane balı gibi tescilli türlerin uluslararası pazarda öne çıkması, arı sütü, propolis, polen ve arı zehri gibi yan ürünlere yönelik ilginin arttığı görülmektedir. Türkiye’nin bal ihracatında karşılaştığı sorunların başında; sahte bal üretimi nedeniyle kalite güvenilirliği sorunu, markalaşma ve uluslararası pazarlarda tanıtım eksikliği, yeterli sertifikasyon ve izlenebilirlik sistemlerinin eksikliği gelmekte ve rekabetçi fiyatlandırma konusunda Çin, Hindistan gibi ülkelerin gerisinde kalmaktadır. Özellikle son dönemlerde çıkan piyasada sahte ve katkılı bal üretimi ihracatı ve iç pazardaki güveni olumsuz etkilediği görülmektedir (Karahana, 2019). Bu bağlamda, Coğrafi işaretli bal üretiminin artırılmasına yönelik desteklerin artırılması ve sertifikasyon sistemi yaygınlaştırılması, bağımsız laboratuvarlar aracılığıyla düzenli kalite denetimlerin yapılması, etiketleme ve izlenebilirlik sistemleri zorunlu hale getirilmesi ile sahte bal üretimi ve ithalatı konusunda caydırıcı cezaların getirilmesi, propolis, arı sütü ve polen gibi yan ürünlerin üretimi ve ihracatının desteklenmesi ile Avrupa, ABD, Çin ve Orta Doğu pazarlarında güçlü bir yer edinebilir. Özellikle uluslararası sertifikasyon süreçlerine geçilmesi ve Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı kapsamında Türkiye’deki arıcılık projelerine sağlanabilecek fon destekleri, ihracat potansiyelini güçlendirme açısından önemli fırsatlar sunabilir.

Türkiye’de arıcılık sektörünün en önemli sorunlarından biri de pazarlama ve örgütlenmedeki yetersizliktir. Arıcıların büyük çoğunluğu ürünlerini doğrudan tüketiciye veya yerel pazarlara satmakta olup, kooperatifleşme ve markalaşma konusunda ciddi eksiklikler bulunmaktadır (Özbilgin ve ark. 1999). Bu durum, balın ulusal ve uluslararası pazarda değer kaybetmesine neden olmaktadır (Tosun, 2019). Türkiye’de üreticilerin genellikle pazarlama konusunda yeterli bilgiye sahip olmaması (Kutlu ve Kılıç, 2020a), özellikle küçük işletmelerin pazara ulaşmakta zorlanmasına ve ambalajlama-etiket, markalaşma gibi pazarlama problemlerinin oluşmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda yetiştiricilerin kooperatifler aracılığı ile pazara erişiminin sağlanması, özellikle coğrafi işaretli bal, organik, doğal bal üretimi konularında ve E-ticaret ve dijital pazarlama eğitimleri düzenlenerek üreticilerin doğrudan tüketiciye ulaşması sağlanmalıdır.

Türkiye’de kovan başına bal üretimi dünya ortalamasının gerisinde olmasının en önemli nedenleri arasında geleneksel yöntemlerle üretim yapan küçük ölçekli işletmelerde teknik bilgi ve teknoloji kullanımının düşük düzeylerde olması gelmektedir. Yapılan bir çalışmada en düşük maliyetli üretim kapasitesinin 674 kovan olarak hesaplanmış olup, küçük ölçekli işletmelerin sürdürülebilirliği konusunda önemli sorunları olduğu bildirilmiştir (Tosun, 2019). Kaya ve Topuz (2023) ise çalışmalarında 0-100 koloniye sahip işletmelerde net kârı negatif (-2.075 TL), 101-250 kolonili işletmelerde net kârı 23.004 TL, 251 ve üzeri kolonili işletmelerde ise net kârı 96.432 TL olarak hesaplamışlardır. Bu veriler doğrultusunda kovan sayısı arttıkça net kâr ve işletme gelirlerinin arttığı söylenebilir. Bu bağlamda en az 100 ve üzeri kovan sahibi

işletmelerin kayıt altına alınarak ekstra desteklenmesinin toplam bal üretiminin artırılması ve sektörün sürdürülebilirliği ve daha kurumsal bir yapıya kavuşturulmasında önemli olduğu söylenebilir. Küçük ölçekli işletmelerin ise kooperatifler aracılığı ile bir araya gelmelerinin teşvik edilmesi önemlidir.

Türkiye’de Varroa, Amerikan Yavru Çürüklüğü ve nosema gibi hastalıklarla mücadelede yetersizlik olup, arı ölümleri konusunda veri eksikliği bulunmaktadır (Kutlu ve Kılıç, 2020b). Malatya’da yapılan bir çalışmada, işletmelerin %47.8’inde varroosis olduğu ve arıların önemli bir kısmının hastalıklarla mücadelede yetersiz bilgiye sahip olduğu ve ilaç kullanımında standart uygulamalardan uzak bir yol izlendiği bildirilmiştir (Şeker ve ark., 2017). Son dönemde özellikle yaşanan iklim değişikliği ve habitat kaybı, çiçek örtüsünün azalmasına ve bal veriminin düşmesine neden olurken, pestisit ve kimyasal tarım ilaçları, arı ölümlerini artırmaktadır. Bu nedenle kooperatifler aracılığıyla düzenli veteriner hizmetlerinin verilmesi, yetiştiricilerin bilgilendirilmesi, yerli aşı ve ilaç üretiminin teşvik edilmesi, arı ölümlerinin nedenleri düzenli raporlanması ve veri tabanı oluşturulması gerekir.

Sonuç

Türkiye arıcılığı, büyük bir üretim potansiyeline sahip olmasına rağmen verimlilik, pazarlama, hastalık yönetimi ve çevresel riskler gibi çeşitli yapısal sorunlarla karşı karşıya olup, uzun vadeli sektörünün sürdürülebilirliği ve uluslararası pazardaki rekabet gücünün artırılması için, kovan başına destek miktarları artırılmalı ve uzun vadeli teşvik mekanizmaları oluşturulmalı, eğitim programlarının yaygınlaştırılması kritik öneme sahiptir. Özellikle hastalık yönetimi konusunda bilinçlendirme, modern arıcılık tekniklerine dair farkındalık oluşturulması, yapay zeka destekli ve/veya sensörlü teknolojilerin kullanımının teşvik edilmesi stratejileri benimsenmelidir. Sektörün ekonomik olarak güçlendirilmesi amacıyla genç ve kadın arıcılara yönelik hibe programları ve düşük faizli krediler geliştirilerek sektöre yeni girişimcilerin kazandırılması ve sigorta sisteminin yaygınlaştırılması sağlanmalıdır. Bal üretiminin kalite ve sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda geliştirilmesi için sertifikalı ve coğrafi işaretli bal üretimi teşvik edilmeli ve kalite kontrol sistemleri dijital takip mekanizmaları ile desteklenmelidir.

Sonuç olarak Türkiye arıcılığının sahip olduğu doğal avantajlar, doğru politikalar ve etkin destek mekanizmaları ile birleştiğinde, küresel bal piyasasında daha güçlü bir konuma ulaşması mümkündür. Bu doğrultuda, eğitim, finansal destek, markalaşma ve denetim, sigorta sistemi sektörün uzun vadeli gelişimi için temel bileşenlerdir.

Kaynaklar

- Güler, D. (2021). Türkiye’de illere göre arıcılık etkinliğinin veri zarflama analizi ile belirlenmesi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 21(2), 146-156.
<https://doi.org/10.31467/uluaricilik.940167>.
- Güney Ege Kalkınma Ajansı (GEKA). (2019). Arıcılık Ürünleri Sektör Analizi. Güney Ege Kalkınma Ajansı Yayını.
- Karahan, Ş. (2019). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde arıcılık ve sahte balların arıcılar ile tüketiciler açısından etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kaya, Ö., & Topuz, B. K. (2023). Arıcılık işletmelerinin sürdürülebilirliğinin sosyal boyutunun ölçülmesi: Iğdır ili örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10(2), 299-310.
<https://doi.org/10.30910/turkjans.1233834>.
- Köksal, K. (2006). Üretim Kooperatiflerinden Arıcılık Kooperatiflerinin İncelenmesi [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kutlu, M. A., & Gül, A. (2021). Siirt ili Pervari ilçesi arıcılığı, hastalıklarının tanınırlıkları ve koloni kayıpları üzerine bir çalışma. *Adıyaman Üniversitesi Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(1), 13-21.
- Kutlu, M. A., & Kılıç, Ö. (2020a). Elazığ ili (Türkiye) arıcılığının sürdürülebilirliği üzerine bir çalışma. *Adıyaman Üniversitesi Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(1), 38-49.
- Kutlu, M. A., & Kılıç, Ö. (2020b). Malatya arıcılık faaliyetlerinin genel durum tespiti çalışması. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8, 737-745.
<https://doi.org/10.29130/dubited.52937>.
- Özbilgin, N., Alataş, İ., Balkan, C., Öztürk, A. İ., & Karaca, Ü. (1999). Ege bölgesi arıcılık faaliyetlerinin teknik ve ekonomik başlıca karakteristiklerinin belirlenmesi. *Anadolu Dergisi*, 9(1), 149-152.
- Serhat Kalkınma Ajansı (SERKA). (2021). Ağrı Bal Raporu. Serhat Kalkınma Ajansı Yayını.
- Şeker, İ., Köseman, A., Karlıdağ, S., & Aygen, S. (2017). Arıcılık faaliyetleri II: Malatya ilinde arıcılık faaliyetlerinin yetiştirici tercihleri, üretim nitelikleri ve arı hastalıkları kapsamında değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2), 54-56.
- Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE). (2023). Arıcılık Ürün Raporu. Tarım ve Orman Bakanlığı Yayını.
- Tosun, C. (2019). Arıcılık faaliyeti yapan işletmelerde IPARD desteklerinin etkisinin belirlenmesi; Van ili örneği. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- TUİK. (2025). Arıcılık İstatistikleri. Erişim: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/aricilik/Link/2/Aricilik-Istatistikleri>

**DETERMINATION OF CROP EVAPOTRANSPIRATION OF BARLEY AND
SUGAR BEET GROWNED IN NEVŞEHİR CLIMATE CONDITIONS ACCORDING
TO SUET and CROPWAT PRORAM**

Mualla KETEN GÖKKUŞ (0000-0001-7741-922X)

Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Faculty of Engineering and Architecture, Department
of Biosystems Engineering, Nevşehir, Turkey, mketen@nevsehir.edu.tr

Abstract

Crop water consumption is a parameter that should be known since it affects crop production and efficient use of water resources. Although there are many empirical methods for determining crop water consumption, one of the most widely used methods is the Penman Monteith method. Based on this empirical method, the CROPWAT program was carried out by FAO in 1992 and has been widely used until today. The SUET program was developed by TAGEM in 2021 and made available to members. The aim of this study was to determine the crop evapotranspiration of barley and sugar beet according to both SUET and CROPWAT programs under the climatic conditions of Nevşehir province. In the study, sowing and harvesting dates of barley (winter) were entered into both programs as November 1-July 1 and sowing and harvesting dates of sugar beet as April 1-October 1. At the end of the study, crop evapotranspiration values were 578.13 mm according to SUET program and 597.9 mm according to CROPWAT program. In sugar beet, crop evapotranspiration value was found to be 844.81 mm according to SUET program and 850 mm according to CROPWAT program. The values obtained are very close to each other. In terms of ease of use, all the climate data required for crop evapotranspiration calculation in the SUET program comes ready, while in the CROPWAT program, either the Climwat program should be used or the climate data should be entered manually. Therefore, SUET program may be a more useful alternative option than CROPWAT program.

Keywords: Climwat, cropevapotranspiration, irrigation, crop water consumption

INTRODUCTION

Agricultural activities account for 70% of total water use worldwide. Evapotranspiration during crop growth is one of the most fundamental hydrological processes in the agricultural water cycle. Irrigated agricultural crops depend on two different water sources, fed by both rainfall and irrigation water. With the development of irrigation infrastructures, artificial irrigation evapotranspiration is becoming an increasingly influential factor in the bidirectional water cycle in irrigated farmland (Gao et al. 2024). Efficient water management of crops relies on proper irrigation scheduling and irrigation replenishes depleted moisture for optimal crop growth. In this process, reference evapotranspiration plays an important role, which is a critical factor in determining the water requirement of crops. Empirical and physically distributed models are used to estimate this requirement. Mathematical models are important tools for determining evapotranspiration and water demand, and choosing the right model for irrigation management is of great importance for efficiency (Kumar et al. 2012).

Today, several models have been developed to calculate crop evapotranspiration. One of them is CROPWAT. The CROPWAT model is widely used to determine crop water consumption and irrigation water demand (Surendran et al., 2015; Akinbile et al., 2020; Gabr, 2021; Khaydar et al., 2021; Gomes et al. 2023). The CROPWAT model is an application software for irrigation planning and management developed by various scientists. CROPWAT determine the reference evapotranspiration, crop water requirements and crop irrigation requirements; develop irrigation schedules under various management conditions and water supply schemes; estimate the rainfed production and drought effects; and assess the efficiency of irrigation practices (Doorenbos and Pruitt, 1976, 1977; Smith et al., 1991; Smith, 1992, 1993; Stancalie, 2010).

The SUEP program was produced by the Directorate of Agricultural Research and Policies in 2021. In the SUEP database, in addition to the data contained in the "Guide to Crop Water Consumption of Irrigated Crops in Turkey", it contains some new and updated data on plants, soils and irrigation systems required for irrigation management. SUEP database contains 30 years of meteorological data. With this flexible and customizable database structure, SUEP can perform Reference crop Water Consumption (ET_o) calculations, Crop Water Consumption (ET_c) Calculations, Irrigation Programming Calculations, Irrigation Module Calculations. Calculations are performed according to the Standardized Penman Monteith method (Anonymous, 2024).

The aim of this study To compare the evapotranspiration results of the SUEP program developed by TAGEM and the CROPWAT program developed by FAO. According to both programs, it is to determine the crop water consumption of barley and sugar beet according to Nevşehir climatic conditions.

MATERIAL AND METHOD

Plant specifications

In this study, evapotranspiration of barley and sugar beet crops, which are frequently grown in Nevşehir, was evaluated. According to the data of Nevşehir Provincial Directorate of Agriculture, barley was cultivated on an area of 787,034 decares in Nevşehir. In an area of 60,471 decares, sugar beet was cultivated. In Nevşehir, winter barley is generally grown under dry conditions, while sugar beet is grown under irrigated conditions. In 2020, 412,416 tons of product could be obtained from sugar beet per year (Anonymous, 2025).

Climate characteristics in Nevşehir

Nevşehir and its region have a continental climate. Summers are hot and dry, winters are harsh and cold. Precipitation falls mostly in spring and fall. The climatic characteristics become significantly harsher as one moves away from the Kızılırmak Valley. As a feature of the continental climate in Nevşehir, summers are very hot. The average annual temperature is also different in lowland and mountainous regions. The coldest months in the central district are January and February, while the hottest months are July and August. Since Nevşehir province is located in the Central Anatolia Region, which is closed to marine influences due to the North and South Anatolian mountain systems, precipitation is low. However, precipitation is more abundant in the Kızılırmak Valley and the sloping parts of this valley. Since winters are very harsh in the province, precipitation usually falls as snow. The average annual precipitation in the Central District is 388.7 mm. This average drops to 353.2 mm in Derinkuyu District of Nevşehir, which falls within the Konya Closed Basin. The wettest months in the Central District are December and March, and the least rainy months are July and August. North winds are dominant in the province. The most intense winds are the northwest-blowing black sea breeze and the northeast-blowing northeasterly winds. The fastest wind direction, lodos blowing from the south and southwest, is effective from time to time. The fastest winds in the Central District (34.8 m/s) are southwest (lodos) and west (sunwest). The tourism season in Nevşehir starts in the second half of March and the demand curve peaks in June, July and August and then declines until November. The appropriate air temperature for the tourism sector is 16 C (Anonymous, 2025).

Use of SUET

As a first step to use the SUET system, the user must create a profile using the “new user” link on the main login screen. After creating a new file in the ETc calculation tool, the province, station and method should be selected for the ETo account and the “proceed” button on the top right should be pressed. ETo calculation is as given in the previous section. The method selected in ETo calculation in this section will also be valid in ETc calculation. As the second step, the plant should be selected from the window that opens. In this section, the user will see the sowing/planting/awakening date, Kc coefficients and growth period length values of the selected plant. The user can make changes to this data. The user can make calculations by entering their own plant data into the system. The user can enter all plant data by selecting “new crop” in the drop-down plant list. All responsibility for the quality of the data entered by the user belongs to the user. After the selections and/or data entries, ETc calculation can be made by using the next button. The method used in the calculation made in this section will be the same as the method selected in the ETo calculation. For this reason, it will be sufficient to return to the ETo section for method change. The saved ETc calculation file can be transferred to a personal computer as a report in various computer file formats, charts and graphs (Anonymous, 2024).

Use of CROPWAT

The CROPWAT 8.0 model was developed in 1992 by the FAO Land and Water Development Division. It is designed to help agricultural meteorologists, agronomists and irrigation engineers calculate reference crop water consumption and crop water consumption. The model can also provide recommendations for improving irrigation methods, planning irrigation schedules under different irrigation conditions, and assessing the effects of rainwater conditions or

adequate irrigation conditions on crop yields. The input parameters required for the CROPWAT model include meteorological parameters, crop parameters and soil parameters. Meteorological parameters: temperature, precipitation, wind speed, sunshine hours, relative humidity. Crop parameters include planting and harvest date, plant coefficient, root length and crop factor. The CROPWAT 8.0 model was developed in 1992 by the FAO Land and Water Development Division. It is designed to help agricultural meteorologists, agronomists and irrigation engineers calculate reference crop water consumption and crop water consumption. The model can also provide recommendations for improving irrigation methods, planning irrigation schedules under different irrigation conditions, and assessing the effects of rainwater conditions or adequate irrigation conditions on crop yields. The input parameters required for the CROPWAT model include meteorological parameters, crop parameters and soil parameters. Meteorological parameters: temperature, precipitation, wind speed, sunshine hours, relative humidity. Crop parameters include planting and harvest date, crop coefficient, root length and plant factor. Soil parameters: soil texture, available soil water, infiltration rate and the amount of soil water at planting date. CROPWAT model can calculate reference plant water consumption, plant water consumption, plant irrigation water requirement, irrigation system development (Kartal ve ark. 2019; Kandemir and Yıldız, 2022).

RESULTS AND DISCUSSION

Sowing and harvesting dates of winter barley and sugar beet cultivated in accordance with Nevşehir climatic conditions were entered into both programs as the same. Sowing and harvesting dates of barley (winter) were entered into both programs as November 1-July 1 and sowing and harvesting dates of sugar beet as April 1-October 1. As a result, the programs calculated reference evapotranspiration and crop evapotranspiration.

Reference evapotranspiration

Reference evapotranspiration is determined for both programs. When determining the reference evapotranspiration in the SUET program, only the city and station information to be studied are entered into the program. As a result, the program automatically gives the reference evapotranspiration. The reference evapotranspiration is given graphically in the SUET program. In the CROPWAT program, the situation is slightly different. In the CROPWAT program, the Climwat program is used to access parameters such as crop evapotranspiration, crop evapotranspiration, and water requirement, including the reference evapotranspiration (if there is no available climate data and it will not be entered manually). Once the Climwat program is run and the selected region or station is set, climate data can be retrieved from the CROPWAT program. As a result, the CROPWAT program can determine the reference evapotranspiration for the region or station.

It is possible to say that the SUET program is easier for users in terms of ease of application. Because for the most basic parameter that needs to be known in evapotranspiration calculations, it is sufficient to select a station in the SUET program, while in the CROPWAT program, another program called Climwat must be used. Apart from this, it is possible to access climate data of many countries and their provinces in the world thanks to the CROPWAT program and the accompanying Climwat program. From this point of view, since CROPWAT keeps the climate data of many regions, it can provide users with ease of access to the climate information of other regions.

When the reference evapotranspiration results were analyzed numerically, it was seen that SUET program found this value as 1091 mm and CROPWAT program found it as 1186 mm. Although the values are not very far from each other in relative terms, there is a difference of about 100 mm between them. Figure 1 shows the reference evapotranspiration value determined by SUET program and Figure 1 shows the reference evapotranspiration value obtained by CROPWAT program.

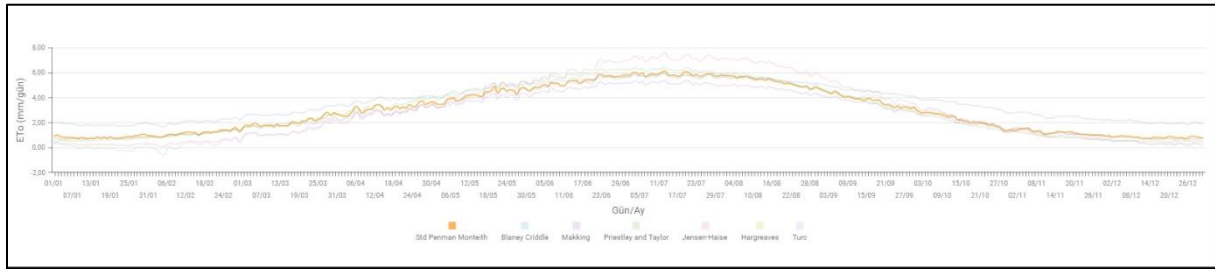


Figure Determination of reference evapotranspiration (ET₀) with SUET

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ET ₀ mm/day
January	-4.3	3.2	78	285	4.4	7.7	0.86
February	-3.1	5.0	70	233	4.3	9.6	1.22
March	-1.0	9.6	61	233	5.1	13.1	2.01
April	3.3	15.3	52	225	6.5	17.5	3.22
May	6.9	19.8	54	173	7.8	21.0	3.96
June	9.8	24.0	49	156	9.9	24.5	4.91
July	11.4	27.6	43	164	12.5	27.8	5.90
August	11.1	27.7	40	156	12.1	25.6	5.51
September	8.3	23.9	43	130	10.1	20.0	3.98
October	5.2	17.7	53	156	7.6	13.8	2.59
November	1.9	11.6	66	164	5.6	9.1	1.47
December	-1.7	5.7	77	233	4.1	6.9	0.93
Average	4.0	15.9	57	192	7.5	16.4	3.05

Figure 1. Determination of reference evapotranspiration (ET₀) with CROPWAT

Development periods and plant coefficients of winter barley and sugar beet

After obtaining the reference evapotranspiration values in the SUET program, the periodic growing times of the crop and the crop coefficients are determined. On the page that appears, which crop will be grown is selected. Then the program gives the kc values of that plant and the growing length of the crop. This process is achieved by obtaining reference evapotranspiration information in the CROPWAT program, then calling the program for rainfall, soil properties and then calling the crop properties pages. When selecting the properties of the crop in this section, first select the crop from the system. Properties of the selected plant are displayed on the screen.

When the results of growth period durations and crop coefficients (kc) of the crop were examined, it was observed that both SUET and CROPWAT programs gave the same kc values. However, some differences were observed in the growing period of the plant. In the CROPWAT program, it was observed that winter barley cultivation exceeded the cultivation period in Nevşehir. In other words, after winter barley was selected in CROPWAT, significant differences were observed in the development periods of the plant. However, the development periods and total growing time of winter barley in the SUET program gave results suitable for Nevşehir conditions. In CROPWAT, the difference in plant duration was corrected by manual entry. As a result, kc values were the same in both programs. The kc values of winter barley plant were Kc1: 0.57, Kc2: 1.15, Kc3: 0.25, while in sugar beet these values were Kc1: 0.46, Kc2: 1.21, Kc3: 0.71. Growth periods in winter barley were first term: 30 days, second term: 170 days, third term: 35 days, fourth term: 20 days. Development periods in sugar beet first term: 30 days, second term: 50 days, third term: 70 days, fourth term: 35 days. Figure 2 shows the development periods and crop coefficients of winter barley in SUET program, Figure 3 shows the development periods and crop coefficients of winter barley in CROPWAT program, Figure 4 shows the development periods and crop coefficients of sugar beet in SUET program, Figure 5 shows the development periods and crop coefficients of sugar beet in CROPWAT program.

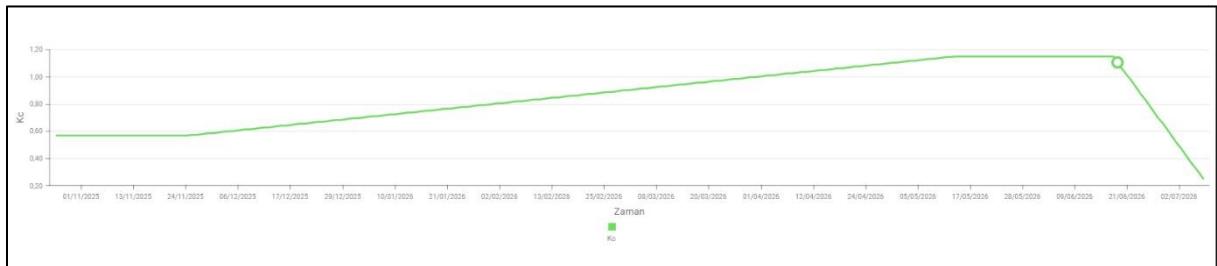


Figure 2. Development periods and crop coefficients of winter barley with SUET

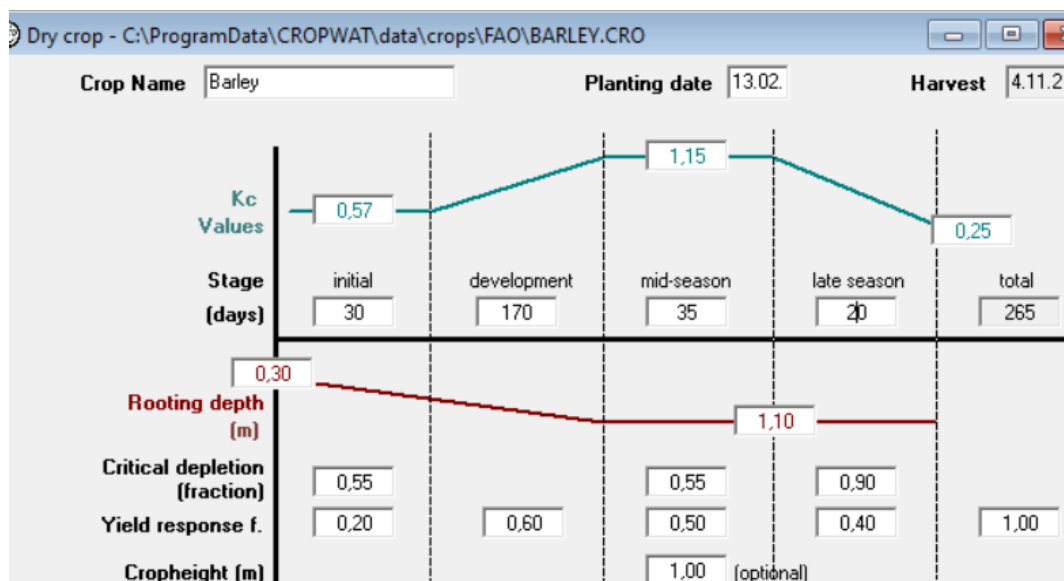


Figure 3. Development periods and crop coefficients of winter barley with CROPWAT

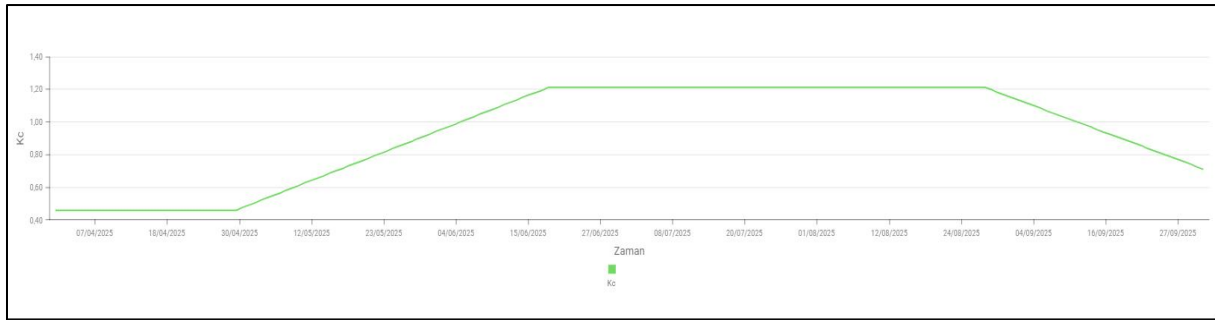


Figure 4. Development periods and crop coefficients of sugar beet with SUET

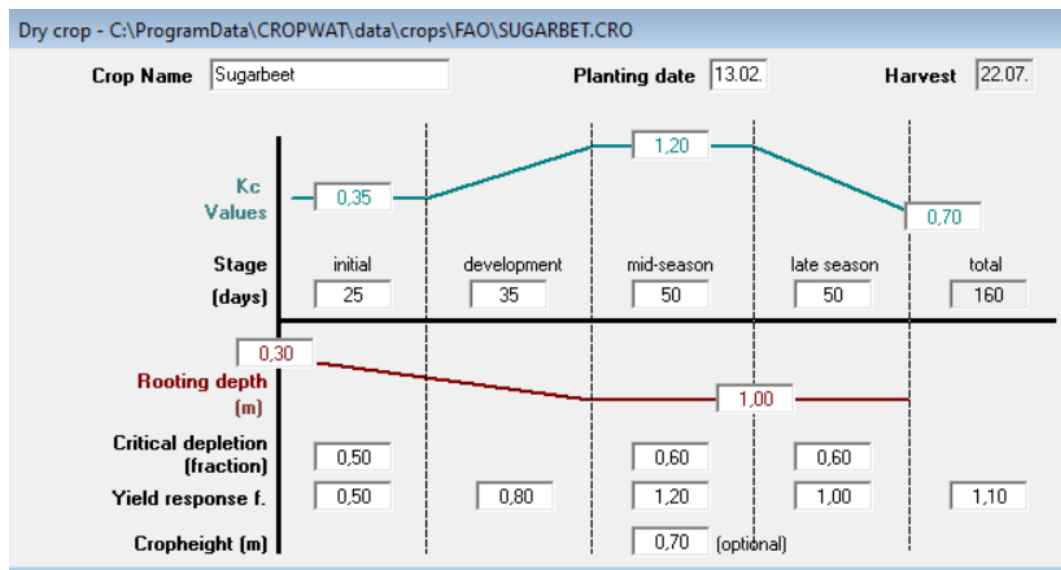


Figure 5. Development periods and crop coefficients of sugar beet with CROPWAT

Crop evapotranspiration winter barley and sugar beet

In the SUET program, the kc values and the crop evapotranspiration result after determination are given in the form of a graph. This part is the same in CROPWAT. Crop evapotranspiration results can be given after entering the plant based properties. Crop evapotranspiration value is presented as a graph in SUET program, whereas in CROPWAT program it is presented as rows. According to the results obtained, while the Crop evapotranspiration value calculated by SUET program for winter wheat was 578.13 mm, the value calculated by CROPWAT program was 597.9 mm. Sugar beet crop evapotranspiration values were 850 mm in SUET program while it was 844.81 mm in CROPWAT program. As a result, the values were very close to each other. Figure 6 shows crop evapotranspiration of winter barley in SUET program, Figure 7 shows crop evapotranspiration of winter barley in CROPWAT program, Figure 8 shows crop evapotranspiration of sugar beet in SUET program, Figure 9 shows crop evapotranspiration of sugar beet in CROPWAT program.

CROPWAT is an older and more widely used evapotranspiration calculation program than SUET. SUET is a new program. However, although the SUET program is new, the results obtained show that it is a program that can be an alternative to the CROPWAT program. Apart from that, SUET program is easier to use than CROPWAT. Because when using SUET, it is not necessary to run another program for climatic data. Furthermore, while CROPWAT makes

it possible to determine the evapotranspiration of many countries and provinces, SUET only provides the climate data of the stations belonging to the provinces in Turkey. In this respect, the development of the SUET program with the data of other countries in order to be used in other countries in the future will give the SUET program an internationally known program feature.

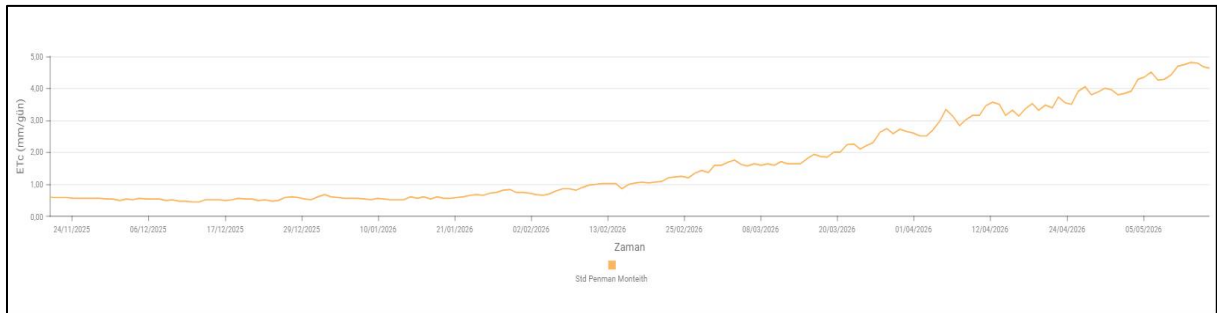


Figure 6. Crop Evapotranspiration on winter barley with SUET

Crop Water Requirements							
ETo station		NEVSEHIR		Crop		Barley	
Rain station		NEVSEHIR		Planting date		13/02	
Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Feb	2	Init	0.30	0.37	2.9	9.4	0.0
Feb	3	Deve	0.30	0.45	3.6	12.5	0.0
Mar	1	Deve	0.52	0.92	9.2	13.5	0.0
Mar	2	Deve	0.87	1.75	17.5	14.2	3.3
Mar	3	Mid	1.15	2.76	30.4	14.9	15.5
Apr	1	Mid	1.16	3.28	32.8	15.6	17.2
Apr	2	Mid	1.16	3.74	37.4	16.3	21.2
Apr	3	Mid	1.16	4.03	40.3	16.6	23.7
May	1	Mid	1.16	4.32	43.2	17.6	25.6
May	2	Late	1.08	4.27	42.7	18.4	24.3
May	3	Late	0.77	3.29	36.1	15.7	20.4
Jun	1	Late	0.45	2.06	20.6	12.7	7.9
Jun	2	Late	0.27	1.30	2.6	2.1	2.6
					319.4	179.4	161.7

Figure 7. Crop Evapotranspiration on winter barley with CROPWAT

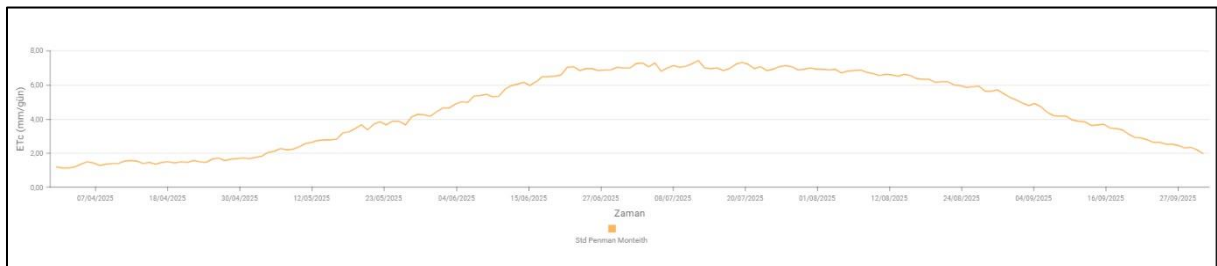


Figure 8. Crop Evapotranspiration on sugar beet with SUET

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Feb	2	Init	0.35	0.43	3.4	9.4	0.0
Feb	3	Init	0.35	0.52	4.2	12.5	0.0
Mar	1	Deve	0.35	0.62	6.2	13.5	0.0
Mar	2	Deve	0.51	1.02	10.2	14.2	0.0
Mar	3	Deve	0.77	1.85	20.3	14.9	5.5
Apr	1	Deve	1.02	2.88	28.8	15.6	13.3
Apr	2	Mid	1.20	3.86	38.6	16.3	22.4
Apr	3	Mid	1.21	4.19	41.9	16.6	25.3
May	1	Mid	1.21	4.49	44.9	17.6	27.2
May	2	Mid	1.21	4.79	47.9	18.4	29.5
May	3	Mid	1.21	5.17	56.9	15.7	41.2
Jun	1	Late	1.17	5.39	53.9	12.7	41.2
Jun	2	Late	1.07	5.28	52.8	10.4	42.4
Jun	3	Late	0.98	5.11	51.1	8.1	43.0
Jul	1	Late	0.88	4.94	49.4	5.4	44.0
Jul	2	Late	0.78	4.66	46.6	2.9	43.7
Jul	3	Late	0.72	4.19	8.4	0.5	8.4
					565.5	204.7	386.9

Figure 9. Crop Evapotranspiration on sugar beet with CROPWAT

CONCLUSION

In this study, crop evapotranspiration values of winter barley and sugar beet were calculated and compared with SUET and CROPWAT programs according to Nevşehir climatic conditions. As a result of the study while climate data can be used directly depending on the stations worked on in the SUET software, another program called Climwat is used in the CROPWAT program. Therefore, the SUET program provides convenience to the user. While the results are given as graphs in SUET program, they are given as tables in CROPWAT program. There are no significant differences between the crop evapotranspiration values obtained from both programs. The stations studied in the SUET program are limited to Türkiye. CROPWAT makes it possible to work at many stations around the world. SUET can become much more useful by allowing the determination of evapotranspiration for other regions of the world. SUET was found to be an important and accurate program for agricultural irrigation and it was recommended to be used in crop evapotranspiration and irrigation requirement calculations of crops grown under Turkish conditions.

REFERENCES

- Akinbile CO, Ogundipe A, Davids RO (2020) Crop water requirements, biomass and grain yields estimation for upland rice using CROPWAT, AQUACROP and CERES simulation models. *CIGR Journal* 22:1-20.
- Anonymous, 2021. Nevşehir Tarım ve Orman İl müdürlüğü. <https://nevsehir.tarimorman.gov.tr/Belgeler/A%C4%9Fustos%202021%20BR%C4%B0F%C4%B0NG.pdf>. Erişim tarihi: 18.05.2024. saat: 20.37.
- Anonymous, 2021. Nevşehir Valiliği. http://www.nevsehir.gov.tr/kurumlar/nevsehir.gov.tr/cografya_yapi.pdf.
- Anonymous, 2024. https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/TAGEM_SUET_KullaniciKilavuzu.v.1.0.pdf.
- Aydın-kandemir, F., & Yıldız, D. (2022). Assessment of crop water requirements by using CROPWAT for sustainable water resources management in agriculture (Akhisar-Manisa, Turkey). *International Journal of Water Management and Diplomacy*, 1(5), 5-20.
- Doorenbos, J., Pruitt, W.O., 1976. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper 24, second ed. Rome, 156 p.
- Doorenbos, J., Pruitt, W.O., 1977. FAO Irrigation and Drainage Paper 24, (Rev.) Rome, 156 p.
- Gabr MES (2021) Management of irrigation requirements using FAO-CROPWAT 8.0 model: A case study of Egypt. *Modeling Earth Systems and Environment*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40808-021-01268-4>.
- Gao, H., Liu, J., Wang, H., Mei, C., & Wang, J. (2024). Estimation of irrigated crop artificial irrigation evapotranspiration in China. *Scientific Reports*, 14(1), 16142.
- Gomes, L. D., Flumignan, D. L., Comunello, É., & Garcia, R. A. (2023). CALIBRATION OF THE CROPWAT MODEL FOR THE STUDY OF SOYBEAN PRODUCTION SYSTEMS. *Engenharia Agrícola*, 43(1), e20220059.
- Kartal, S., Çolak, Y. B., Gönen, E., & Özfıdaner, M. (2019). Tarsus Bölgesinde patlıcan bitkisinin sulama programının CROPWAT 8.0 programı kullanılarak oluşturulması. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2), 332-342.
- Khaydar D, Chen X, Huang Y, Ilkhom M, Liu T, Friday O, Farkhod A, Khusen G, Gul kaiyr O (2021) Investigation of crop evapotranspiration and irrigation water requirement in the lower Amu Darya River Basin, Central Asia. *Journal of Arid Land* 13: 23-29.
- Kumar, R., Jat, M. K., & Shankar, V. (2012). Methods to estimate irrigated reference crop evapotranspiration—a review. *Water Science and Technology*, 66(3), 525-535.
- Smith, M., 1992. CROPWAT, A Computer Program for Irrigation Planning and Management, FAO Irrigation and Drainage Paper 46.
- Smith, M., 1993. CLIMWAT for CROPWAT, a Climatic Data base for Irrigation Planning and Management, FAO Irrigation and Drainage Paper 49, Rome, 113 p.
- Smith, M., Allen, R., Monteith, J.L., Perrier, L.A., Segeren, A., 1991. Report on the Expert Consultation for the Revision of FAO Methodologies for Crop Water Requirements. FAO/AGL, Rome
- Stancalie, G., Marica, A., & Toullos, L. (2010). Using earth observation data and CROPWAT model to estimate the actual crop evapotranspiration. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 35(1-2), 25-30.
- Surendran U, Sushanth CM, Mammen G, Joseph EJ (2015) Modelling the crop water requirement using FAO-CROPWAT and assessment of water resources for sustainable

water resource management: A case study in Palakkad district of humid tropical Kerala, India. Aquatic Procedia 4:1211–1219. DOI <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.02.154>.

DIAGNOSTIC METHODS FOR CLOSTRIDIUM BOTULINUM

Assistant Professor Kadir AKAR (ORCID: 0000-0003-0894-7357)

Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Microbiology,
Van –Türkiye, **Email:** kadirakar@yyu.edu.tr (Responsible Author)

Abstract

Botulism is a sporadic but fatal food-borne disease affecting humans and other vertebrate hosts. Botulism disease results in significant mortality and morbidity when not recognised early. Botulinum neurotoxins (BoNTs) are the most toxic polymer proteins among all-natural and synthetic toxins produced by *Clostridium botulinum* (*C. botulinum*) in an anaerobic environment. Botulinum toxin is easy to obtain, and its high toxic value facilitates its use for malicious purposes. This situation requires paramedics to be vigilant in all aspects against bioterrorism. Bacterial toxin can be detected in serum one month after the disease. The fact that antibodies in the serum of people who recover from the disease are not antitoxic indicates that the amount of toxin required for immunity is more significant than that in the lethal dose. Currently, the most reliable method for directly detecting *C. botulinum* toxin is the neutralisation test in mice. Although isolation and identification are classically regarded as the gold standard for bacteria, botulism is viewed as the gold standard for botulism due to using a special antitoxin in the mouse test. Blood serum, gastrointestinal contents, bacterial cultures, wounds, food samples, and fecal samples are used for toxin identification. Among the *C. botulinum* diagnostic methods, immunological-based ones are preferred because they are technically simpler, easy to apply, and can be concluded quickly. Among these methods, ELISA is the most widely used method for detecting botulinum neurotoxins. FDA (Food and Drug Administration) recommends that techniques such as amplified ELISA and digoxigenin-labelled IgG ELISA (DIG-ELISA) for the detection of type A, B, E, and F neurotoxins present in foods be developed and applied in mouse experiments. In addition, with the development of technology, different types of PCR-based molecular diagnostic methods are actively used.

Keywords: Botulism, *Clostridium botulinum*, Toxin, Method

DIAGNOSTIC METHODS FOR CLOSTRIDIUM BOTULINUM

Özet

Botulismus hastalığı, hem insanları hem de diğer omurgalı konakçıları etkileyen gıda kaynaklı, sporadic olarak görülen ancak ölümcül bir hastalıktır. Botulismus hastalığı erken tanımlanamadığında önemli mortalite ve morbidite ile sonuçlanmaktadır. Botulinum nörotoksinleri (BoNT'ler), *Clostridium botulinum* (*C. botulinum*)'un anaerobic ortamda ürettiği, tüm doğal ve sentetik toksinler arasında en toksik polimer proteinlerdir. Botulinum toksininin, kolay ve basit elde edilmesi ile birlikte toksik değerinin yüksek olması kötü amaçlar için kullanımını kolaylaştırmaktadır. Bu durum sağlık görevlilerinin biyoterörizme karşı her yönden tedbirli olması gerekmektedir. Bakteri toksini hastalıktan bir ay süre sonra serumda tespit edilebilmektedir. Hastalığa yakalandıktan sonra iyileşen kişilerin serumlarındaki antikorların antitoksik olmaması, bağışıklık için gerekli toksin miktarının lethal dozdaki toksin miktarından daha fazla olduğunu göstermektedir. Günümüzde *C. Botulinum* toksininin direct olarak saptanmasına yönelik en güvenilir yöntem farelere uygulanan nötralizasyon testidir. Bakterilerde klasik olarak izolasyon ve identifikasyon altın standart olarak görülmesine rağmen, botulizm için fare deneyinde özel antitoksin kullanılmasından dolayı altın standart olarak görülmektedir. Toksin teşhisinde kanserumu, mide-bağırsak içeriği, bakteriyel kültürler, yaralar, gıda örnekleri ve fekal örneklerden yararlanılmaktadır. *C. Botulinum* teşhis metodlarından immunolojik temelli olanlar teknik olarak daha basit, kolay uygulanabilir ve hızlı sonuçlanabildikleri için tercih edilmektedirler. Bu yöntemlerden ELISA, botulinum nörotoksinlerin saptanmasında en fazla kullanılan metod olarak öne çıkmaktadır. FDA (Food and Drug Administration = Gıda ve İlaç Dairesi) gıdalarda mevcut tip A, B, E ve F tipi nörotoksinleri saptamaya yönelik amplifiye ELISA ile diğoksi genin işaretli IgG'li ELISA (DIG-ELISA) gibi yöntemler geliştirilerek fare deneylerinde uygulanmasını önermektedirler. Ayrıca teknolojinin gelişmesiyle PCR tabanlı farklı tipte moleküler teşhis metodları da aktif olarak kullanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Botulizm, *Clostridium botulinum*, Toksin, Yöntem

1. Introduction

Botulism is a fatal, sporadic, food-borne disease affecting humans and other vertebrate hosts. Botulinum neurotoxin (BoNTs) is known to be the most important reason behind its fatal characterisation (Rawson et al., 2023; CDC, 2022). Botulinum neurotoxins are the most toxic polymer proteins among all-natural and synthetic toxins produced by *Clostridium botulinum* (*C. botulinum*) in an anaerobic environment (Qiaerxie et al., 2024). This toxin is usually produced by *Clostridium botulinum* bacteria, rarely by *Clostridium baratii* and *Clostridium butyricum* bacteria. These bacteria are Gram-positive, anaerobic, non-spore-forming bacilli (Lund & Peck, 2013). The neurotoxins of *C. botulinum* are divided into seven serotypes indicated by letters from A to G. In addition, an eighth serotype was identified in 2016 (Dar et al., 2024). Serotypes A, B, E, and, more rarely, F of this toxin can cause human disease. Serotype A is clinically more severe and causes serious damage to the respiratory tract (Sobel, 2005). Botulinum toxin causes paralysis in the host body due to paralysis of the nervous system. In addition, symptoms such as dysphagia, muscle weakness, diplopia, respiratory failure, and ocular paralysis may occur (Dar et al., 2024).

There are six different forms of botulism clinically. They are classified as infantile (intestinal), food (classical), wound, inhalation, iatrogenic, and unclassified botulisms (Chaidoutis et al., 2022). Botivac and Botudoll vaccines prepared against *C. botulinum* type C and D can be used. A toxoid (DoD = Department of Defence) vaccine in the USA contains *C. botulinum* types A and C, a research product used for disease protection. In recent years, vaccines produced by utilizing mRNA technology that directs protein expression are promising in preventing the disease (Qiaerxie et al., 2024). For public health control of foodborne diseases, it is necessary to establish surveillance systems, detect outbreaks, identify contamination sources, and prevent further spread. It also requires systematic collection, analysis, and reporting of data.

2. Clostridium botulinum Diagnostic Methods

2.1. Detection of *Clostridium botulinum* Bacterium

2.1.1. Bacterial Culture and Isolation

C. botulinum is isolated from faecal samples of suspected food-borne patients and wound samples in wound botulism. *C. botulinum* bacteria can be grown anaerobically using solid or enriched media. Thioglycolate broth and cooked meat broth can be used as liquid media for culture. The media are kept in a boiling water bath for 10-15 minutes before being used to remove oxygen from the medium. Milk agar or blood agar are used as solid media. In an anaerobic environment, growth is observed in liquid media after 48-72 hours of incubation at 35°C. Passing from liquid to solid media is performed by incubating at 35 °C for 48-72 hours under anaerobic conditions. Biochemical and morphological tests examine the grown colonies, and the diagnosis is made (National Microbiology Standards 2015).

2.1.2. Molecular Techniques

In DNA-based detection methods of *C. botulinum*, the bot gene region of the bacteria is investigated. Serotype determination is performed using the same probe for seven serotypes. PCR shows the presence of the toxin gene of the bacterium in the samples within a day. However, different molecular techniques are used since detecting the gene does not mean the bacteria produce a toxin. These techniques are listed as follows (Singh et al., 2013).

- Multiplex PCR and gel electrophoresis

- PCR and probe hybridization
- Nested PCR and Gel electrophoresis
- Real-time PCR

2.1.2.1. Multiplex PCR

Amplification is a molecular method based on the simultaneous generation of multiple copies and diagnosis by placing primer pairs specific to different target regions on each microorganism or bacterial gene in the tube (Figure 1). This method reduces the cost, time, and contamination risk. However, this method may cause problems such as a mismatch of PCR products in the tube, primer-dimer formation, or shorter DNA fragments (Atlas & Bej, 1994). For these reasons, for the method to be successful, conditions such as the selection of primers, optimization of all reactions under the same buffer and temperature conditions, and visualization of the gel should be optimized (Durmaz et al., 2000; Henegariu et al., 1996) (Figure 1). Thanks to the studies, this disease agent was identified and diagnosed by multiplex PCR and achieved success (Houf et al., 2000).

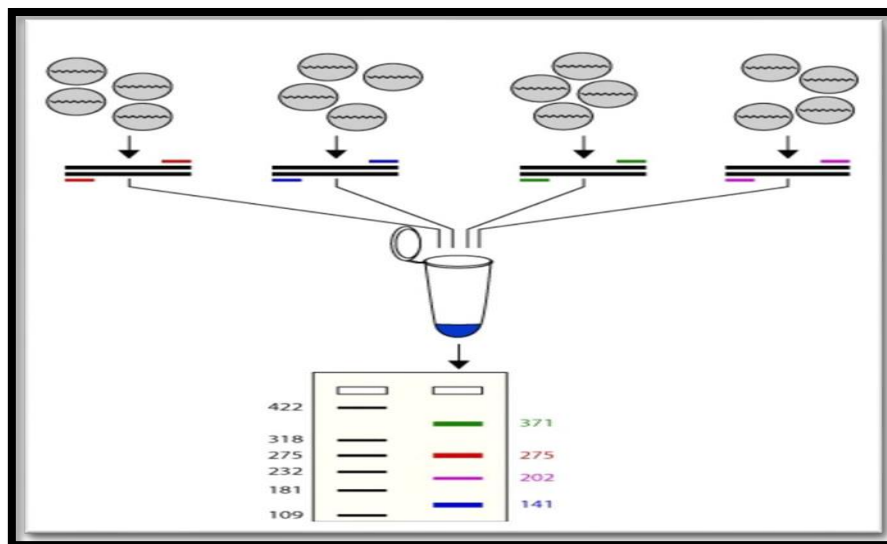


Figure 1. Multiplex PCR mechanism

2.1. 2.2. PCR and Probe Hybridisation Techniques

PCR and Probe Hybridisation Techniques Nucleic acid probe technology is defined as the hybridization of the DNA sequence of a slow-growing, difficult-to-grow, or unknown bacterium with a known DNA probe. It constitutes the first stage of genetic tests used before amplification methods. Nucleic acid probes consist of DNA or RNA fragments consisting of single-chain 30-40 oligonucleotides, complements labelled with enzymes, radioisotopes, and chemiluminescent substances (Tompkins, 1989). Although this method allows the analysis of the desired gene sequence in the complex eukaryote genome and gives fast results with bacterial culture, it has low sensitivity in direct morbidity studies. It shows low sensitivity due to the limited number of target sequences. Since a limited number of pathogens can be processed and pre-cultures and susceptibility tests of uncommon pathogens are required, the processing time is long (Altaş & Midilli, 2003).

PCR can be defined as a particular and reliable molecular biological technique that

enables in vitro amplification of target nucleic acid chains of disease agents such as bacteria, viruses, fungi, parasites, and protozoa using specific complementary oligonucleotides called primers and heat-stable polymerase enzymes (Taq) (Persing, 1991). After Kary Mullis described the PCR method in 1983, nucleic acid amplification became one of the rapid diagnostic methods (Mullis, 1990). Molecular biology has a wide range of applications because it is a rapid technique (Edel, 1998). This enzymatic reaction is based on the principle of DNA and RNA sequence recognition and amplification. Molecular diagnosis of the disease is nucleic acid orientated, and the nucleic acid must be isolated. After discovering the PCR technique, many new methods have been developed (Sevindik et al., 2013). PCR is a specific and sensitive technique based on the binding of two oligonucleotide primers to target sequences in a double-stranded DNA molecule under in vitro conditions, elongation, and amplification of DNA sequences (Mullis, 1990; Prichard et al., 2001).

The PCR technique consists of three steps. Oligonucleotide primers bind to complementary sites on single-stranded DNA molecules after the mold DNA molecule is denatured at high temperatures. Specific binding of primers to target sequences can occur at low temperatures. DNA polymerase enzyme elongates the 3' hydroxyl end of the primer in the presence of deoxyribonucleotide triphosphate (dNTP) containing four types of organic bases. Thus, a new DNA molecule complementary to the mold DNA strand is synthesized. A PCR cycle consists of DNA single-strand denaturation (denaturation), primer binding (annealing), and elongation (elongation). The basic principles of PCR are as follows (Figure 2).

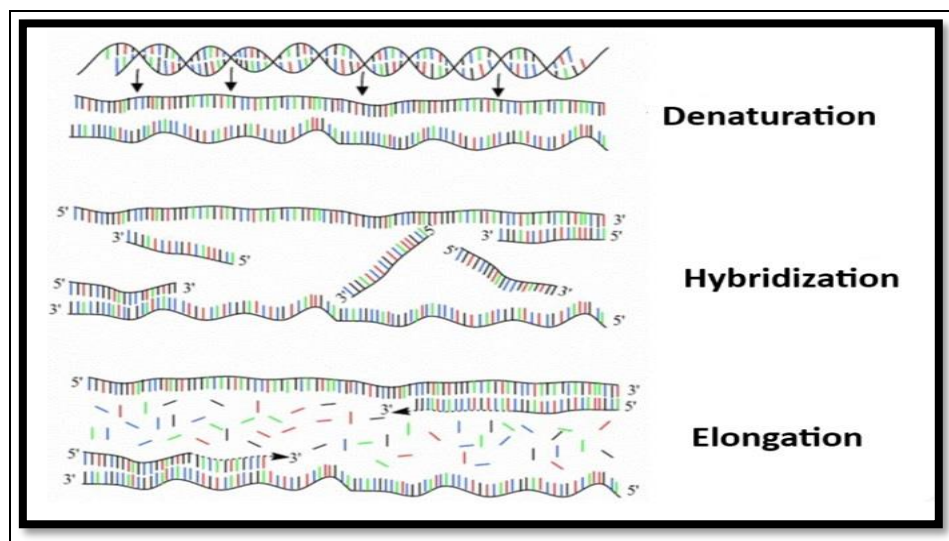


Figure 2. PCR reaction steps

DNA Denaturation: In the sample to be analyzed, template DNA is separated from the DNA strands in the double-stranded structure with high heat (15-60 s at 92-95 °C). Preheating for 5-10 minutes may sometimes be necessary to separate the DNA strand (Watson et al., 1992; Hadidiet al., 1995). **Binding of Primers to DNA Chains (Annealing, Hybridization):** It is the process of reducing the reaction temperature to low temperatures such as 37-65°C and binding the separated DNA chains with synthetic oligonucleotide primers in the region corresponding to their specific base sequences. This process takes 30-60 seconds, depending on the length of the base to be produced. (Innis & Gelfand 1990). **Primer Extension (Primer Extension, elongation):** The primers adhered to the DNA chains are extended by the DNA

polymerase enzyme (Taq DNA polymerase). The whole replication process is carried out at 72 °C because Taq DNA polymerase works better at this temperature (Erlich et al., 1991). The PCR product is the DNA fragment's total length targeted for amplification and the two primers (Hadidi et al., 1995).

The three-step process represents a PCR cycle. The number of DNA strands is doubled in each cycle by successive denaturation, primer binding, and primer elongation. This process is repeated repeatedly, resulting in the synthesis of millions of new DNA fragments from the DNA sequence at the beginning of the reaction. The synthesized DNA product can be detected by determining the region of a particular base pair size between the duplicated primers on the gel or after hybridization with a complementary probe suitable for the amplified region (McPherson & Moller, 2000). DNA fragments obtained as a result of PCR are observed by staining with ethidium bromide (EtBr) or silver nitrate (GN) after running on agarose or polyacrylamide gels (Hadidi et al., 1995). The main components of the PCR method are mold DNA, single-stranded oligonucleotides (primers) complementary to the sequences of mold DNA, deoxyribonucleotide triphosphate (dNTPs), buffer, MgCl, and heat-stable DNA polymerase. The most commonly used taq DNA polymerase is obtained from a thermophilic bacterium called *Thermus aquaticus*. (Siqueira et al., 2003).

2.1. 2.3. Nested-PCR

It is a method developed to specialize in the PCR technique further. Nested PCR is a much more sensitive method than classical culture methods and other PCR applications due to its two-step PCR application. This specific method allows the extraction of the DNA sequence to be amplified from many amplification products. It consists of two consecutive polymerase chain reactions. Two PCR processes using primers designed to amplify the inner region of the desired sequences are applied. In the first amplification, an extended region is amplified using two external primers specific to the outer region of the target DNA sequence. In the second amplification mechanism, the small region is amplified using two internal primers that bind to the region's inner region from the first amplification (Mcpherson & Moller, 2006; Karataş, 2012) (Figure 3).

With nested PCR, the specificity of the amplification of the target DNA sequence is increased since no different DNA sequences remain in the medium after the second PCR process. The initial and second PCR reactions are performed in a single tube to reduce the risk of contamination and manipulation. The contamination that may occur during the transfer of samples from the primary amplification tube to the second one is realized with one tube instead of two tubes, using two different reaction temperatures (Mcpherson & Moller, 2006).

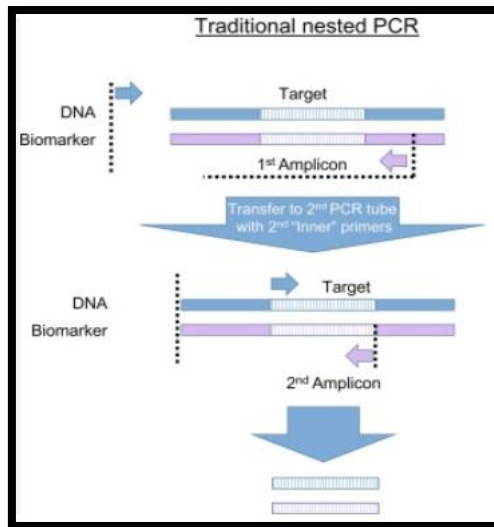


Figure 3. Nested PCR stages (Shen, 2019)

When the high temperature is applied in the first PCR program, the amplification of the starting sequence can take place, while nested primers are not allowed to bind to the sequence. Then, in the second PCR program at a lower temperature, binding nested primers can amplify the target sequences. The initial PCR products and the smaller nested PCR products can be seen by agarose gel electrophoresis after PCR reactions. However, if the initial PCR products have formed multiple bands or if the nested PCR products are of poor quality, it is difficult to identify them in the gel (Mcpherson & Moller, 2006; Karataş, 2012).

2.1.2.4. Real-time PCR method

It is a widely used technique that can provide results quickly by measuring the fluorescence signal that increases during the simultaneous amplification and replication of mRNA or DNA samples (Klein, 2002) (Figure 4). This quantitative PCR method measures the fluorescence signal that increases simultaneously with nucleic acid amplification. The fluorescence readout and temperature cycles are performed in the same device and a single tube. In this way, the target region can be detected quickly without electrophoresis. The fact that both the amplification process and the detection of the amplified products can be performed in the same device has made this method practical. Since the test is completed without opening the tubes in this method, the risk of contamination is also reduced (De Clerck et al., 2004; Weile & Knabbe, 2009).

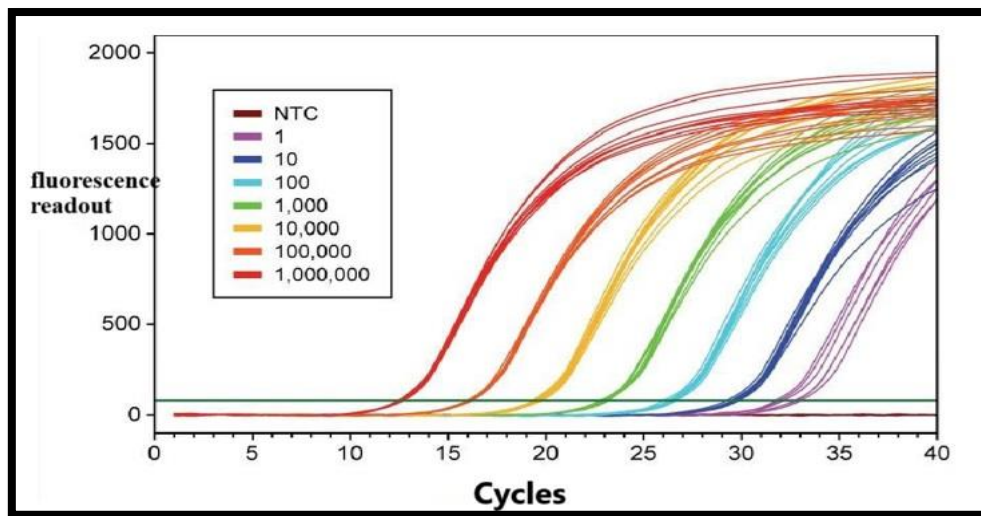


Figure 4. Measurement of fluorescence signal generated during amplification in Real-Time PCR

The real-time PCR method differs from standard PCR methods in two important ways. Firstly, the real-time PCR method requires an optical readout system coupled with a thermal cycling device, and secondly, a probe or probes that will reflect the amplification on the computer screen during the PCR process. Therefore, selecting a suitable probe is one of the most important steps affecting the real-time PCR method. The function of the probe is to make the amplification process in the device visible. Although PCR can be performed without probes by using appropriate primers, dNTPs, and enzymes in the PCR tube, it is impossible to display the result on the computer of the real-time PCR device without probes. During the amplification process in the PCR tube, probe sequences bind to the amplified target DNA chains, and fluorescence is generated. The probe binds to the single-stranded target DNA, and the light source of the real-time PCR device sends stimulating short-wavelength light into the PCR tube. After absorption of the short wavelength light, long wavelength light emission occurs. The device detects the resulting fluorescence. The more target DNA in the PCR tube, the more probes to be bound and the greater the amount of fluorescence will be. Various probes are used to visualize the target sequences amplified by real-time PCR. The primary purpose is to analyze DNA by binding fluorescent dyes to the target DNA by interacting the probe used with the PCR products that have been amplified. (De Clerck et al., 2004; Rodriguez, 2004; Weile &Knabbe, 2009).

Fluorescence chemistry in real-time PCR can be analysed under two classes: generic methods and chain-specific methods. Generic methods use probes that bind non-specifically to DNA. The probes in this method bind to each double-stranded DNA in the PCR tube and cause fluorescence. The probes used in chain-specific methods bind to the target DNA between the primer binding sites, resulting in fluorescence. These methods have the advantage that non-specific amplification products, such as primer-dimer binding, do not result in fluorescence and have higher specificity and better signal generation (De Clerck et al., 2004; Rodriguez, 2004; Weile &Knabbe, 2009).

Generic detection with dyes that bind non-specifically to DNA: Special dyes that bind non-specifically to double-stranded DNA act as probes. The most commonly used dye molecules are “SYBR Green I” and “SYBR Gold”. The binding of these dyes to the double-

stranded DNA leads to a 20-100-fold increase in fluorescence, which is detected by the real-time PCR device. After primer binding, the amount of 'SYBR green' bound to the DNA increases as the target DNA becomes double-stranded during the elongation phase, and therefore, an increase in the amount of fluorescence is observed. 'SYBR green,' which binds only to double-stranded DNA, acts as a fluorescent dye (Heid CA et al., 1996). The increase in fluorescence may not always indicate specific amplification. In the absence of target DNA in the medium, 'SYBR green' can be incorporated into these structures due to the binding of primers among themselves, which causes fluorescence formation. In these cases, a 'melting curve' analysis determines whether the fluorescence results from amplifying the target region or a non-specific product of primer dimer formation. Each double-stranded DNA has its melting temperature, T_m (the temperature required for 50% of the double-stranded DNA to become single-stranded) (Weile &Knabbe, 2009).

Detection with Probes Specifically Binding to DNA: In this method, the probe binds to the specific region in the product. The formation of fluorescence indicates the presence of the sequence complementary to the probe within the target region, not the target region. The presence of the target region is revealed. The probes used in this method should be able to detect the presence of the target region during the replication phase. **Detection of amplification with specific probes in real-time PCR (FRET: Fluorescence Resonance Energy Transfer):** One of the specific probes is labelled with fluorescent dye at the 3' end (donor dye), and the other is labelled with acceptor dye at the 5' end. Such probes are called dual hybridization. The detection of amplification with linear hybridization probes in real-time PCR is based on direct hybridization. After binding to the second probe, a phosphate is attached to one end to prevent synthesis at the 5' end. By binding the probes close to each other on the target region, the labelled ends are next to each other, and the energy released by the juxtaposition of the two dyes affects the receptor dye on the second probe and causes fluorescence formation. The amount of fluorescence generated increases depending on the degree of hybridization (amount of product formed by PCR) in the medium (De Clerck et al., 2004; Rodriguez, 2004; Weile &Knabbe, 2009).

As the amount of product produced during each cycle increases, the amount of fluorescence increases. It should be noted that the fluorescence is not caused by the binding of the probe to the DNA but by the 5'-3' exonuclease activity that cleaves the probe. For this reason, such probes are called hydrolysis probes (Livak et al., 1995). When hybridization and hydrolysis probes are used, the fluorescence generated in each PCR cycle increases. The fluorescence signal is generated by binding to the target DNA in the case of hybridization probes and by dissociation from the DNA in the case of hydrolysis probes. Hybridization probes are particularly suitable for detecting mutations, whereas hydrolysis probes cannot be used in melting curve analysis (Sounders, 2004).

When working with biological material in molecular diagnostic methods, many tissue samples are needed. With the real-time PCR method, the properties of a minimal amount of biological sample can be revealed quickly, reliably, and sensitively (Bustin & Mueller, 2005). Real-time PCR has become a preferred and routinely applied method in clinical laboratories with sequence-specific fluorescent probes to detect pathogens (Günel et al., 2009). Real-time PCR is claimed to be a method with high applicability in the detection of pathogens due to its advantages, such as sensitivity, speed, specificity, and suitability for automation (Törnük et al., 2008).

2.2. BoNT Detection

2.2.1. In vivo Methods Used for BoNT Detection

2.2.1.1. Mouse Experiment

The mouse experiment is the gold standard method approved by the CDC (Center's for Disease Control and Prevention) and FDA for determining all activities and properties of the toxin, such as binding, translocation, and proteolysis. Suspected samples are injected intraperitoneally into experimental mice. The mice are observed for 24 hours. Clinical symptoms are expected to occur with the injection in mice. The mouse test method is an ideal method that can be used not only for detecting toxins in food and environmental samples but also for detecting toxins in feces, intestinal contents, bacterial culture, wound fluids, and serums. For BoNT, the injected 10 pg/ml determines the experiment's sensitivity. If toxin is present in suspicious samples injected into mice, the final result can be obtained within four days. Mouse experiment is used as the gold standard despite its disadvantages, such as requiring a long time and experienced technical staff to obtain the results, requiring at least four experimental animals for one sample, difficulty in providing experimental animals and high cost, and ethical drawbacks in terms of animal rights (Čapek & Dickerson, 2010; Singh et al., 2013).

It is crucial to have experienced and well-trained personnel for the preliminary preparations of the experiment, implementation, care of the experimental animal, monitoring of the mouse for up to 24 hours after injection, and recognition of clinical symptoms due to toxin. The death of the mouse in the experiment is not important, but the appearance of clinical symptoms is more important (Čapek & Dickerson, 2010). Since BoNT has a high toxic potential, the personnel working with it should be vaccinated against it. Due to the above-mentioned reasons, it is reported that it is difficult to use this experiment in routine for toxin detection, and at the same time, it is not possible to meet the expected capacity of this experiment in terms of biodefence in emergencies (Čapek & Dickerson, 2010; Singh et al., 2013).

2.2.1.2. Locomotor Activity Assay

The locomotor activity assay is a variation of the mouse assay and can be performed without killing the animal. Different serotypes of toxin are injected into the leg muscles of the mouse at 0.2-0.8 LOD₅₀ below the lethal dose. The mouse is then placed on an exercise wheel and monitored. During this observation, the activity and potential of the existing toxin are reflected in the movement of the experimental animal, and the toxin is tried to be detected. However, it is used in routine toxin detection regarding the harm the experiment may cause the animal (Singh et al., 2013).

2.2.1.3. Other In vivo Methods

- Digit Abduction Scoring DAS Assay
- Compound Muscle Action Potential CMAP Assay
- Neuromuscular Bioassay

2.2.2. In vitro Methods Used for BoNT Detection

2.2.2.1. ELISA Based Methods

ELISA, which is routinely used in the diagnosis of many different agents in microbiology laboratories and is one of the indispensable tests of the laboratory, is a method

based on making visible using an enzyme-labelled antibody in antibody-antigen association reactions and enzyme-labelled immune tests have been used successfully for the last 30 years (Monien et al., 2006). Therefore, many different tests based on the ELISA method have been described for the detection of BoNT. The development of different tests aims to create unique and more sensitive tests by lowering the detection limit of conventional ELISA tests from 5 pg to lower levels (Singh et al., 2013) (Figure 5).

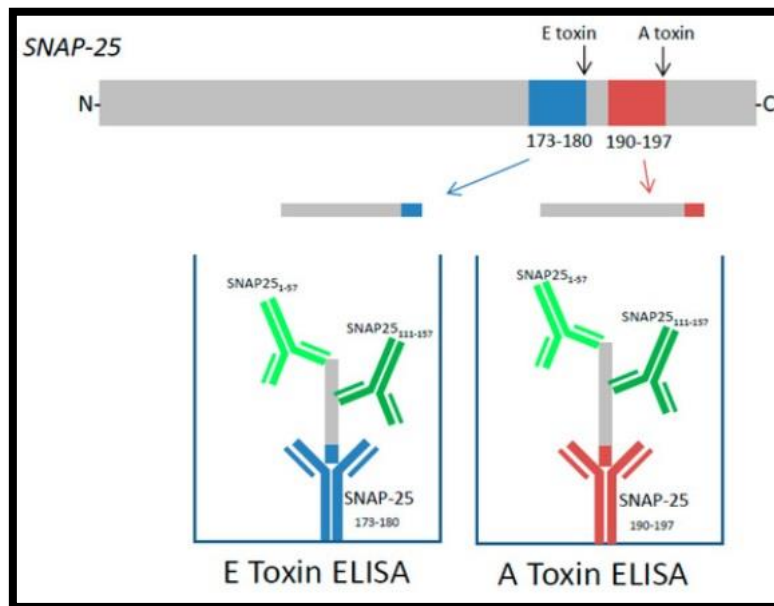


Figure 5. Detection of *C. botulinum* toxins by ELISA (Bak et al., 2017)

2.2.2.2. Immunochromatographic Lateral Migration Immunoassay (Lateral Flow)

Lateral Flow Technology: Although this test uses a sandwich procedure, the second antibody is bound by latex particles or colloidal fluid. In this method, the test kit has three reaction zones. The first well contains antibodies that will react with the target antigen. These antibodies are bound with colour particles. Samples in liquid form are added to this well. If the toxin is present in this sample, it will react with antibodies. The complexes formed by the reaction will be collected horizontally and moved to the second zone by capillary movement. In the second zone, a second group of antibodies is organized to react with the target antigen. Suppose the desired toxin is present in the sample. In that case, the complexes formed will be covered by this second antibody group, and a blue line will be formed because the first antibody group is also covered with colour particles. The excess antibodies will continue to accumulate in the third zone. The third zone contains a third type of antibodies that can react with the first antibodies. Therefore, a second blue line will also form in the third region. This is called the 'control' line (Čapek, 2010; Cheng, 2012).

Liquid food samples such as milk, fruit juice, and honey were used in a study to detect BoNT types A, B, and E by the Lateral Flow method. The study reported that the deviation value for BoNT type A and B was 10ng/ml, and the deviation value for BoNT type E was 20ng/ml. The test time could be completed in 30 minutes, but the sensitivity was lower than ELISA and other tests (Sharma et al., 2005).

2.2.2.3. Immuno-Magnetic Separation (IMS) Technology

With the Immuno-Magnetic Separation technology, metallic particles are coated with antibodies based on the principle of adding millions of metallic particles to the suspicious liquid sample. After the mixture is stirred for about an hour, the antibodies in the particles bind with the antigen. After this reaction, the tube is placed in a magnetic power source, and the particles are removed from the tube using a magnet. After this stage, the metal particles can detect food pathogens using PCR. Today, many diagnostic methods, such as ELISA and PCR, are combined with the immuno-magnetic coating system. These combined methods increase sensitivity and shorten incubation (Malou & Raoult, 2011).

2.2.2.4. PCR

Conventional or real-time PCR techniques, which are fast and sensitive, are used to detect *C. botulinum*. The regulatory (*botR*) and nontoxic nonhaemagglutinin (*NTNH*) genes within the *BoNT* genes are preferred as specific targets in *BoNT*-based tests. The same regions are also used for serotype determination. Among the most important advantages of this technique is that it can detect *BoNT* A, B, E, and F serotypes simultaneously and is rapid and sensitive (Carter & Peck, 2015).

2.2.2.5. Immuno-PCR

Macroscopic and microscopic diagnosis are among the most commonly used methods in diagnosing infectious diseases today. However, the difficulties experienced in producing some pathogens and the difficulties in the diagnosis stage have led researchers working in this field to discover alternative diagnostic methods. The discovery of the most frequently used immunoassays among these methods dates back to the 1960s. Today, one of the most frequently used methods is the enzyme-labelled immunosorbent assay, Enzyme-Linked Immunosorbent Assay, which arises from the combination of enzyme mark and antibody. ELISA comes first. In order to increase the sensitivity of this ELISA method, immuno-PCR was defined for the first time in 1992 to detect specific proteins. Combining immunological-based techniques with immuno-PCR technology and the increased signal strength of the PCR technique makes this technique advantageous (Sano, 1992). The developed immuno-PCR technique's sensitivity is 100-10,000 times higher than other immunological tests (Chao et al., 2004; Mehta et al., 2014). Nucleic acids are used in the immuno-PCR technique instead of the enzymes used in the labelling of conjugates in the ELISA technique, and detection is based on the amplicon products of nucleic acids (Malou & Raoult, 2011).

For the immuno-PCR technique to be more efficient, principles such as selecting effective reagents, not affecting complex biological substances, and designing and working on experimental principles are fundamental. Therefore, in the first developed experimental principles, the bridge between the biotin-labelled antibody and the biotin-labelled DNA fragment could be made with avidin-protein A, which caused high background noise signals. Later, the direct establishment of this bond with streptavidin reduced this noise. Thus, immuno-PCR methods have been reported in which DNA is directly bound to the antibody. These methods are not widely used today because they include the stages of preparing DNA-labelled antibodies with chemical reactions. They cannot be easily applied in all laboratories because of the difficulties in finding commercially labelled antibodies. Nanotechnology methods have also begun to be used together with the immuno-PCR method. In addition, the particles or magnetic capture particles used can minimize the false binding problems caused by solid surfaces such

as ELISA plates and provide convenience in antigen capture. The immuno-PCR method has important features such as being sensitive and specific and being able to perform quantitation. No approved kit with all the reagents can be used routinely in this method. Tests used to detect HBV surface antigen, norovirus, rotavirus, hantavirus, HIV p24 antigen and viruses such as avian influenza, prion proteins, bacteria such as *S. aureus*, *B. fragilis*, group A streptococci, and toxins such as Shiga toxin and BoNT A are currently in use and are being developed (Sano, 1992; Chao et al., 2004; Lind & Kubista, 2005; Niemeyer et al., 2005; Malou & Raoult, 2011) (Figure 6).

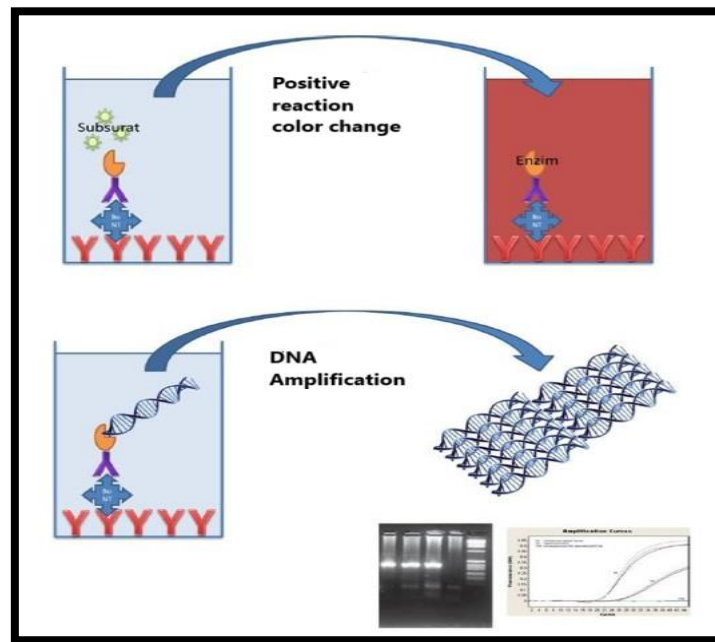


Figure 6. Conventional ELISA and Immuno real-time PCR

2.2.2.6. Techniques Based on Biosensors

Biosensor technology has been widely used in research. Tests based on this technique have been developed to detect BoNT rapidly. Detection in these tests is based on surface plasmon resonance, refractometry, fluorescence, and chemiluminescence. Sensitivity with this technique is reported as 2 ng/ml for BoNT/A (Taitt et al., 2008). In the coming years, biosensor technologies will be used as rapid diagnostic techniques for biological threat possibilities. Other test types are the BDG biosensor test (Bidiffractive Grating = BDG), array biosensor test, and ELISA on a chip test (Čapek & Dickerson, 2010; Singh et al., 2013).

2.2.2.7. Other Immunological Based Tests:

- Endopeptidase Activity Test
- Lateral Flow
- Protein chip membrane capture assay
- Lab-on-a-chip (LOC) test

3. Conclusions and Recommendations

Clostridial infections have long been documented, and *C. botulinum* is of particular importance because of its direct effects and severe impact on human and animal health through the neurotoxins it produces. Modern technological advances have expanded and improved methods of detecting these pathogens and their toxins, allowing for faster and more effective diagnosis. These advances have significantly increased our ability to identify and respond to *C. botulinum* infections.

References

- Altaş, K., & Midilli, K. (2003). Enfeksiyon hastalıklarında moleküler tanı yöntemleri, Kalıtsal Hastalıklara Moleküler Tıp Açısından Bakış Sempozyumu, 59-71.
- Atlas, R., M., & Bej, A., K. (1994). Polymerase Chain Reaction. Methods for general and molecular bacteriology. Washington, D.C., American Society for Microbiology, 418-435.
- Bak, N., Rajagopal, S., Stickings, P., & Sesardic, D. (2017). SiMa Cells for a Serotype Specific and Sensitive Cell-Based Neutralization Test for Botulinum Toxin A and E. *Toxins*, 9(7), 230.
- Bustin, S., A., & Mueller, R. (2005). Real-time reverse transcription PCR (qRT-PCR) and potential use in clinical diagnosis. *Clin. Science*, 109, 365-379.
- Čapek, P., & Dickerson, T., J. (2010). Sensing the Deadliest Toxin: Technologies for Botulinum Neurotoxin Detection. *Review Toxins*, 2, 24-53.
- Carter, A., T., & Peck, M., W. (2015). Genomes, neurotoxins and biology of Clostridium botulinum Group I and Group II. *Research in Microbiology*, 166, 303-317.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2022, August 26). Botulism: Healthcare Professionals. <https://www.cdc.gov/botulism/health-professional.html> (02 May 2024, date last accessed).
- Chaidoutis, E., Keramydas, D., Papalexis, P., Migdanis, A., Migdanis, I., Lazaris, A., C., & Kavantzias, N. (2022). Foodborne botulism: A brief review of cases transmitted by cheese products (Review). *Biomed Rep.* 6(5):41.
- Cheng, L., W., Land, K., M., & Stanker, L., H. (2012). Current Methods for Detecting the Presence of Botulinum Neurotoxins in Food and Other Biological Samples. *Intech Journals*, Chapter 1. <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/33121.pdf>
- Dar, N., G., Alfaraj, S., H., Alboqmy, K., N., Khanum, N., Alshakrah, F., Abdallah, H., Badawi, M., H., Alharbi, O., M., Alshiekh, K., A., Alsallum, A., M., Shrahili, A., H., Zeidan, Z., A., Abdallah, Z., Majrashi, A., A., & Memish, Z., A. (2024). Correction: The First Reported Foodborne Botulism Outbreak in Riyadh, Saudi Arabia: Lessons Learned. *J Epidemiol Glob Health*. 14(3):1367.
- De Clerck, E., Van Mol, K., Jannes, G., Rossau, R., & De Vos, P. (2004). *Lett Appl Microbiol* 39:109-115.
- Durmaz, R., Özerol, İ., H., & Kalcıoğlu, T. (2000). Nazofarinks örneklerinde üç solunum yolu patojeninin multipleks PCR yöntemiyle araştırılması. XXIX. Türk Mikrobiyoloji Kongresi, Antalya, 373.
- Edel, V. (1998). Polymerase Chain Reaction in Mycology: an Overview, 1-20, Bridge PD (ed), CAB International, Wallingford, 357
- Erlich, H., A., Gelfand, D., H., and Sninsky, J., J. (1991). Recent advances in polymerase chain reaction. *Science*, 252:1643-1650.
- Günel, T., & Aydın, K. (2009). Real-Time PCR and Applications Area *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 2(2): 43-45.
- Hadidi, A., L., & Podleskis, E., V. (1995). Polymerase chain reaction technology in plant pathology. In: *Molecular Methods in Plant Pathology*, 167-87.
- Henegariu, O., Heereme, N., A., & Dlouhy, S., R. (1996). Multiplex PCR, critical parameters and step by step protocol, *Bio Techniques*, 23, 504-511.
- Houf, K., Tutenel, A., Zutter, D., Z., Hoof, V., J., & Vandamme, P. (2000). Development of a multiplex PCR assay for the simultaneous detection and identification of *Arcobacter butzleri*, *Arcobacter cryaerophilus* and *Arcobacter skirrowii*. *FEMS Microbiology Letters*

- 193 89-94.
- Innis, M., A, & Gelfand, D.(1990). Optimization of PCRs In Innis, M.A, Gelfand, D.H., Sninsky, J.J.and White T.J (eds.). PCR protocols A guide to methods and applications.Academic Press.3-12 pp.
- Karataş, M.(2012). MolekülerBiyoloji Nobel Akademik Yayıncılık. 289.
- Klein, D.(2002). Quantification using real-time PCR technology:İ Applications and limitations. Trends Mol. Med., 8: 257-260.
- Livak, K., J., Flood, S., J., A., Marmaro, J., Giusti, W., &Deetz, K.(1995). Oligonucleotides with fluorescent dyes at opposite ends provide a quenched probe system useful for detecting PCR product and nucleic acid hybridization, PCR Methods Appl, 4, 357-62.
- Lund, B., M.,& Peck, M., W. (2013). Clostridium botulinum. In: Labbé RG, García S, editors. Guide to foodborne pathogens. 2nd ed. John Wiley & Sons, Ltd.; 92–111.
- Malou, N, &Raoult, D.(2011). Immuno-PCR: a promising ultrasensitive diagnostic method to detect antigens and antibodies. Trends in Microbiology, (19) 6, 295-302.
- McPherson, M., J.,& Moller, S., G.(2000). The Basics. New York: Cromwell Press, 1-45.
- Mcpherson, M., J., &Moller, S., G.(2006). PCR Second edition. p. 66,90,91.
- Monien, S., Salama, A.,&Schönemann, C.(2006). ELISA methods detect HLA antibodies with variable sensitivity. International Journal of Immunogenetics, (33), 3, 163-166.
- Mullis, K.,B.(1990). The unusual origin of polymerase chain reaction, Sci. Am. 262, 4. 56-65.
- Persing, H., D.(1991). Polymerase chain reaction: Trends to benches. J Clin Microbiol, 29: 1281-1285.
- Prichard, R.,& Tait, A. (2001). The role of molecular biology in veterinary parasitology. Vet Parasitol, 98: 169-194.
- Qiaerxie, G., Jiang, Y., Li, G., Yang, Z., Long, F., Yu, Y., Lu, J., S., Du, P., &Cui, Y. (2024). Design and evaluation of mRNA encoding recombinant neutralizing antibodies for botulinum neurotoxin type B intoxication prophylaxis. Hum VaccinImmunother.31;20(1):2358570.
- Rawson, A., M., Dempster, A., W., Humphreys, C., M., &Minton, N., P. (2023). Pathogenicity and virulence of Clostridium botulinum. Virulence. 14(1):2205251.
- Rodriguez-Lazaro, D., Lloyd, J.,&Herrewegh, A.(2004). FEMS Microbiol Lett 237:119–126.
- Sano, T., Smith, C., L.,& Cantor, C., R.(1992). Immuno PCR: very sensitive antigen detection by means of specific antibody DNA conjugates. American Association for the Advancement of Science,258,120- 122.
- Saunders, N., A. (2004). An Introduction to Real-Time PCR. In Edwards K, Logan J, Saunders N (eds.) Real- Time PCR, An Essential Guide, 1-11. Horizon Bioscience, Norfolk, U.K.
- Sevindik, E., &Abacı, T., Z.(2013). Nested PCR and Applications Area Türk BilimselDerlemelerDergisi.
- Singh, A., K., Stanker, L., H.,& Sharma, S., K.(2013). Botulinum neurotoxin: Where are we with detection technologies? Critical Reviews in Microbiology, (39), 1, 43-56.
- Siqueira, J., F.,&Roças, I., N.(2003). PCR methodology as a valuable tool for identification of endodontic pathogens. J Dent, 31 (5): 333-339.
- Sobel, J. (2005). Botulism. Clin Infect Dis. 41(8):1167–73.
- Tompkins, L., S. (1989). Nucleic acid probes in infectious diseases, Curr Clin Top Infect Dis,10, 173-93.
- Törnük, F., Kesmen, Z., &Yetim, H.(2008). Et ve Et ÜrünlerindePatojenBakterilerinTeşhisinde Real-Time PCR TekniğininKullanılması Türkiye 10. GıdaKongresi; 21-23 Mayıs 2008,

Erzurum.

Watson, J., D., Gilman, J., Witkowski, M., & Zoller, M.(1992). The polymerase chain reaction
In: Recombinant DNA. Second Edition. New York. 79-98.

Weile, J.,&Knabbe, C.(2009). Current applications and future trends of molecular diagnostics
in clinical bacteriology, Anal Bioanal Chem 394:731–742 DOI 10.1007/s00216-009-
2779-8.

VERTICAL FARMING TECHNOLOGIES

Kadir Demirağ (ORCID: 0009-0003-4777-5356)

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği
Ana Bilim Dalı, Konya, Email: kadirdemirag06@gmail.com

Doç. Dr. Ali Yavuz Şeflek (ORCID: 0000-0003-1009-6635)

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği
Ana Bilim Dalı, Konya, Email: seflek@selcuk.edu.tr

Abstract

In recent years, especially due to climate change, agriculture carried out in open fields has been negatively affected. The air temperatures are above seasonal averages, new temperature records are being set almost every year, and rainfall is either decreasing or increasing excessively to the point of causing disasters. In addition, the unconscious and excessive use of water in crop production has led to the depletion of groundwater resources. The gradual reduction of agricultural land and the rapid increase in the world's population are negatively impacting food security. Moreover, awareness is growing about the harmful effects of pesticides on human health and the environment. Furthermore, during the transportation of crops from where they are grown to different regions, significant price increases are observed due to both transportation costs and intermediary institutions.

Considering the negative situations mentioned above, the need for agricultural production to be carried out in closed environments has been increasing. Such environments are independent of climate conditions, use water as efficiently as possible, offer the possibility of much higher production in limited spaces compared to traditional methods, and are as free from diseases, pests, and weeds as possible. In other words, they eliminate the need for chemical pesticide use and allow for production to be positioned close to where the crops are consumed.

In this context, vertical farming practices are becoming increasingly widespread. Vertical farming involves agricultural activities conducted in stacked production lines with artificial lighting and climate-controlled areas. The first vertical farming efforts were carried out in 1999 by Dickson Despommier. In this production model, fruit and vegetable cultivation is commonly practiced. This approach is implemented using hydroponic farming methods.

This article provides information about the latest developments in vertical farming. Within the scope of the article, vertical farming and new generation technologies such as artificial intelligence used in vertical farming are introduced.

Keywords: Vertical farming, artificial intelligence, machine learning, internet of things, image processing.

DIKEY TARIM TEKNOLOJİLERİ

Özet

Son yıllarda, özellikle iklim değişikliği sebebiyle açık arazide yapılan tarım olumsuz yönde etkilenmektedir. Hava sıcaklıkları mevsim normallerinin üzerinde seyretmekte, hemen her yıl yeni sıcaklık rekorları kırılmakta, yağışlar azalmakta veya afetlere sebep olacak şekilde aşırı artmaktadır. Ayrıca, ürün yetiştiriciliğinde suyun bilinçsiz ve aşırı kullanımı, yer altı sularının giderek çekilmesine sebep olmaktadır. Tarım arazilerinin giderek azalması ve dünya nüfusunun hızla artması, gıda güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Buna ek olarak, kullanılan tarım ilaçlarının insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkileri hakkındaki bilinç giderek artmaktadır. Bunun yanı sıra, tarımda ürünlerin yetiştirildiği yerden farklı bölgelere taşınması esnasında, hem taşıma masrafları hem de aracı kurumlar sebebiyle, ürün fiyatlarının büyük bir artış gösterdiği gözlemlenmektedir.

Yukarıdaki bahsi geçen olumsuz durumlar göz önüne alındığında, tarım üretiminin, iklim şartlarından bağımsız, suyu olabildiğince verimli kullanan, dar alanda geleneksel yöntemlere kıyasla çok daha fazla üretim yapma olanağı sunan, hastalık, böcek ve yabancı otlardan olabildiğince arındırılmış, bir başka deyişle kimyasal ilaç kullanımına gerek duyulmayan, ve ürünlerin tüketildiği bölgelere yakın bölgelerde konumlandırılmasına imkan sağlayan kapalı ortamlarda gerçekleştirilme gerekliliği artmaktadır.

Bu kapsamda dikey tarım ortamlarında ürün yetiştiriciliği giderek yaygınlaşmaktadır. Dikey tarım, suni ışıklandırma ve iklim kontrollü alanlarla, üst üste konumlandırılan üretim hatlarında yapılan tarımsal faaliyetlerdir. İlk dikey tarım çalışmaları 1999 yılında Dickson Despommier tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu üretim modelinde yaygın olarak meyve ve sebze üretimi yapılmaktadır. Bu yaklaşım, topraksız tarım yöntemi ile gerçekleştirilmektedir.

Bu makale, dikey tarım konusundaki son gelişmeler hakkında bilgilendirme sağlamaktadır. Makale kapsamında, dikey tarım ve dikey tarımda kullanılan yapay zeka gibi yeni nesil teknolojiler tanıtılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dikey tarım, yapay zeka, makine öğrenimi, nesnelerin interneti, görüntü işleme.

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun giderek artmasına bağlı olarak gıdaya olan talebin artması, tarım sistemlerinin karşılaştığı zorlukların daha akılcı ve yenilikçi çözümlerle ele alınmasını zorunlu kılmıştır. Daha yüksek üretkenlik seviyelerine ulaşmanın ana hedeflerden biri olduğu tarımda, ürün ve verim kayıplarından kaynaklanan sorunların yenilikçi ve sürdürülebilir bir şekilde çözümlenmesi gereklidir. Ürün verimliliğinde meydana gelen kayıpların ana oluşum sebepleri olarak iklimsel ve ekolojik koşullar, hastalık ve zararlılar ve yabancı ot varlığı gibi tehdit kaynakları gösterilebilir (Bükün, 2012). Bunun yanı sıra, tarımda suyun bilinçsiz ve aşırı kullanımı, yer altı sularının giderek azalmasına yol açmaktadır. Ayrıca, tarım arazilerinin azalması, gıda güvenliği üzerinde olumsuz bir etki yaratmaktadır. Bunun yanında, tarım ilaçlarının insan sağlığına ve çevreye zararları konusunda farkındalık giderek artmaktadır. Üstelik, tarım ürünlerinin yetiştirildikleri bölgeden başka yerlere taşınması sırasında hem nakliye masrafları hem de aracı kurumlar nedeniyle ürün fiyatlarında belirgin bir artış yaşanmaktadır (Van Delden et al., 2021).

Bu olumsuz koşullar göz önüne alındığında, tarım üretiminin iklim koşullarından bağımsız olarak, suyun daha verimli kullanıldığı, sınırlı alanlarda geleneksel yöntemlere göre çok daha yüksek verim sağlayan, hastalık, zararlı böcekler ve yabancı otlardan büyük ölçüde arındırılmış, dolayısıyla kimyasal ilaç kullanımına ihtiyaç duyulmayan, ve ürünlerin tüketildiği bölgelere yakın alanlarda yapılmasına olanak tanıyan kapalı ortamlarda gerçekleştirilmesi gerekliliği giderek daha önemli hale gelmektedir. Bu aşamada, belirtilen gereksinimleri karşılayabilen yenilikçi bir üretim modeli olarak dikey tarım öne çıkmaktadır (Van Delden et al., 2021).

Dikey tarım ilk olarak 1999 yılında ortaya çıkan bir kavramdır. Bu yöntem, suni ışıklandırma ve iklim kontrollü alanlar oluşturularak üst üste dikey konumlandırılan üretim hatlarında tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirilmesidir. 1999 yılında, Dickson Despommier tarafından gerçekleştirilen dikey tarımla ilgili ilk bilimsel çalışmada, yapay aydınlatma, hidroponik ve aeroponik sistem ile donatılmış bir dikey çiftlik oluşturularak, bu yaklaşımın temelleri atılmıştır. Bu yaklaşımla, dikey tarım hücrelerinde meyve ve sebze yetiştirilmesi öngörülmüştür (The Vertical Farm, n.d.).

Dikey tarım, geleneksel tarımdan ziyade sanayi tipi üretim olarak ifade edilebilir. Bu yaklaşım, topraksız tarım yöntemi ile gerçekleştirilir. Geleneksel tarımdaki gübreleme, çapalama, ilaçlama gibi teknikler dikey tarımda kullanılmaz. Dikey tarım hem alan yetersizliğini hem de doğal kaynakların kullanılmasını minimize ederek besin ihtiyacının karşılanmasını sağlar (The Vertical Farm, n.d.).

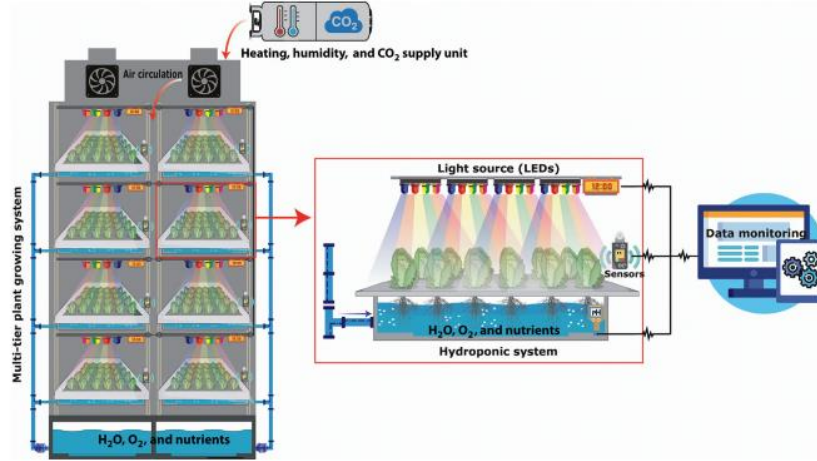
2. DİKEY TARIM ÇEŞİTLERİ

Dikey tarım, modern dünyada yaklaşık 13 farklı şekilde uygulanmaktadır. Aşağıdaki bölüm, en yaygın kullanılan dikey tarım türlerini temsil etmektedir.

2.1. HİDROPONİK SİSTEM

Hidroponik sistem, toprak yerine besin çözeltileri kullanarak bitki yetiştirme yöntemidir. Bu yöntemde bitkiler, köklendirme ortamı olarak toprak yerine su, mineral tuzlar ve besin çözeltisi içeren bir ortamda yetiştirilir. Bitkilerin kökleri besinleri emmek için suya veya sıvı bir besin çözeltisine yerleştirilir. Dikey hücrelerde ve kapalı ortamlarda yetiştirilen bitkilere, ışık ihtiyaçlarını karşılamak için spesifik spektrumlarda ışık sağlanır. Ayrıca bitki gelişimi için optimum koşulları oluşturmak adına kapalı ortamdaki sıcaklık, nem ve CO₂ gibi faktörler istenen değerlerde kontrol altında tutulur. Gerekli görülmesi halinde tüm bu süreç, bir monitör

vasıtasıyla izlenebilir. Hidroponik sistemin şematik diagramı Şekil 1’ de gösterilmiştir (Pal, Chatterjee, & Debnath, 2020).



Şekil 1. Hidroponik sistemin şematik diagramı (Pal, Chatterjee, & Debnath, 2020).

2.1.1. HİDROPONİK SİSTEM ÇEŞİTLERİ

Hidroponik sistemin 4 farklı türü vardır. Bunlar:

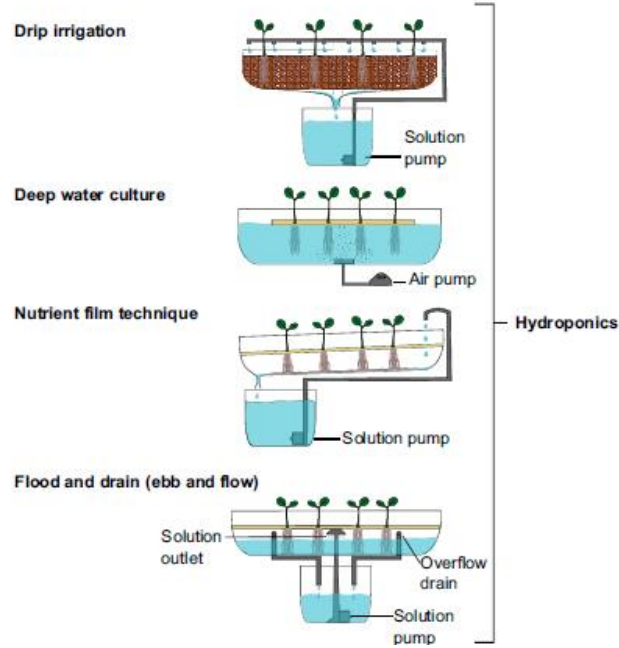
Damla sulama: Bu yöntemde, haznedeki besin çözeltisi bir pompa yardımıyla bitkiye ulaştırılır. Bitkinin kullanmadığı çözelti kısmı süzülerek besin çözeltisi haznesine geri döner.

Derin su kültürü: Bu yöntemde bitki kökleri tamamen besin çözeltisi içerisinde tutulur.

Besin film tekniği: Bu yöntemde bitkilerin kökleri, sürekli dolaşımda olan ince bir besin solüsyonu tabakasıyla temas halinde tutulur.

Gelgit ve akış: Bu sistemde bitki kökleri besin çözeltisi içerisinde yer alır. Çözelti belirli bir seviyeye ulaştığında, tekrar çözelti haznesine gönderilir.

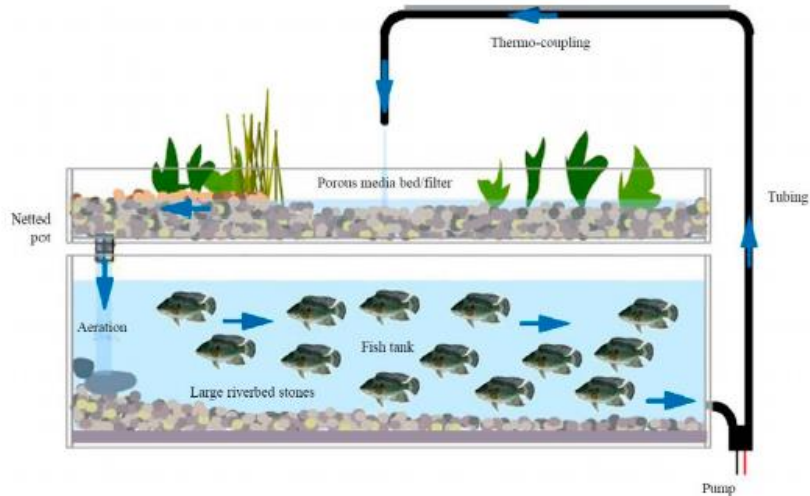
Hidroponik sistem çeşitleri Şekil 2’ de gösterilmiştir (Eldridge et al, 2020).



Şekil 2. Hidroponik sistem çeşitleri: Damla sulama (Drip irrigation), Derin su kültürü (Deep water culture), Besin film tekniği (Nutrient film technique), ve Gelgit ve akış (Flood and drain) (Eldridge et al, 2020).

2.2. AKUAPONİK SİSTEM

Akuaponik sistem, hidroponik ve akvaryum yetiştiriciliğini birleştiren bir sistemdir. Bu yöntemde balıkların yetiştirildiği bir akvaryum ve bitkilerin büyüdüğü bir hidroponik yatak arasında ilişki kurulur. Balıkların atıkları, hidroponik yatakta bulunan bitkiler tarafından besin olarak kullanılırken, bitkiler, suyu temizleyerek balıkların yaşaması için temiz bir ortam sağlar. Akuaponik sistemin şematik diagramı Şekil 3' te gösterilmiştir (Saad et al., 2021).



Şekil 3. Akuaponik sistemin şematik diagramı (Saad et al., 2021).

2.2.1. AKUAPONİK SİSTEM ÇEŞİTLERİ

Akuaponik Sistemin 4 türü vardır. Bunlar:

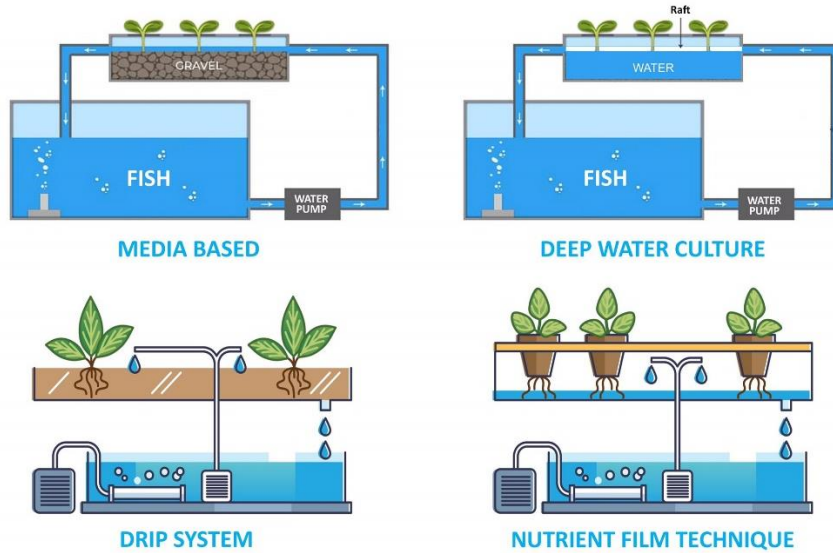
Medya tabanlı: Bu yöntem, bitkilerin büyümesini desteklemek için bir yetiştirme yatağına dolgu malzemesi (örneğin çakıl, lav taşı veya kil bilyeleri gibi) kullanılan bir akuaponik sistem türüdür.

Derin su kültürü: Bu yöntemde, balık dışkılarıyla elde edilen zengin besin çözeltisi bitki köklerinin bulunduğu hazneye aktarılır ve kökler tamamen besin çözeltisi içerisinde tutulur.

Damla sulama: Bu yöntemde, haznedeki balık dışkılarıyla zenginleştirilmiş besin çözeltisi bir pompa yardımıyla bitkiye ulaştırılır. Bitkinin kullanmadığı çözelti kısmı süzülerek besin çözeltisi haznesine geri döner.

Besin film tekniği: Bu yöntemde bitkilerin kökleri, sürekli dolaşımda olan ince bir besin solüsyonu tabakasıyla temas halinde tutulur.

Akuaponik sistem çeşitleri Şekil 4' te gösterilmiştir (Saad et al., 2021).

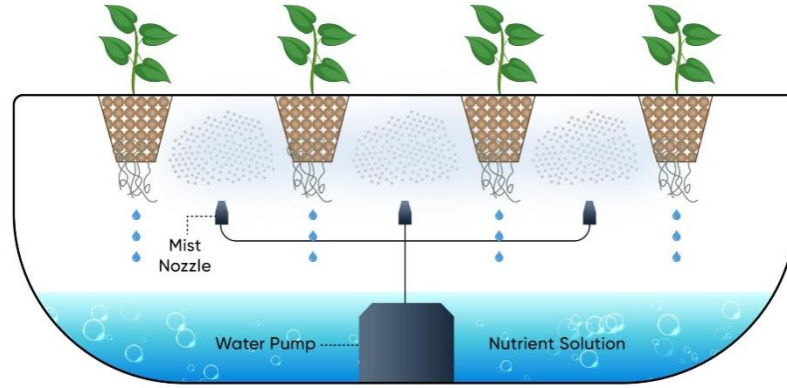


Şekil 4. Akuaponik sistem çeşitleri: Medya tabanlı (Media based), Derin su kültürü (Deep water culture), Damla sistemi (Drip system), ve Besin film tekniği (Nutrient film technique) (Saad et al., 2021).

2.3. AEROPONİK SİSTEM

Aeroponik bitki yetiştirme tekniği, bitkilerin köklerinin sürekli ya da aralıklı olarak besin solüsyonu sisine maruz bırakıldığı bir sistem olarak, tanımlanmaktadır. Bu yöntemde, kökler iki aşamalı bir ortamda-sıvı ve hava-gelişir. Topraklarda ve substratlarda tipik olan katı faz bulunmaz. Aeroponik yetiştiricilikte, kök ortamında su ve hava arasında rekabet oluşmaz. Böylece, bitki köklerinin su ve besin solüsyonuna batırıldığı hidroponikten ayrışır. Oksijenle sürekli temas, köklerin ve besin maddelerinin gelişimine olumlu etki eden metabolik süreçleri uyarır. Aeroponik sistemin şematik diagramı Şekil 5' te gösterilmiştir (Pal, Chatterjee, & Debnath, 2020).

Aeroponic System



Şekil 5. Aeroponik sistemin şematik diagramı(Pal, Chatterjee, & Debnath, 2020).

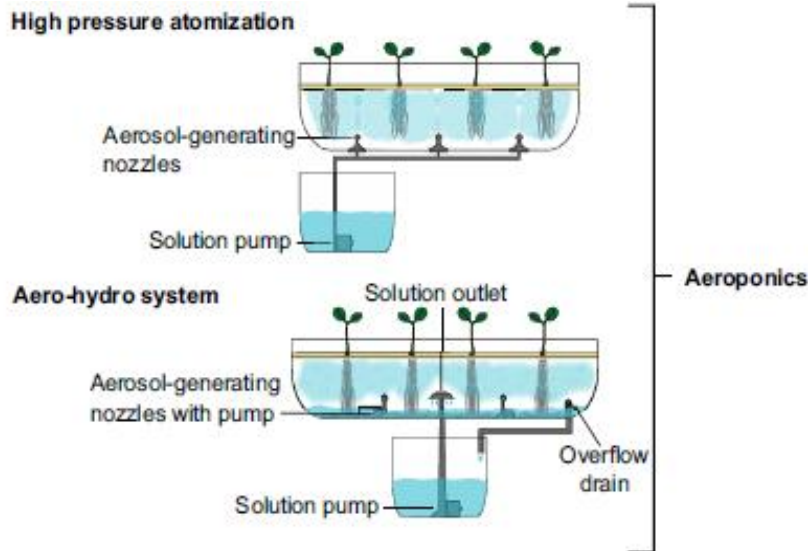
2.3.1. AEROPONİK SİSTEM ÇEŞİTLERİ

Aeroponik Sistemin 2 türü vardır. Bunlar:

Düşük basınçlı üniteler: Bu yöntemde, su ve besin karışımı, düşük basınçlı pompalarla bitki köklerine sis veya damlacıklar halinde püskürtülür.

Yüksek basınçlı cihazlar: Bu yöntemde su ve besin çözeltisi, yüksek basınçlı pompalar ve ince püskürtme nozulları ile mikron boyutunda sis partikülleri olarak bitki köklerine iletilir.

Aeroponik sistem çeşitleri Şekil 6' da gösterilmiştir(Eldridge et al., 2020).



Şekil 6. Aeroponik sistem çeşitleri: Yüksek basınçlı cihazlar (high pressure atomization), Düşük basınçlı üniteler (Aero-hydro system) (Eldridge et al., 2020).

2.4. DİKEY TARIM ORTAMLARI

Dikey tarım yaygın olarak 4 ortamda yapılır.

Konteynır çiftliği: Dikey tarım ortamlarının bu türünde, bir konteynır içerisinde dikey tarım hücreleri, ışıklandırma, iklimlendirme ve bitki besleme üniteleri kurularak tarımsal üretim

gerçekleştirilir.

Mağaza içi çiftliği: Bu ortamda, tarımsal üretim için mağazalara yetiştirme üniteleri yerleştirilir ve ürünler taze olarak satışa sunulur.

Cihaz çiftliği: Bu dikey tarım ortamında, tarımsal ürünler taşınabilen ev tipi cihazlar içerisinde yetiştirilir.

Bitki fabrikası: Bu ortam, tarımsal üretim için büyük işletmelerde kurulur ve kapalı ortamda, çok sayıda üretim hücresinden oluşan platformlarda üretim gerçekleştirilir.

Dikey tarım ortamları Şekil 7' de gösterilmiştir (Butturini ve Marcelis, 2020).



Şeki 7. Dikey tarım ortamları. a-) Konteyner çiftliği, b-) Mağaza içi çiftlik, c-) Cihaz çiftliği, d-) Bitki fabrikası (Butturini ve Marcelis, 2020).

2.5. DİKEY TARIMDA KULLANILAN IŞIK KAYNAKLARI

Dikey tarım sistemlerinde, bitkilerin yeterli ışığı alabilmeleri için bitki büyümesini uyaran yapay ışık kaynakları kullanılır. Işık kaynakları, doğal olarak mevcut ışığın yeterli olmadığı durumlarda kullanılır. Eğer bitkiler yeterli miktarda ışık almazsa, uzun ve sıska büyürler. Işık kaynakları, yetiştirilen bitkinin türüne, yetiştirme aşamasına ve bitkilerin gereksinim duyduğu ışık süresine bağlı olarak, belirli spektrum ve renk sıcaklığında tercih edilir. Dikey tarımda yaygın olarak LED (Light-Emitting Diode) ışık, florasan ışık ve HPS (High pressure sodium) ışık kaynakları kullanılır (Seyhan, Seyhan, Silleli & Yılmaz, 2022).

2.5.1. LED IŞIK

Dikey tarımda LED (Light-Emitting Diode) ışıklar yaygın olarak kullanılır. LED'ler, bitkilerin fotosentez için gerekli olan farklı dalga boylarındaki ışığı sağlayabilir. Bitkilerin büyüme sürecinde farklı dalga boyları farklı etkiler sağlar. Örneğin, mavi ışık bitkilerin gelişimini teşvik ederken, kırmızı ışık çiçeklenme ve meyve oluşumu üzerinde etkilidir. LED ışıklar, enerji verimliliği, uzun ömürleri ve spektral kontrollere olanak sağlamaları nedeniyle dikey tarımda tercih edilir (Seyhan, Seyhan, Silleli & Yılmaz, 2022).

2.5.2. FLORASAN IŞIK

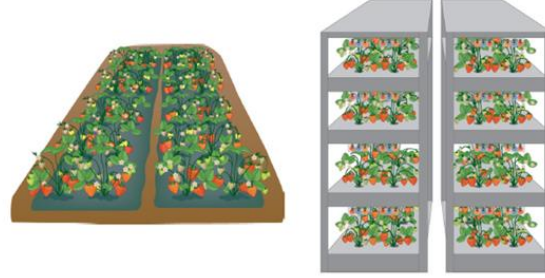
Florasan ışıklar, dikey tarım uygulamalarında yaygın olarak kullanılan bir başka ışık türüdür. Bu tür ışıklar, bitkilerin büyüme ve gelişimini desteklemek için gerekli olan geniş bir spektrumu sağlar. Florasan ışıklar genellikle bitki yetiştirme odaklı T5 veya T8 floresan lambaları olarak bilinir. Bu ışıklar, düşük maliyetleri ve yaygın olarak bulunabilirlikleri nedeniyle dikey tarım sistemlerinde tercih edilir (Seyhan, Seyhan, Silleli & Yılmaz, 2022).

2.5.3. YÜKSEK BASINÇLI SODYUM IŞIK (HPS)

Yüksek basınçlı sodyum (HPS) ışıklar, dikey tarım uygulamalarında bazen kullanılan bir diğer ışık türüdür. HPS ışıklar, kırmızı ve turuncu spektruma odaklanarak bitkilerin çiçeklenme ve meyve oluşumu aşamalarında etkili olurlar. Bununla birlikte, HPS ışıklar enerji verimliliği açısından LED ışıklara kıyasla daha düşük performansa sahip olabilirler (Seyhan, Seyhan, Silleli & Yılmaz, 2022).

2.6. GELENEKSEL TARIM ve DİKEY TARIMIN KARŞILAŞTIRMASI

Dikey tarım geleneksel tarıma göre birçok avantaja sahiptir. Geleneksel tarım kontrolsüz açık arazilerde gerçekleştirilirken, dikey tarım hemen hemen bütün gelişim parametrelerinin kontrol edilebildiği kapalı ortamlarda gerçekleştirilir. Açık arazide yapılan tarım, kuraklık dolu, sel gibi doğal afetlere açıkken, kapalı ortamda yapılan dikey tarım, bu olumsuzluklara maruz kalmaz. Arazi tarımında bitki yabancı ot, böcek ve mantarların zararlı etkilerine maruz kalabilirken, dikey tarımda bu zarar çok sınırlıdır. Dolayısıyla kimyasal ilaç kullanımı dikey tarımda çok düşük oranlardadır. Geleneksel tarımda ürün yetiştirme sezonsal olarak gerçekleştirilirken, dikey tarımda yıl boyu üretim yapılabilir. Dikey tarımda birim alanda 30 kata kadar daha fazla üretim, %70'e kadar daha az su tüketimi ile gerçekleştirilebilir. Arazi tarımında, ürün transfer mesafeleri çok fazla olabilir. Buna karşın dikey tarım platformları genellikle ürün tüketim noktalarına yakın yerlere inşaa edildiği için, ürün transfer mesafeleri çok daha kısadır. Bu da ürün maliyetlerine olumlu yönde yansır. Dikey tarımın, geleneksel tarıma karşı olan tüm bu avantajlarına karşın, yüksek kurulum maliyeti ve yüksek enerji tüketimi gibi dezavantajları vardır. Geleneksel tarım ve dikey tarımın karşılaştırması Şekil 8' de gösterilmiştir (Van Delden et al., 2021).



Açık Arazi Tarımı	Dikey Tarım
Kontrolsüz güneş ışığı (gün uzunluğu, spektrum ve yoğunluk), sıcaklık, CO ₂ , su ve bağıntılı nem	Kontrollü ışık (gün uzunluğu, spektrum ve yoğunluk), sıcaklık, CO ₂ , su ve bağıntılı nem
Kuraklık, dolu ve sel gibi hava koşullarına açık	Hava koşullarından bağımsız üretim
Sezonsal üretim	Yıl boyu üretim
Birim alan başına düşük ve tahmin edilemez üretim	Birim alan başına yüksek (30 kata kadar) ve tahmin edilebilir üretim
Uniform olmayan ürün kalitesi	Uniform ürün kalitesi
Yüksek su kullanımı	Düşük su kullanımı (%70 daha az)
Yüksek ot, böcek ve mantar ilacı kullanımı	Düşük ot, böcek ve mantar ilacı kullanımı
Uzun transfer mesafeleri	Daha kısa transfer mesafeleri
Düşük enerji kullanımı	Yüksek enerji kullanımı

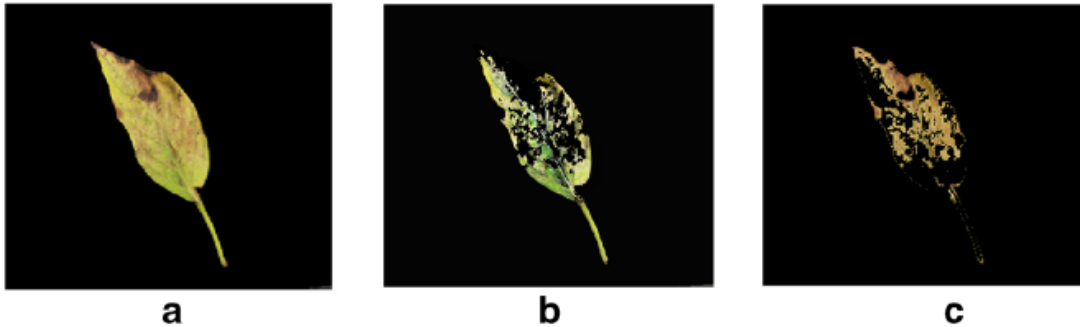
Şekil 8. Geleneksel tarım ve dikey tarımın karşılaştırılması (Van Delden et al., 2021).

3. DİKEY TARIMDA YAPAY ZEKA TEKNOLOJİLERİ

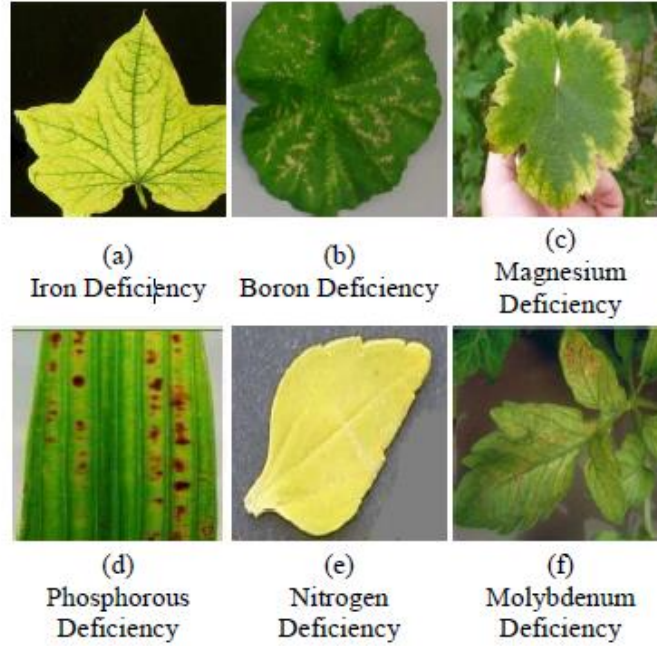
Yapay zekâ (YZ): Bir bilgisayarın veya robotun, genellikle akıllı varlıklarla ilişkili görevleri yerine getirme yeteneğidir. YZ, sanayi, sağlık hizmetleri, hukuk, siber güvenlik ve tarım gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Kabir et al., 2023). Tarımda yapay zeka teknolojileri, bilgisayarla görme teknolojileri, makine öğrenimi algoritmaları, nesnelerin interneti (IoT), ve insansız dikey tarım sistemleri olmak üzere 4 başlık altında incelenebilir (Chowdhury, Paul Argha, & Ahmed, 2023).

3.1. BİLGİSAYARLA GÖRME TEKNOLOJİLERİ

Bilgisayarla görme, tarımsal ortamın görsel algısını sağlayan bir yapay zeka teknolojisidir (Chowdhury, Paul Argha, & Ahmed, 2023). Bu teknoloji, dikey tarımda bakteriyel, virüs ve böceklerden kaynaklanan hastalık tespiti, bitki sınıflandırması, yabancı ot sınıflandırması, besin eksikliği (N, P, K vb.) tespiti, meyve sayımı ve verim tahmini gibi alanlarda kullanılır. Şekil 9' da Alaz hastalığının aşamaları ve Şekil 10' da besin eksikliği sonucu yapraktaki değişimler gösterilmiştir (Dhingra et al., 2017).



Şekil 9. a: Alaz hastalığı başlangıcı b-c: Hastalığın ilerlemiş hali (Dhingra et al., 2017).



Şekil 10. Besin eksikliği sonucu yapraktaki değişimler. a-) Demir eksikliği, b-) Boron eksikliği, c-) Magnezyum eksikliği, d-) Fosfor eksikliği, e-) Nitrojen eksikliği, f-) Molibden eksikliği(Dhingra et al., 2017).

3.2. MAKİNE ÖĞRENİMİ ALGORİTMALARI

Makine öğrenimi (ML), bilgisayar sistemlerinin belirli bir görevi açıkça programlanmadan yerine getirmek için kullandığı algoritmaların ve istatistiksel modellerin bilimsel incelemesidir. Makine öğrenimi algoritmaları, büyük veri kümelerini analiz etme ve anlamlı çıkarımlar yapma olanağı sunar. Dikey tarım kapsamında makine öğrenimi, ekim programlarını optimize etme, ürün verimini tahmin etme, ve hastalık tespiti gibi alanlarda kullanılır (Batta, 2020).

Tablo 1' dedikey tarımda bitkideki çeşitli özelliklerin gözlemlenmesinde yapay zeka algoritmalarının kullanım uygulamaları gösterilmiştir. İlk uygulamada araştırmacılar, marul bitkisinde hastalık tespiti üzerinde çalışmıştır. Araştırmada, marul bitkisinden alınan fotoğraflar, CNN, ResNet50 algoritmasında işleme tabi tutulmuş ve hastalık, %86.0 oranında doğrulukla tespit edilmiştir. İkinci çalışmada, marul bitkisinde yaprak anormallikleri üzerine çalışılmıştır. Araştırmada, marul bitkisinden alınan fotoğraflar, DeepLabV3+ algoritmasında işleme tabi tutulmuş ve marul yaprağındaki anormallikler, %83.26 oranında doğrulukla tespit edilmiştir. Üçüncü çalışmada, marul bitkisinde büyüme gözlemlenmiştir. Araştırmada, marul bitkisinden alınan fotoğraflar, Mask-RCNN algoritmasında işleme tabi tutulmuş ve bitki büyümesi, %76.9 oranında doğrulukla tespit edilmiştir. Dördüncü ve son çalışmada, marul bitkisinde yine büyüme gözlemlenmiştir. Araştırmada, marul bitkisinden alınan fotoğraflar, ANNA algoritmasında işleme tabi tutulmuş ve bitki büyümesi, %98.32 oranında doğrulukla tespit edilmiştir (Kabir et al., 2023).

Tablo 1. Dikey tarımda bitki gözlemlenmede yapay zeka algoritmalarının kullanım uygulamaları (Kabir et al., 2023).

Model/Algoritma	Gözlenen Özellik	Doğruluk (%)	Bitki Türü (Uygulama)
1- CNN, ResNet50	Bitki yaprağı	86.0	Marul (Hastalık Tespiti)
2- DeepLabV3+	Bitki yaprağı	83.26	Marul (Yaprak anormallikleri)
3- Mask-RCNN	Yaprak alanı	76.9	Marul (Büyüme gözlemlenme)
4- ANN	Bitki büyümesi	98.32	Marul (Büyüme gözlemlenme)

3.3. NESNELERİN İNTERNETİ (IoT)

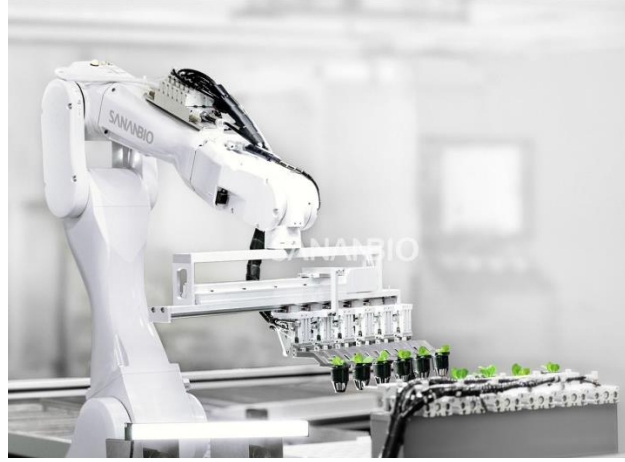
Nesnelerin interneti (IoT), kendi kendine örgütlenme kapasitesine sahip, bilgileri, verileri ve kaynakları paylaşabilen, çevredeki durumlar ve değişiklikler karşısında harekete geçen akıllı nesnelerin açık ve kapsamlı bir ağıdır (Madakam et al., 2015). Birbirine bağlı bu sistemler, gerçek zamanlı izleme için bir dizi sensör ve aktüatörleri kullanır. Bu sistemlerin sağladığı verilerle çiftçiler zamanında harekete geçerek, ürün kalitesini ve verimliliğini arttırmak için kararlar alabilir (Kabir et al., 2023). Dikey tarımda nesnelerin interneti temel olarak, çevresel izleme, besin yönetimi ve hassas sulama yönetiminde kullanılır (Chowdhury, Paul Argha, & Ahmed, 2023).

3.4. İNSANSIZ DİKEY TARIM SİSTEMLERİ

İnsansız dikey tarım sistemleri, teknoloji ve yeniliği bir araya getirerek tarımda devrim niteliğinde bir yenilik sunar. Bu sistemler, bitki büyümesini optimize etmek için otomasyon, robotik ve ileri seviye algılama teknolojilerini entegre ederek kontrollü ortamları oluşturur. Gerçek zamanlı veri ve hassas kontrol mekanizmalarını kullanarak ışık, sıcaklık, nem ve besin dağıtımını gibi çevresel değişkenlerin doğru yönetimini sağlar (Kabir et al., 2023).

3.4.1. İNSANSIZ DİKEY TARIM SİSTEMLERİ UYGULAMALARI

İnsansız dikey tarım sistemleri üzerine dünya genelinde bir çok çalışma vardır. UPLIFT firması, tohum ekimi, fide dikimi, hasat ve temizlik gibi anahtar süreçleri otomatikleştiren bir robot tasarlamıştır (Şekil 11). Sistem, çiftlik operasyonlarının uzaktan izlenmesine ve yönetilmesine olanak tanır. iFarm firması ise, insansız hava araçlarını, bitki büyüme aşamalarını izlemek için kullanmaktadır (Şekil 12). Firma, görüntü işleme ile bitki ağırlığını ve yaprak büyüme hızını tespit ederek, optimal aydınlatma modları belirlemektedir. Dikey tarımda İHA'lar, genel olarak tozlaşma, tohum çimlenmesi ve çiçek tespitinde kullanılır (Kabir et al., 2023).



Şekil 11. Sananbio UPLIFT insansız dikey tarım sistemi (Newswire, 2023).



Şekil 12. İHA' ların dikey tarımda kullanımı: (a,b) iFarm otonom dron, (c) Otonom dron, (d) AI dron (Kabir et al., 2023).

4. SONUÇ

Dünya nüfusu hızla artarken **tarım arazilerinin azalması**, gıda üretimi üzerinde ciddi baskılar yaratmaktadır. İklim değişikliği ise **geleneksel tarım yöntemlerini olumsuz etkileyerek** üretim süreçlerini zorlaştırmaktadır. Tarımda **bilinçsiz ve aşırı su tüketimi** kaynakları hızla tüketirken, kullanılan tarım ilaçları da hem insan sağlığı hem de çevre üzerinde **önemli olumsuz etkiler bırakmaktadır**. Ayrıca, ürünlerin tüketim bölgelerine taşınması, **lojistik maliyetlerini artırarak ürün fiyatlarını yükseltmektedir**. Tüm bu olumsuzluklar göz önüne alındığında, tarımsal üretimin **iklim koşullarından bağımsız, su kaynaklarının verimli kullanılmasını sağlayan**, dar alanlarda **geleneksel yöntemlere kıyasla çok daha yüksek verim sunan**, hastalık, zararlı ve yabancı otlardan arındırılmış, tüketim bölgelerine yakın yenilikçi ve sürdürülebilir ortamlarda gerçekleştirilmesi **giderek daha önemli hale gelmektedir**. Bu doğrultuda, **yapay zeka, ileri teknoloji sensörler ve aktüatörler kullanan dikey tarım sistemleri**, geleneksel tarıma alternatif olmasa da **onu destekleyici bir yöntem olarak giderek yaygınlaşabilir**.

KAYNAKÇA

- Batta, M. (2020). Machine learning algorithms - A review. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 9(1), 381-386. <https://doi.org/10.21275/ART20203995>
- Bingöl, B. (2015). *Dikey Tarım*. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi. Erişim adresi: <https://www.researchgate.net/publication/339043438>
- Bükün, B. (2012). Enerji bitkilerinde yabancı ot sorunları ve neden oldukları kayıplar. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8(3), 279-285.
- Butturini, M., & Marcelis, L. F. M. (2020). Vertical farming in Europe. *Plant Factory*, 77-91. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816691-8.00004-2>
- Chowdhury, H., Paul Argha, D. B., & Ahmed, M. A. (2023). Artificial intelligence in sustainable vertical farming. Ingram School of Engineering, Texas State University; Department of Nanoengineering, North Carolina A&T State University.
- Dhingra, G., Kumar, V., & Joshi, H. D. (2017). Study of digital image processing techniques for leaf disease detection and classification. *Multimedia Tools and Applications*, 77(15), 19951-20000. <https://doi.org/10.1007/s11042-017-5445-8>
- Eldridge, B. M., Manzoni, L. R., Graham, C. A., Rodgers, B., Farmer, J. R., & Dodd, A. N. (2020). Getting to the roots of aeroponic indoor farming. *New Phytologist*, 228(4), 1183-1192. <https://doi.org/10.1111/nph.16780>
- Evrin Ağacı. (n.d.). Aquaponics nedir? Balık gübresi ile bitki yetiştirilebilir mi? <https://evrimagaci.org/aquaponics-nedir-balik-gubresi-ile-bitki-yetistirilebilir-mi-10921>
- Google Books. (n.d.). The Vertical Farm. https://books.google.com.tr/books?hl=en&lr=&id=0DxTK0jW35sC&oi=fnd&pg=PP2&dq=dickson+despommier&ots=wl4B_4STTD&sig=0J8NBnQH0VTBjdaBnBOIWZrCGg&redir_esc=y#v=onepage&q=dickson%20despommier&f=false
- Kabir, M. S. N., Reza, M. N., Chowdhury, M., Ali, M., Samsuzzaman, M., Ali, M. R., Lee, K. Y., & Chung, S.-O. (2023). Technological trends and engineering issues on vertical farms: A review. *Horticulturae*, 9(11), 1229. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9111229>
- Madakam, S., Ramaswamy, R., & Tripathi, S. (2015). Internet of things (IoT): A literature review. *Journal of Computer and Communications*, 3, 164-173. <https://doi.org/10.4236/jcc.2015.35021>
- Newswire. (2023, Ekim 17). Sananbio announces the availability of its unmanned vertical farming system, Uplift, to global growers. <https://www.newswire.ca/news-releases/sananbio-announces-the-availability-of-its-unmanned-vertical-farming-system-uplift-to-global-growers-832185351.html>
- Pal, H., Chatterjee, A., & Debnath, S. (2020). Implication of urban agriculture and vertical farming for future sustainability. In S. S. Solankey, S. Akhtar, A. I. L. Maldonado, & H. Rodriguez-Fue (Eds.), *Urban Horticulture - Necessity of the Future*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.91133>
- Saad, M. H. M., Hamdan, N. M., & Sarker, M. R. (2021). State of the art of urban smart vertical farming automation system: Advanced topologies, issues, and recommendations. *Electronics*, 10(12), 1422. <https://doi.org/10.3390/electronics10121422>
- Seyhan, T. G., Seyhan, S., Silleli, H., & Yılmaz, H. (2022). Dikey tarım tesislerinde yapay aydınlatma prensipleri. *Ziraat Mühendisliği*, (376), 97-106. <https://doi.org/10.33724/zm.1197035>

Van Delden, S. H., SharathKumar, M., Butturini, M., Graamans, L. J. A., Heuvelink, E., Kacira, M., Kaiser, E., Klamer, R. S., Klerkx, L., Kootstra, G., Loeber, A., Schouten, R. E., Stanghellini, C., van Ieperen, W., Verdonk, J. C., Violet-Chabrand, S., Woltering, E. J., van de Zedde, R., Zhang, Y., & Marcelis, L. F. M. (2021). Current status and future challenges in implementing and upscaling vertical farming systems. *Nature Food*, 2(12), 944–956. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00402-w>

**THE EFFECT OF USING MYCORRHIZA ON THE DEVELOPMENT OF CAROB
(*Ceratonia siliqua* L.) SAPLINGS**

Öğr. Gör. Dr. Nermin KALAY SARI (ORCID: 0000-0001-8934-7227)

Mersin University, Silifke Vocational School Plant and Animal Production Department/
Silifke, Mersin-Turkey, **Email:** kalaynermin@mersin.edu.tr (Responsible Author)

Öğr. Gör. Dr. Garip YARŞI (ORCID: 0000-0002-1952-0300)

Mersin University, Silifke Vocational School Plant and Animal Production Department/
Silifke, Mersin-Turkey, **Email:** gyarsi@mersin.edu.tr

Doç. Dr. Yusuf ÇELİK (ORCID: 0000-0002-8590-6690)

Mersin University, Silifke Vocational School Plant and Animal Production Department/
Silifke, Mersin-Turkey, **Email:** ycelik@mersin.edu.tr

Prof. Dr. Adem ÖZARSLANDAN (ORCID: 0000-0001-7129-8543)

Mersin University, Silifke Applied Technology and Management, Mersin-Turkey
Email: aozarlandan@mersin.edu.tr

Abstract

Carob has a wide range of uses, can easily grow in nutrient-poor and stony soils, is highly resistant to abiotic and biotic stress conditions, and can easily adapt to the environment in which it grows. It is generally known as the rich plant of poor soils. In adverse environmental and stress conditions, mycorrhizal fungi increase plant resistance, positively affect vegetative development, and are effective in healthy plant development. The seeds of the seedlings to be used in the study were planted in plastic bags on November 21, 2023. Mycorrhiza (Endo Roots Soluble (ERS)) was applied to carob seedlings propagated from seeds. Mycorrhiza was not applied to control plants. Mycorrhiza was applied to plants as a solution (5 g/L) and 100 ml per plant. Irrigation water was given to control plants as 100 ml/plant. Plant height, stem diameter and leaf number values were taken every month (January, February, March, April, May, June). Statistically significant differences were found in mycorrhizal plants compared to the control. At the end of the study, plants were carefully uprooted and root length, root age, root dry weight, plant fresh and plant dry weight were also taken. According to the results of this study, the fresh plant weight of the harvested plants was found to be higher in mycorrhizal plants compared to the control plants and was determined as 44.98 g and 25.25 g, respectively. In their dry weights, these values were determined as 22.08 g and 13.26 g, respectively. Root length, fresh root and dry root weights were also statistically significant. It was found to be significant. In mycorrhiza applied plants, root length 43.23 cm, fresh root weight 18.09 g and dry root weight 8.7 g were determined as 34.11 cm, 8.44 g and 4.57 g in control plants, respectively. When the results of this study are examined, it was determined that mycorrhiza application positively affected the development of carob seedlings.

Keywords: Mycorrhiza (Endo Roots Soluble-ERS), plant growth, *Ceratonia siliqua* L.

KEÇİBOYNUZU (*CERATONIA SILIQUA* L.) FİDANI YETİŞTİCİLİĞİNDE MİKORİZA KULLANIMININ FİDAN GELİŞİMİNE ETKİSİ

Özet

Keçiboynuzu, bitki besin maddesinde fakir ve taşlı topraklarda kolayca yetişebilen, abiyotik ve biyotik stres koşullarına dayanımı yüksek ve yetiştiği ortama kolayca uyum sağlayabilen geniş kullanım alanına sahiptir. Genellikle fakir toprakların zengin bitkisi olarak bilinmektedir. Olumsuz çevre ve stres koşullarında mikoriza mantarları bitki direncini artırarak vejetatif gelişimi olumlu yönde etkilemekte ve sağlıklı bitki gelişiminde etkili olmaktadır. Çalışmada kullanılan fidanların tohumları 21 Kasım 2023 tarihinde plastik torbalara ekilmiştir. Tohumdan çoğaltılan keçiboynuzu fidanlarına mikoriza (Endo Roots Soluble (ERS) uygulanmıştır. Kontrol bitkilerine ise mikoriza uygulaması yapılmamıştır. Mikoriza, bitkilere solüsyon şeklinde (5 g/L) ve her bitkiye 100 ml olacak şekilde uygulanmıştır. Kontrol bitkilerine ise 100 ml/bitki olacak şekilde sulama suyu verilmiştir. Her ay (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran) bitki boyu, gövde çapı ve yaprak sayısı değerleri alınmıştır. Mikoriza uygulanan bitkilerde kontrole göre istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Çalışmanın sonunda bitkiler dikkatli bir şekilde sökülerek, kök uzunluğu, kök yaş, kök kuru, bitki yaş ve bitki kuru ağırlıkları da alınmıştır. Bu çalışmanın sonucuna göre hasat edilen bitkilerde yaş bitki ağırlığı mikoriza uygulanan bitkilerde kontrol bitkilerine göre yüksek bulunmuş ve sırasıyla 44.98 g ve 25.25 g olarak tespit edilmiştir. Kuru ağırlıklarında ise bu değerler sırası ile 22.08 g ve 13.26 g olarak belirlenmiştir. Kök uzunluğu, yaş kök ve kuru kök ağırlıkları da istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Mikoriza uygulanan bitkilerde sırasıyla kök uzunluğu 43.23 cm, yaş kök ağırlığı 18.09 g ve kuru kök ağırlığı 8.7 g olarak belirlenirken, kontrol bitkilerinde bu değerler sırasıyla 34.11 cm, 8.44 g ve 4.57 g olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonucuna bakıldığında, mikoriza uygulamasının keçiboynuzu fidanlarının gelişimini pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikoriza (Endo Roots Soluble-ERS), bitki büyümesi, *Ceratonia siliqua* L

GİRİŞ

Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) Leguminosae (Fabaceae-Baklagiller) familyasından Caesalpinaceae alt familyası içerisinde yer alan, boyu 8 ila 17 metre arasında değişen, yapraklarını dökmeyen sağlam dalları ve kalın gövdesi olan sklerofil, dioik ve nadiren hermafrodit özellikte olan çok yıllık bir bitkidir (Battle ve Tous 1997; Dakia, 2011; Tous ve ark., 2014). 2022 verilerine göre Türkiye en önemli keçiboynuzu üreticisi ülke olup, Türkiye'yi sırayla Fas, Lübnan, Cezayir ve diğer ülkeler izlemiştir (FAO, 2022). Farklı iklim ve toprak koşullarına sahip olan ülkemizde 2023 verilerine göre 24.561 ton keçiboynuzu üretimi yapılmış olup Akdeniz sahil kesiminde keçiboynuzu yetiştiriciliğine olan talep gün geçtikçe artış göstermektedir (TUİK, 2023).

Keçiboynuzu, Akdeniz bölgesinde daha çok alçak rakımlı (Barrocosa ve ark., 2007) alanlarda yayılış göstermekte ve denize yakın kireçli topraklarda daha rahat yetişebilmektedir. Yüzyıllar boyunca keçiboynuzu ağacı Akdeniz havzasında hayvan yemi olarak kullanılmış, ancak günümüzde çok farklı kullanım olanakları ile faydalı bir besin kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Louçao ve ark., 2024). Keçiboynuzu meyveleri gluten içermemeleri sebebiyle glutensiz gıda üretiminde kakao yerine kullanılmaktadır (Bengoechea ve ark., 2008; Rasheed ve ark., 2019). Keçiboynuzu bitkisinden elde edilen ekstraktlar mide bağırsak bozuklukları, solunum problemleri, diyabet gibi hastalıklar dahil olmak üzere birçok hastalığın da tedavisinde kullanılmaktadır (Belhaj ve ark., 2021; Mrabti ve ark., 2019; Bouyahya ve ark., 2017; Gulay ve ark., 2012; Sargin ve ark., 2015).

İklim değişikliğiyle birlikte su kaynaklarında meydana gelen azalma, toprakların verimsizleşmesi, öngörülemeyen hava koşulları nedeniyle, dünya genelinde keçiboynuzu yetiştiriciliğinin önemine odaklanmaya daha çok ihtiyaç vardır (Louçao ve ark., 2024). Bu bitkinin ekolojik isteklerinin az oluşu ve kurak bölgelerde dahi yetiştirilebiliyor olması bitki popülaritesini her geçen gün arttırmaktadır. Çok nemli toprakları sevmeyen çoğunlukla tuzlu, kumlu ve alüvyal toprakları seven keçiboynuzu bitkisi, Akdeniz kıyılarında çok yaygın olan terra rosa topraklarda yetiştirilmeye çok uygun bir bitkidir (Şahin ve Taşlıgil 2016).

Çevre bilincinin arttığı son yıllarda ülkemizde keçiboynuzu yetiştiriciliğinde de bitki gelişimini destekleyici alternatifler aranmaktadır. Bu alternatifler arasında mikoriza uygulamalarının kullanımı da yer almaktadır. Arbüsküler mikorizal mantarlar tarımsal ekosistem sürecindeki bitki türlerinin beslenmesini ve büyümesini iyileştirmek için kullanılan simbiyotik mikroorganizmalardır (Qutamamat ve ark., 2021). Yapılan çalışmalar, mikoriza kullanımının besin maddesince fakir topraklarda bitkilerin gelişimi ve verimi üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu göstermiştir (Haro ve ark., 2017; Dalli ve ark., 2020). Gübre fiyatlarının artıp gübre kaynaklarının sınırlı olduğu günümüzde doğal gübre olarak değerlendirilebilecek mikoriza (kök mantarı), bitkiyle ortak bir yaşam kurarak bitkinin su ve bazı mineral besin elementlerinin alınımını kolaylaştırmaktadır. Mikoriza kullanımı ile bitkinin kök hacmi artmakta, toprağa çok güçlü enzimler salgılanmakta ve bitki tarafından alınımı güç olan besin elementlerinin alınımını kolaylaştırmaktadır (Anonim 2021). Türkiye'de keçiboynuzu kapama bahçe sayısı sınırlı olup bahçe tesis edilecek alanlarda sulama imkanı genellikle bulunmamaktadır (Balkıç ve ark., 2020). Sulanmayan koşullarda bahçe tesisi konusunda yapılan çalışmalarda oldukça sınırlıdır. Gübbük ve ark., (2010), sulanmayan bölgelerde aşılı fidan kullanımı sonrası fidanlarda kurumaların olduğu ve bitkilerin çok yavaş geliştiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle sulanmayan bölgelerde tohum ekimi ya da çöğür dikimi yoluyla bahçe tesisi kurulumunu önermişlerdir. Yapılan bazı çalışmalarda mikoriza mantarları ve kompost gibi biogübrelerin olumsuz çevresel koşullara karşı (kuraklık gibi) bitki direncini arttırmak amaçlı kullanımlarının

mümkün olduğu bildirilmiştir (Kohler ve ark. 2015; Duo ve ark. 2018; Ait-ElMokhtar ve ark. 2019, 2020; Ben-Laouane, Ait-El-Mokhtar, ve ark. 2020; Ben-Laouane, Baslam, ve ark. 2020). Yapılan bu çalışmada, Silifke’de tohumdan çoğaltılan bitkilere mikoriza uygulanmış ve mikorizanın fidanların gelişimine etkisi araştırılmıştır

MATERYAL ve METOD

Materyal

Silifke koşullarında tohumdan çoğaltılan yerel Keçiboynuzu çeşidi materyal olarak kullanılmıştır.

Tohumların Ekime Hazırlanması ve Tohum Ekimleri

Çalışmada kullanılmak üzere siyah fidan torbalarına çiftlik gübresi + dere kumu + kırmızı toprak karışımı doldurulmuş, keçiboynuz tohumları sülfürik asit (H_2SO_4) içerisinde 25 dakika bekletildikten sonra süzülerek çeşme suyunun altında iyice yıkanarak asitten arındırılmıştır. Tohumlar bir kovanın içerisine alınarak yüzeyini kaplayacak şekilde su konmuş ve 2 gün buzdolabında bekletilmiştir. Daha sonra torbalara ekimleri yapılmıştır. Tohum ekimleri yüzeye yakın ve derin olmayacak şekilde her torbaya 2-3 adet olacak şekilde yapılmıştır. Çıkışlardan sonra belli büyüklüğe ulaştığında her torbada tek bitki kalacak şekilde seyreltme işlemi uygulanmıştır.

Mikoriza Uygulaması

Bitkilere Endo Roots Soluble (ERS) ticari adı ile bilinen kokteyl mikoriza uygulanmıştır. Bitkilere mikoriza uygulaması 5 g/litre olarak hazırlanan mikorizalı solüsyondan her bitkiye 100 ml olacak şekilde uygulama yapılmıştır. Kontrol bitkilerine ise aynı miktarda olacak şekilde sadece su verilmiştir. Mikoriza uygulamasının 4. ayından itibaren her ay ölçüm ve gözlemler yapılmıştır. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrür ve her tekerrürde 20 bitki olacak şekilde kurulmuştur.



Şekil 1. a. Tohumların asitle muamelesi; b, tohumların yıkanmış hali; c, çimlenen tohumlar; d, tohumların toprak yüzeyine çıkışı

Bitki Büyüme Parametreleri

Bitki Boyu: Tohumdan çoğaltılan bitkilere mikoriza uygulaması yapıldıktan sonraki 4. aydan itibaren bitki boy ölçümleri her ay alınmıştır. Toprak yüzeyinde bitkinin tepe noktasına kadar olan uzunluk bir cetvel yardımı ile ölçülmüş ve değerler cm olarak alınmıştır

Gövde Çapı: Gövde çapı toprak üzerinde ve her bitkide aynı yerden olacak şekilde digital bir kumpas yardımı ile ölçülmüş ve mm olarak değerler alınmıştır.

Yaprak Sayısı: Bitkilerde yapraklar her ay düzenli olarak sayılmış ve adet olarak verilmiştir.

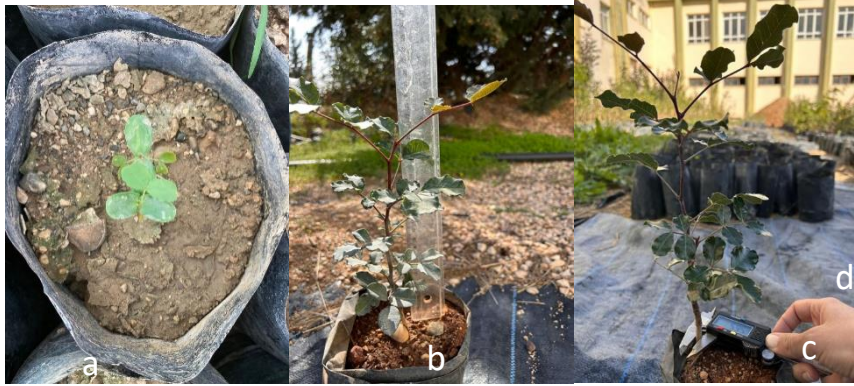
Yaş Kök Ağırlığı: Kökler yıkandıktan sonra hassas terazide tartılarak ağırlıkları gram (g) olarak verilmiştir.

Yaş Bitki Ağırlığı: Bitkiler köklerinden ayrılarak hassas terazide tartılmış ve ağırlıkları gram (g) olarak verilmiştir.

Kuru Kök Ağırlığı: Kökler yıkandıktan sonra 48 saat 65 °C de sabit ağırlığa gelene kadar etüvde kurutulmuş ve hassas terazide tartılarak ağırlıkları gram (g) olarak verilmiştir.

Kuru Bitki Ağırlığı: Bitkiler 48 saat 65 °C de sabit ağırlığa gelene kadar etüvde kurutulmuş ve hassas terazide tartılarak ağırlıkları gram (g) olarak verilmiştir.

Kök Uzunluğu: Sökümü yapılan bitkilerin kökleri yıkanarak temizlenmiş ve uzunlukları bir cetvel yardımıyla santimetre (cm) olarak ölçülmüştür.



Şekil 2. a. Tekleme zamanı; b, fidanlarda boy ölçümü; c, gövde çapı ölçümü

İstatistiksel Analizler

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen verilerde IBM SPSS 22 paket programı kullanılarak, t-test (Independent- Samples t Testi) uygulanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapılan bu çalışmada her ay yapılan ölçümler aylık olarak değerlendirilmiştir. Bitkilerin Ocak ayı değerlerine baktığımızda uygulamalar arasında istatistiki olarak farklılıkların olduğu görülmüştür ($p < 0,001$). Mikoriza uygulanan bitkilerde bitki boyu 46.11 cm olurken, gövde çapı ve yaprak sayısı sırasıyla 4.22 mm ve 37.33 adet ile kontrol bitkilerinden daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Kontrol bitkilerinde bu değerler sırasıyla 34.33 cm, 3.45 mm ve 35.67 mm olarak tespit edilmiştir. Şubat ayında yapılan ölçümlerde de bitki boyu, gövde çapı ve yaprak sayısı değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol grubu bitkilerinde bitki boyu 36.78 cm ile mikoriza uygulanan bitkilerden daha düşük değerlere sahip olmuştur (47.67 cm). Gövde çapı ve yaprak sayısında da mikoriza uygulanan bitkilerin değerlerinin kontrol bitkilerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Hava sıcaklıklarının artması ile birlikte bitkilerdeki gelişim hızlanmıştır. Bu bağlamda Mart ayı verilerine bakıldığında mikoriza uygulanmış bitkilerde bitki boyu (55.00 cm), gövde çapı (5.20 mm) ve yaprak sayısı (45.78 adet) değerleri kontrol bitkilerinden daha yüksek olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 2 de ise Nisan, Mayıs ve Haziran ölçüm değerleri verilmiştir. Bu değerlere bakıldığında da mikoriza uygulanan bitkilerin bitki boyu, gövde çapı ve yaprak sayılarının kontrol gruplarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Nisan ayı değerlerine bakıldığında mikoriza uygulanmış bitkilerde bitki boyu 64.56 cm, gövde çapı 6.08 mm ve yaprak sayısı 53 adet olarak

belirlenirken, kontrol bitkilerinde ise bitki boyu 47.44 cm, gövde çapı 4.72 mm ve yaprak sayısı 47.33 adet olarak tespit edilmiştir (Tablo 2). Mayıs ve Haziran ayı verilerinde de mikoriza uygulamasının kontrol bitkilerine göre yüksek değerler aldığı görülmüştür. Bitki boyuna bakıldığında Mayıs ve Haziran ayı verilerinde sırasıyla bitki boyu 75.11 cm ve 80.13 cm ile kontrolden daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Gövde çapında ise yine mikoriza uygulaması kontrole göre pozitif yönde bir artış sağlamış ve Mayıs ayında 7.13 mm, Haziran ayı ölçümlerinde ise 9.14 mm değerlerini almıştır. Yaprak sayılarında da benzer bir sonuç elde edilmiştir. Kontrol bitkilerinde Mayıs ayında 58.67 adet/bitki belirlenirken, Haziran ayında bu değer 64.56 adet/bitki ile mikoriza uygulanmış bitkilerden daha düşük değerlere sahip olmuştur (Tablo 2).

Tablo 1. Ocak, Şubat, Mart Aylarındaki Bitki Boy, Gövde Çapı ve Yaprak Sayısı Değerleri

Ocak	Mikoriza	Kontrol	t-Student test p-value
Bitki Boyu	46.11 ± 3.15	34.33 ± 3.04	<0,001 **
Gövde Çapı	4.32 ± 1.40	3.45 ± 0.31	<0,001 **
Yaprak Sayısı	37.33 ± 13.78	35.67 ± 1.43	<0,001 **
Şubat	Mikoriza	Kontrol	t-Student test p-value
Bitki Boyu	47.67 ± 1.24	36.78 ± 2.41	<0,001 **
Gövde çapı	4.5 ± 1.27	3.7 ± 0.24	<0,001 **
Yaprak Sayısı	40 ± 13.78	37.67 ± 1.43	<0,001 **
Mart	Mikoriza	Kontrol	t-Student test p-value
Bitki Boyu	55 ± 1.76	40.67 ± 1.24	<0,001 **
Gövde Çapı	5.2 ± 1.55	4.05 ± 0.13	<0,001 **
Yaprak Sayısı	45.78 ± 18.46	40.33 ± 1.43	<0,001 **

*Farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P≤0.01).

Tablo 2. Nisan, Mayıs ve Temmuz Aylarındaki Bitki Boy, Gövde Çapı ve Yaprak Sayısı Değerleri

Nisan	Mikoriza	Kontrol	t-Student test p-value
Bitki Boyu	64.56 ± 1.31	47.44 ± 1.31	<0,001 **
Gövde Çapı	6.08 ± 1.81	4.72± 0.12	<0,001 **
Yaprak Sayısı	53 ± 20.52	47.33 ± 1.43	<0,001 **
Mayıs	Mikoriza	Kontrol	t-Student test p-value
Bitki Boyu	75.11 ± 1.49	58.44 ± 1.31	<0,001 **
Gövde Çapı	7.13 ± 1.81	5.84 ± 0.13	<0,001 **
Yaprak Sayısı	63.78 ± 20.33	58.67 ± 1.43	<0,001 **
Haziran	Mikoriza	Kontrol	t-Student test p-value
Bitki Boyu	80.13± 5.53	62.8± 2.88	<0,001 **
Gövde Çapı	9.14± 1.37	7.2± 1.52	<0,001 **
Yaprak Sayısı	74.89± 7.07	64.56± 8.88	<0,001 **

*Farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir(P≤0.01).

Tablo 3. Bitki Sökümleri Sonrası Belirlenen Bitki Büyüme Parametreleri

Bitki Parametreleri	Büyüme	Kontrol Ortalama	Mikoriza Ortalama	t-Student test p-value
Yaş Bitki Ağırlığı		25.25 ± 5.14	44.98± 11.6	<0.001 **
Yaş Kök Ağırlığı		8.44± 4.35	18.09± 9.7	<0.001 **
Kök Uzunluğu		34.11± 3.84	43.23± 7.48	<0.001 **
Kuru Kök Ağırlığı		4.57± 2.29	8.7± 2.33	<0.001 **
Kuru Bitki Ağırlığı		13.26± 1.88	22.08± 4.59	<0.001 **

*Farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir(P≤0.01).

Tablo 3 incelendiğinde hasat edilen bitkilerin yaş bitki ağırlığı, yaş kök ağırlığı, kuru bitki ve kuru kök ağırlığı ve kök uzunlukları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yaş bitki ağırlığı mikoriza uygulanan bitkilerde 44.98 g olarak belirlenirken, kontrol grubunda bu değer 25.25 g olarak tespit edilmiştir. Yaş kök ağırlığının da mikoriza uygulaması yapılan bitkilerde kontrole göre yüksek değer aldığı belirlenmiştir. Kontrol bitkileri 8.44 g yaş kök ağırlığına sahip olurken bu değer mikoriza uygulamasında 18.09 g olarak tespit edilmiştir. Kuru bitki ve kuru kök ağırlıklarında da benzer sonuçlar alınmıştır. Mikoriza uygulamasında kuru bitki ağırlığı 22.08 g ile kontrolden (13.26 g) daha yüksek değere sahip olurken, kuru kök ağırlığında da benzer bir sonuçla sırasıyla bu değerler 8.70 g ve 4.57 g olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. a. Köklerin görünüşü; b, tartım işleminin görünüşü

SONUÇ ve TARTIŞMA

Tarımsal alanda bitkisel üretimlerde yapılan çalışmalar her geçen gün yenilenmekte ve ekosisteme uygun tekniklerle üretim gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır. Özellikle tarımda kimyasalların kullanımını sınırlandırarak hem ekonomik anlamda hem de çevresel anlamda olumlu katkılar sunulmaya çalışılmaktadır. Bu bağlamda bitkilerin gelişimlerini teşvik eden, verimde ve kalitede pozitif katkı sunan mikorizaların kullanımı artış göstermektedir. Ayrıca mikorizaların kullanılması ile biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanım artmaktadır. Yapılan bu çalışmada mikoriza uygulamasının bitkilerin biyomasını önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir. Gelecekte bitkisel üretimde görülmesi olası olan küresel ısınmanın olumsuz etkilerinden korunmak için mikorizaların kullanılması avantaj sağlayacaktır.

Yapılan bu çalışmada mikoriza uygulamasının bitkilerde bitki boyunu, gövde çapını, yaprak sayısını, yaş ve kuru bitki ağırlığını, yaş ve kuru kök ağırlığını ve kök uzunluğunu önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir. Bu artış aylık olarak yapılan bazı ölçümlerde de belirgin bir şekilde görülmüştür. Bitki boyu ölçüm değerlerine bakıldığında mikoriza uygulamasının kontrol bitkilerine oranla Ocak ayı ölçümlerinde %34.3, Şubat ayında %29.6, Mart ayında %35.2, Nisan ayında %36.1, Mayıs ayında %28.5, Haziran ayında %27.6 oranında artış sağladığı tespit edilmiştir. El-Khateeb ve ark (2009) yaptıkları çalışmada mikorizanın bitkinin vejetatif gelişimini (bitki boyu, gövde çapı, kök uzunluğu, gövde ve kök ağırlığı) arttıran etkili uygulama olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca mikoriza uygulanan keçiboynuzu bitkilerinin en yüksek bitki boyuna sahip olduklarını bildirmişlerdir. Keçiboynuzu fidanlarında yapılan diğer çalışmalarda da mikoriza kullanımının bitki boyunu artırdığı rapor edilmiş olup bu sonuçlar çalışmamız verileri ile uygunluk göstermektedir (Talbi ve ark., 2016; Zouari ve El Mtili, 2020; Manaut ve ark., 2015; Boutasknit ve ark., 2021; Boutasknit ve ark., 2024).

Gövde çapı ve yaprak sayısında da benzer artışların olduğu tespit edilmiştir. Ocak ayı ölçümlerinde mikoriza uygulaması gövde çapında %23.2, yaprak sayısında ise %4.7 lik bir artış sağlanmıştır. Bu oranlar sırasıyla Şubat ayında %21.6 ve %6.2; Mart ayında %28.4 ve %13.5; Nisan ayında %28.8 ve %12.0; Mayıs ayında %22.1 ve %8.7; Haziran ayında ise (son ölçüm ve bitkilerin hasat edildiği dönem) %26.9 ve %15.9 olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmalar sonuçlarımızı destekler niteliktedir. El Khateeb ve ark., (2009), yaptıkları çalışmada mikoriza uyguladıkları bitkilerin gövde çapının 6.7 mm ile en yüksek değere sahip olduğunu; yapılan başka bir çalışmada Talbi ve ark., (2016), mikoriza uygulaması yapılan bitkilerin gövde çapı değerlerini 8.7-11.5 mm ile en yüksek değer aralıklarında belirlediklerini bildirmişlerdir. Yaprak sayısı ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde ise yapılmış çalışmalar, çalışmamız değerleriyle benzerlik göstermektedir. Lahcen ve ark., (2012) yaptıkları bir çalışmada mikoriza

uygulaması yapılan bitkilerde en iyi sonucun alındığını (55.25 adet) bildirmişlerdir. Yapılmış olan diğer çalışmalarda da benzer sonuçlar alınmış ve araştırmacılar çalışmamızı destekler nitelikte raporlar yayınlamışlardır (Essahibi ve ark., 2019; Talbi ve ark., 2016; Kanfaud ve ark., 2024).

Mikoriza uygulaması ile yaş ve kuru bitki ağırlığı, yaş ve kuru kök ağırlığı ve kök uzunluğu değerleri, kontrol bitkilerinden elde edilen sonuçlara göre önemli farklılıklar göstermiş ve bu sonuçlar doğal olarak bitkinin gelişimine pozitif yönde yansımıştır. Mikoriza uygulaması ile kontrol bitkilerine kıyasla yaş bitki ağırlığında %78.14, yaş kök ağırlığında %114.3, kuru bitki ve kuru kök ağırlığında sırasıyla %66.65 ve %90.37 lik bir artış sağlanmıştır. Ayrıca kök uzunluğunda da mikoriza uygulaması ile %26.74 lük artışın olduğu tespit edilmiştir. Talbi ve ark., (2016) mikoriza uygulamasının, yaş bitki ve yaş kök ağırlığını arttırdığını bildirmişlerdir. Yapılmış olan bir diğer çalışmada araştırmacılar yaş kök ağırlığının mikoriza uygulaması ile arttığını ve kontrol bitkilerinden daha yüksek değerler alındığını bildirmişlerdir (Zouari ve El Mtili 2020). Farklı araştırmacılar yapmış oldukları birçok çalışmada da mikoriza uygulamasının keçi boynuzu bitkilerinin yaş ve kuru bitki ve kök ağırlıkları ile kök uzunluğunu arttırdığını rapor etmişlerdir (Boutasknit ve ark., 2021; Zouari ve El Mtili, 2020; Essahibi ve ark., 2019; El Khateeb ve ark., 2009; Manaut ve ark., 2015). Yapılmış çalışmaların sonuçları çalışmamız sonuçları ile uyum içerisinde ve birbirini destekler niteliktedir.

Bu çalışmanın sonucuna bakılarak mikoriza uygulamasının keçi boynuzu fidan yetiştiriciliğinde bitki gelişimini hızlandırdığı ve kaliteli bir üretim için kullanılmasının avantaj sağlayacağı söylenebilir. Üreticilere fidan yetiştiriciliğinde mikoriza uygulaması rahatlıkla tavsiye edilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2022-2-AP5-4779 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Mersin Üniversitesine destekleri için teşekkür ediyoruz.

KAYNAKLAR

1. Ait-El-Mokhtar M, Baslam M, Ben-Laouane R, Anli M, Boutasknit A, Mitsui T, Wahbi S, Meddich A. 2020. Alleviation of detrimental effects of salt stress on date palm (*Phoenix dactylifera* L.) by the application of arbuscular mycorrhizal fungi and/or compost. *Front Sustain Food Syst.* 4:131. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00131>.
2. Ait-El-Mokhtar M, Ben-Laouane R, Anli M, Boutasknit A, Wahbi S, Meddich A. 2019. use of mycorrhizal fungi in improving tolerance of the date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seedlings to salt stress. *Sci Hortic.* 253:429–438.
3. Anonim, 2021. <https://www.mikorizalgubre.com/>
4. Balkıç, R., Güler, S., Gübbük, H., 2020. Keçiboynuzunda (*Ceratonia siliqua* L.) Tohum Ekimi ve Çöğür Dikimi Yolu ile Sulanmayan Koşullarda Bahçe Tesisi Olanakları. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 23 (4): 798-806.
5. Barracosa, P., Osorio, J. and Cravador, A. 2007. Evaluation of fruit and seed diversity and characterization of carob (*Ceratonia siliqua* L.) cultivars in Algarve region. *Scientia Horticulturae* 114:250-257.
6. Baslam M, Qaddoury A, Goicoechea N. 2014. Role of native and exotic mycorrhizal symbiosis to develop morphological, physiological and biochemical responses coping with water drought of date palm, *Phoenix dactylifera*. *Trees Struc Func.* 28(1):161–172.
7. Batlle, I., Tous, J., 1997. Carob Tree. *Ceratonia siliqua* L. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops. 17. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Genetic Resources Institute, pp. 92. Rome, Italy.
8. Belhaj, S., Chaachouay, N., Zidane, L. (2021). Ethnobotanical and toxicology study of medicinal plants used for the treatment of diabetes in the High Atlas Central of Morocco. *J. Pharm. Pharmacogn. Res.* 9(5): 619-662
9. Bengoechea, C., Romero, A., Villanueva, A., Morenó, G., Alaiz, M., Millan, F., Guerrero, A., Puppoc, M.C., 2008. Composition and structure of carob (*Ceratonia siliqua* L.) germ proteins. *ScienceDirect Food Chemistry* 107 (2008) 675–683.
10. Ben-Laouane R, Ait-El-Mokhtar M, Anli M, Boutasknit A, Rahou YA, Raklami A, Oufdou K, Wahbi S, Meddich A. 2020. Green compost combined with mycorrhizae and rhizobia: A strategy for improving alfalfa growth and yield under field conditions. *Gesunde Pflanz.* 73(2):193–207.
11. Ben-Laouane R, Baslam M, Ait-El-Mokhtar M, Anli M, Boutasknit A, Ait-Rahou Y, Toubali S, Mitsui T, Oufdou K, Wahbi S, et al. 2020. Potential of native arbuscular mycorrhizal fungi, rhizobia, and/or green compost as alfalfa (*Medicago sativa*) enhancers under salinity. *Microorganisms.* 8(11):1695.
12. Boutasknit, A., Baslam, M., Anli, M., Ait-El-Mokhtar, M., Ben-Laouane, R., Ait-Rahou, Y., El Modafar, C., Douira, A., Wahbi, S., Meddich, A., 2021. Impact of arbuscular mycorrhizal fungi and compost on the growth, water status, and photosynthesis of carob (*Ceratonia siliqua*) under drought stress and recovery. Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology Official Journal of the Societa Botanica Italiana Volume 156, 2022 - Issue 4.
13. Boutasknit, A.; Ait-El-Mokhtar, M.; Fassih, B.; Ben-Laouane, R.; Wahbi, S.; Meddich, A. (2024). Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Rock Phosphate on Growth, Physiology, and Biochemistry of Carob under Water Stress and after Rehydration in

- Vermicompost Amended Soil. *Metabolites*, 14, 202. <https://doi.org/10.3390/metabo14040202>.
14. Bouyahya, A., Abrini, J., Et-Touys, A., Bakri, Y., Dakka, N. (2017). Indigenous knowledge of the use of medicinal plants in the North-West of Morocco and their biological activities. *Eur. J. Integra. Med.* 13: 9-25.
 15. Dakia, P. A. (2011). Carob (*Ceratonia siliqua* L.) Seeds, endosperm and germ composition, and application to health. In V. R. Preedy, R. R. Watson, V. B. Patel (Editors), *Nuts & Seeds in Health and Disease Prevention* (1st ed.) (pp 293-299). London, Burlington, San Diego: Academic Press is an imprint of Elsevier.
 16. Dalli, Y., Yahia, N., BEKKI, A., 2020. Diversity Of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Associated With Carob Trees (*Ceratonia siliqua* L.) In Western Algeria. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology* 21(17&18):180-193.
 17. Duo LA, Liu CX, Zhao SL. 2018. Alleviation of drought stress in turfgrass by the combined application of nano-compost and microbes from compost. *Russ J Plant Physiol.* 65(3):419–426.
 18. El-Khateeb, M.A., Arafa, A.M.S., Watfa, R.A., Shaltout, A.M., 2009. Effect Of Mycorrhiza Fungi (VAM), Atonik And Soil Media On Growth And Chemical Composition Of Carob Seedlings (*Ceratonia siliqua* L.).
 19. Essahibi A, Benhiba L, Oussouf M, Babram MA, Ghoulam C, Qaddoury A. 2019. Responsiveness of carob (*Ceratonia siliqua* L.) plants to arbuscular mycorrhizal symbiosis under different phosphate fertilization levels. *J Plant Growth Regul.* 38(4):1243–1254.
 20. Food and drug organization of the United States, FAOSTAT. (2022). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> (accessed 02.12.24).
 21. Gulay, M.S., Yildiz-Gulay, O., Ata, A., Balic, A., Demirtas, A. (2012). Toxicological evaluation of carob (*Ceratonia siliqua*) bean extracts in male new zealand white rabbits. *J. Anim. Vet. Adv.* 11:1853-1857.
 22. Gübbük H, Erkan M, Pekmezci M, Akgül H, Yaşın D, Güneş E, Adak N, Karaşahin I, Uçgun K 2010. Ekonomik Önem Arz Eden Bazı Yabani ve Kültür Formundaki Keçiboyunuzu Tıp ve Çeşitleri İle Kapama Bahçe Tesisi, Meyve ve Tohumlarının Bitki Besin Maddesi, Bazı Fiziksel, Pomolojik ve Biyokimyasal Özellikler Yönünden Karşılaştırılması. Tübitak Projesi Sonuç Raporu (Proje No: 106O832), 144sy
 23. Haro H, Sanon KB, Le Roux C, Duponnois R, Traoré AS (2017). Improvement of cowpea productivity by rhizobial and mycorrhizal inoculation in Burkina Faso. *Symbiosis* 1-14. <https://doi.org/10.1007/s13199-017-0478-3>
 24. Kanfoud, F., Slama, A., Touhami, I., Ayarı, A., Hajlaoui, I., Khouja, M., Elaeb, M., 2024. Mycorrhization and root excision effects on morphological and biomass production of carob((*Ceratonia siliqua* L.) *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* volume 51 issue 1 article number 12835.
 25. Kohler J, Caravaca F, Azcón R, Díaz G, Roldán A. 2015. The combination of compost addition and arbuscular mycorrhizal inoculation produced positive and synergistic effects on the phytomanagement of a semiarid mine tailing. *Sci Total Environ.* 514:42–48.
 26. Lahcen, O., Ibrahima, N., Abdessadek, M., Abderrahim, F., Youssef, S., Mohamed F., Najib, A.F.M., Mohamed, A., 2012. Inoculation of *Ceratonia siliqua* L. with native arbuscular mycorrhizal fungi mixture improves seedling establishment under greenhouse conditions. *African Journal of Biotechnology* Vol. 11(98), pp. 16422-16426.

27. Loução , M.A.M., Correia, P.J., Romano,A., 2024. Carob: A Mediterranean Resource for the Future. *Plants* 2024, 13, 1188. <https://doi.org/10.3390/plants13091188>.
28. Manaut N, Sanguin H, Ouahmane L, Bressan M, Thioulouse J, Baudoin E, Galiana A, Hafidi M, Prin Y, Duponnois R (2015). Potentialities of ecological engineering strategy based on native arbuscular mycorrhizal community for improving afforestation programs with carob trees in degraded environments. *Ecological Engineering* 79:113-119. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.03.007>
29. Mrabti, H.N., Jaradat, N., Kachmar, M.R., Ed-Dra, A., Ouahbi, A., Cherrah, Y., El Abbes Faouzi, M. (2019). Integrative herbal treatments of diabetes in Beni Mellal region of Morocco. *J. Integr. Med.* 17(2): 9399.
30. Outamamat, E., Dounas, H., Aziz, F., Barguaz, A., Duponnois, C., Ouahmane, L., 2022. The first use of morphologically isolated arbuscular mycorrhizal fungi single-species from Moroccan ecosystems to improve growth, nutrients uptake and photosynthesis in *Ceratonia siliqua* seedlings under nursery conditions. *Saudi Journal of Biological Sciences* <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.11.049> 1319-562X/2021 The Author(s). Published.
31. Rasheed D.M., El-Kersh D.M., Farag M.A. (2019). *Ceratonia siliqua* (carob-locust bean) outgoing and potential trends of phytochemical, economic and medicinal merits. In: Mariod, A. (ed.): *Wild Fruits: Composition, Nutritional Value and Products*. Springer, Cham: 481–498.
32. Sargin, S.A., Selvi, S., Büyükcengiz, M. (2015). Ethnomedicinal plants of Aydıncık District of Mersin, Turkey. *J. Ethnopharmacol.* 174: 200-216.
33. Şahin, Güven., Taşlıgil, Nuran., 2016. Analysis of Carob Tree (*Ceratonia siliqua* L.) from Turkey. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 4(12): 1192-1200.
34. Talbi, Z., Chliyeh, M., Mouria, B., El Asri, A., Aguil, F., Touhami, A., Benkirane, R., Douira, A., 2016. Effect of double inoculation with endomycorrhizae and *Trichoderma harzianum* on the growth of carob plants. *International Journal Of Advances in Pharmacy, Biology And Chemistry*. Vol. 5(1), ISSN: 2277- 4688.
35. Tous, J.; Romero, A.; Battle, I. *The Carob Tree: Botany, Horticulture, and Genetic Resources*. In *Horticultural Reviews Volume 41*; John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, NJ, USA, 2013; pp. 385–456.
36. Tüik, 2022. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2020-33737>
37. Zouari, N., El Mtili, N., 2020. Effects of ectomycorrhizal fungal inoculation on growth and rooting of carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) *South African Journal of Botany* 135 (2020) 181-187.

THE ROLE OF FUNGAL ECOLOGY IN GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGES

Rojbin ÇEVİK(ORCID:0000-0003-3064-8345)

Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Van-Türkiye
Email: rojbincevik63@gmail.com

Prof. Dr. Semra DEMİR(ORCID:0000-0002-0177-7677)

Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Van-Türkiye
Email: semrademir@yyu.edu.tr

Abstract

Fungal ecology holds vital importance in addressing the impacts of global environmental changes and ensuring the sustainability of ecosystems. Fungi play critical roles in fundamental biochemical processes such as carbon, nitrogen, and phosphorus cycles, supporting soil health, ecosystem resilience, and plant growth. This review examines how fungal ecology responds to environmental stress factors such as drought, salinity, and habitat loss and provides solutions to maintain ecosystem functions. Special emphasis is given to the impacts of mycorrhizal fungi on carbon sequestration, water management, and nutrient cycling.

The biodiversity and biotechnological potential of fungi present significant opportunities for sustainable agriculture and addressing environmental challenges. Additionally, their effects on reducing carbon emissions and contributions to ecosystem services position fungi as powerful tools in combating climate change. Further research and applications can enhance the opportunities provided by fungal ecology, contributing to the management of global environmental issues.

Keywords: Fungal Ecology, Arbuscular Mycorrhizal Fungi, Climate Change

FUNGAL EKOLOJİNİN KÜRESEL ÇEVRE DEĞİŞİKLİKLERİNDEKİ ROLÜ

Özet

Fungal ekoloji, küresel çevre değişikliklerinin etkileriyle başa çıkmada ve ekosistemlerin sürdürülebilirliğini sağlamada hayati bir öneme sahiptir. Funguslar; karbon, azot ve fosfor döngüleri gibi temel biyokimyasal süreçlerde kritik roller oynayarak toprak sağlığını, ekosistem dayanıklılığını ve bitki büyümesini destekler. Bu derleme, fungal ekolojinin kuraklık, tuzluluk ve habitat kaybı gibi çevresel stres faktörlerine nasıl yanıt verdiğini ve ekosistem işlevlerini sürdürmek için nasıl çözümler sunduğunu incelemektedir. Özellikle mikorizal fungusların karbon tutumu, su yönetimi ve besin döngüsü üzerindeki etkileri vurgulanmıştır.

Fungusların biyoçeşitliliği ve biyoteknolojik uygulamalardaki potansiyeli, sürdürülebilir tarım ve çevresel sorunlarla mücadelede önemli fırsatlar sunmaktadır. Ayrıca, bu organizmaların karbon salınımını azaltıcı etkileri ve ekosistem hizmetlerine katkıları, iklim değişikliğine karşı mücadelede güçlü araçlar olarak öne çıkmaktadır. Daha fazla araştırma ve uygulama, fungal ekolojinin sağladığı fırsatları artırarak küresel çevre sorunlarının yönetimine katkıda bulunabilir.

Anahtar Kelimeler: Fungal Ekoloji, Arbüsküler Mikorizal Funguslar, İklim Değişikliği

GİRİŞ

Fungal ekoloji, fungusların doğal ekosistemlerdeki rollerini, biyokimyasal döngülerle etkileşimlerini ve diğer organizmalarla olan karmaşık ilişkilerini anlamaya odaklanan bir bilim dalıdır. Funguslar, ekosistemlerin işleyişini destekleyen ve küresel biyokimyasal döngülerin devamını sağlayan temel aktörlerdir (Smith & Read, 2008).

Küresel çevre değişiklikleri, fungus topluluklarının yapısını ve fonksiyonel rollerini önemli ölçüde etkilemektedir. Artan sıcaklıklar, habitat kaybı, tuzluluk ve su kıtlığı gibi stres faktörleri, fungusların ekosistem dinamiklerindeki dışsal etkilerini daha belirgin hale getirmektedir (Peay, Kennedy & Talbot, 2016).

Bu kapsamda, fungal ekolojinin küresel çevre değişiklikleri üzerindeki kritik etkilerini anlamak hem ekosistem sağlığını korumak hem de tarımsal sürebilirlik sağlamak için çok önemlidir. Fungusların çevresel stres faktörlerine karşı dayanıklılığı arttıran rolleri, sürebilir çözümler için çok yönlü olanaklar sunmaktadır (Çevik&Demir,2025). Bu derlemede, fungal ekolojinin küresel çevre değişiklikleri kapsamındaki kritik katkıları ve olası uyum stratejileri tartışılacaktır. Fungal ekoloji, fungusların doğal ekosistemlerdeki rollerini, biyokimyasal döngülerle etkileşimlerini ve diğer organizmalarla olan karmaşık ilişkilerini anlamaya odaklanan bir bilim dalıdır. Küresel çevre değişikliklerinin etkileri şiddetlendikçe, fungusların karbon döngüsü, toprak sağlığı ve ekosistem dayanıklılığı üzerindeki önemli rolleri öne çıkmaktadır. Bu derlemede, fungal ekolojinin küresel çevre değişiklikleri kapsamındaki kritik katkıları ve olası uyum stratejileri tartışılacaktır.

1.FUNGAL EKOLOJİNİN ANAHTAR ROLLERİ

Fungal ekoloji, karbon döngüsü için kritik bir öneme sahiptir. Funguslar, organik materyallerin ayrışmasında ve karbonun toprağa geri dönmesinde kilit bir rol oynar (Smith & Read, 2008). Özellikle arbusküler mikorizal funguslar (AMF), bitkilerle simbiyotik ilişkiler kurarak karbon tutulumunu destekler ve karbonun toprak organik madde havuzlarına aktarılmasını sağlar (van der Heijden&Horton, 2009). Bunun yanı sıra, saprotrofik funguslar dökmüş yapraklar ve ahşap materyallerin ayrışmasını hızlandırarak karbonun toprağa dönmesini hızlandırır. Bu süreç, toprakta karbon birikimini ve ekosistemlerin karbon tutma kapasitesini artırır (Rillig&Mummey, 2006).

1.1.Karbon Döngüsüne Katkısı

Funguslar, organik materyallerin ayrışmasını sağlayarak karbonun toprağa geri dönmesinde ve ekosistemlerin karbon tutma kapasitesinin artırılmasında kritik bir rol oynar (Smith & Read, 2008). Arbusküler mikorizal funguslar (AMF), bitkilerle simbiyotik ilişkiler kurarak karbon tutulumunu destekler ve glomalin gibi toprak agregatlarını stabilize eden bileşikler salgılayarak organik karbonun uzun vadeli depolanmasını sağlar (Rillig et al., 2002; van der Heijden&Horton, 2009). Bunun yanı sıra, saprotrofik funguslar, dökmüş yapraklar ve odunsu materyallerin ayrışmasını hızlandırarak karbonun toprağa dönüş sürecini kolaylaştırırken, farklı fungal toplulukların varlığı, lignin gibi kompleks organik bileşiklerin dönüşümünü etkileyerek karbonun ekosistem içindeki dolaşımını düzenler (Crowther et al., 2019). Ayrıca, fungal solunum yoluyla karbonun bir kısmı CO₂ olarak atmosfere geri salınırken, sıcaklık ve nem gibi çevresel faktörler bu süreç üzerinde belirleyici rol oynar (Treseder&Allen, 2000). Son yıllarda yapılan çalışmalar, fungal toplulukların biyokömür (biochar) ile etkileşime girerek karbon sekestrasyonunu artırabileceğini ve toprak organik madde stabilitesini güçlendirdiğini göstermektedir (Lehmann et al., 2011). Bu süreçler bir araya geldiğinde, funguslar sadece

karbon döngüsünü desteklemekle kalmaz, aynı zamanda ekosistemlerin iklim değişikliği ile mücadele kapasitesini de artırır.

1.2. Azot ve Fosfor Döngüsü

Fungal organizmalar, ekosistemlerdeki azot ve fosfor döngülerinin düzenlenmesinde önemli bir rol oynar (Treseder, 2004). Azot ve fosfor gibi besin maddeleri, bitki büyümesi ve gelişimi için kritik öneme sahiptir. Ancak bu elementlerin büyük bir kısmı toprakta bitkiler için doğrudan erişilebilir formda bulunmaz. İşte bu noktada, funguslar etkinliklerini gösterir. Özellikle ektomikorizalfunguslar, orman ekosistemlerinde azot döngüsü üzerindeki etkileriyle dikkat çeker. Bu funguslar, kök sistemleriyle simbiyotik bir ilişki kurarak topraktaki organik azot bileşiklerini ayrıştırır ve bunları bitkiler için erişilebilir formlara dönüştürür (Smith & Read, 2008). Bu süreç, özellikle azotun sınırlayıcı bir faktör olduğu ekosistemlerde, bitkilerin büyümesini destekler ve toprak verimliliğini artırır. Bunun yanında, endofitik funguslar, bitkilerin stres koşullarında daha verimli besin alımı yapmasını sağlayarak çevresel zorluklara karşı dayanıklılığı artırır. Bu funguslar, toprakta bulunan fosforun çözünürlüğünü artırarak bitki köklerine taşınmasını kolaylaştırır. Ayrıca, ağır metal veya tuzluluk gibi stres faktörlerinin bitki üzerindeki olumsuz etkilerini azaltarak, bitkilerin büyüme performansını iyileştirir (Tedesoo & Bahram, 2019). Bu çift yönlü ilişki hem bitki sağlığını hem de toprak ekosisteminin işlevselliğini olumlu yönde etkiler.

Sonuç olarak, fungal organizmalar, azot ve fosfor gibi temel besin maddelerinin döngüsünde oynadıkları kritik rollerle hem doğal ekosistemlerin sürdürülebilirliğini hem de tarımsal üretimin etkinliğini destekler.

1.3. Toprak Sağlığı ve Yapısı

Fungal organizmalar, toprak sağlığını ve yapısını iyileştirerek ekosistemlerin sürdürülebilirliğine katkıda bulunur. Toprak agregasyonunu teşvik ederek, toprağın erozyona karşı dayanıklılığını artırır ve su tutma kapasitesini geliştirirler. Bu süreç, özellikle glomalin benzeri proteinlerin salınımı ile desteklenir. Glomalin, arbusküler mikorizalfunguslar (AMF) tarafından üretilen ve toprak partiküllerini bir arada tutarak toprak yapısını stabil hale getiren bir protein grubudur (Rillig & Mummey, 2006). Glomalin, sadece toprak stabilitesini artırmakla kalmaz, aynı zamanda organik karbonun uzun vadeli depolanmasını destekleyerek toprağın karbon döngüsündeki rolünü güçlendirir. Toprakta bulunan bu proteinler, suyun toprak içinde daha verimli bir şekilde hareket etmesini sağlayarak bitkilerin su erişimini kolaylaştırır ve kuraklık gibi çevresel streslere karşı toprak-bitki sisteminin dayanıklılığını artırır.

Toprak sağlığının iyileştirilmesinde fungusların dolaylı etkileri de göz ardı edilmemelidir. Funguslar, kök bölgesinde mikrobiyal toplulukların çeşitliliğini artırarak toprak ekosistemindeki biyolojik aktivitelerin devamlılığını sağlar. Bu biyolojik aktiviteler, besin elementlerinin döngüsünü destekler ve toprak verimliliğini artırır. Sonuç olarak, fungal organizmaların toprak yapısına olan katkıları hem doğal hem de tarımsal ekosistemlerin sürdürülebilirliği için hayati bir öneme sahiptir.

2. KÜRESEL ÇEVRE DEĞİŞİKLİKLERİ VE FUNGAL EKOLOJİ: KÜRESEL ISINMA

Küresel ısınma, fungal toplulukların yapısını ve faaliyetlerini önemli ölçüde etkiler (Peay, Kennedy & Talbot, 2016). Artan sıcaklıklar, bazı fungal türlerin adaptasyon kapasitesini zorlayarak ekosistemlerin dengesi üzerinde doğrudan ve dolaylı etkiler yaratır. Sıcaklık

toleransı, farklı fungal türler arasında büyük değişiklikler gösterir. Bazı türler daha sıcak iklimlere uyum sağlayabilirken, diğerleri bu koşullarda hayatta kalamayarak ekosistemlerde biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olabilir (Tedersoo&Bahram, 2019).

Bunun yanı sıra, artan sıcaklıklar ayrışma süreçlerini hızlandırabilir ve bu da ekosistemlerdeki karbon salınımını artırabilir (Smith & Read, 2008). Ayrışma oranlarındaki bu artış, toprak organik karbon rezervlerini azaltarak küresel karbon döngüsünde olumsuz etkiler yaratır. Fungal organizmaların, özellikle mikorizalfungusların, bu süreçte karbonun toprağa tutulmasını sağlama yetenekleri, ekosistem dayanıklılığı açısından kritik öneme sahiptir. Ancak bu süreçlerin sıcaklık artışına nasıl yanıt verdiği hem yerel hem de küresel düzeyde araştırılmaya devam eden bir konudur.



Şekil 1. Küresel Çevre Değişikliklerinde MikorizalFungusların Rolü

Sonuç olarak, küresel ısınmanın fungal ekoloji üzerindeki etkileri, sadece biyolojik çeşitlilik değil, aynı zamanda karbon döngüsü ve ekosistem işleyişi açısından da ciddi sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle, fungal toplulukların adaptasyon mekanizmalarının anlaşılması ve bu süreçlere yönelik koruma stratejilerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

2. 1. Küresel Çevre Değişiklikleri: Kuraklık, Tuzluluk ve Habitat Kaybının Fungal Ekolojiye Etkileri

Küresel çevre değişiklikleri, fungus topluluklarının yapısını, işlevlerini ve ekosistemlerdeki kritik rollerini önemli ölçüde etkilemektedir. Kuraklık, tuzluluk, habitat kaybı ve diğer çevresel stres faktörleri, fungal organizmaların toprakla ve bitkilerle olan karmaşık etkileşimlerini bozabilir (Treseder, 2004; Peay, Kennedy & Talbot, 2016). Bu durum, ekosistemlerin biyolojik çeşitliliğini azaltmakla kalmaz, aynı zamanda karbon, azot ve fosfor döngülerinin işleyişini de olumsuz yönde etkiler.

Kuraklık, fungusların toprak mikroorganizmalarıyla olan etkileşimlerini azaltarak ekosistem dengesini bozabilir. Arbusküler mikorizal funguslar (AMF), bu zorlu koşullarda bitkilerin su kullanım etkinliğini artırarak kuraklığa karşı dayanıklılığı destekler (van der Heijden&Horton, 2009). Ayrıca, bazı funguslar biyofilm oluşturarak toprak nemini koruma kapasitesini artırır, bu da bitki büyümesini destekleyen mikrohabitatlar yaratır (Rillig&Mummey, 2006).

Artan tuzluluk, fungus-bitki simbiyozunu doğrudan etkileyen bir diğer önemli stres faktörüdür. Tuzlu ortamlara uyum sağlayan bazı fungal türler, halofitik bitkilerle simbiyotik ilişkiler

geliştirerek bu bitkilerin tuz stresiyle başa çıkmasına yardımcı olur. Bu simbiyoz, bitkilerin iyon dengesini düzenleyerek toprak tuzluluğuna karşı toleransını artırır (Tedersoo&Bahram, 2019). Habitat kaybı, fungusların doğal yaşam alanlarının azalmasına ve birçok fungal türün yok olmasına yol açabilir. Orman ve çayır ekosistemlerinde fungus topluluklarının korunması, karbon ve azot döngülerinin devamlılığı için kritik öneme sahiptir. Bu toplulukların biyolojik çeşitliliği, sadece ekosistemlerin sürdürülebilirliği için değil, aynı zamanda iklim değişikliğine karşı adaptasyon stratejilerinin geliştirilmesi için de büyük bir potansiyel taşır (van der Heijden&Horton, 2009; Smith & Read, 2008).

Sonuç olarak, kuraklık, tuzluluk ve habitat kaybı gibi çevresel stres faktörleri, fungal ekolojinin işleyişini karmaşık şekillerde etkileyerek ekosistemlerin dayanıklılığını sınamaktadır. Ancak fungal organizmaların su yönetimi, toprak stabilizasyonu ve bitki dayanıklılığı üzerindeki olumlu etkileri, bu zorluklarla başa çıkmada kritik bir rol oynamaktadır.

3. FUNGAL EKOLOJİNİN GELECEKTEKİ UYGULAMALARI

Fungal ekoloji, iklim değişikliğinin tarımsal üretim ve ekosistem üzerindeki etkilerini azaltmada önemli bir role sahiptir. Fungusların kuraklık ve tuzluluk stresiyle karşı dayanıklılığı artırma mekanizmaları, sürdürülebilir tarım için kritik çözümler sunmaktadır (Çevik&Demir, 2025). Özellikle mikorizalfungusların tarımsal uygulamalardaki çok yönlülüğü, çevresel stres faktörlerine uyum sağlama potansiyelini güçlendirmektedir. Bu bağlamda, fungalsimbiyozlar hem ekosistem sağlığını korumada hem de sürdürülebilir tarım yöntemlerinin geliştirilmesinde anahtar bir rol oynamaktadır. Birçok uygulama alanında fungal ekoloji hem doğal ekosistemlerin iyileştirilmesi hem de insan faaliyetlerinin çevresel etkilerinin azaltılması açısından çözümler sunar. Öne çıkan uygulama alanları şunlardır:

3.1. Karbon Tutumu ve Sera Gazı Azaltımı:

Fungal organizmalar, karbonun toprakta tutulmasını sağlayarak küresel karbon döngüsünde kritik bir rol oynar. Toprak ekosistemlerinde önemli işlevlere sahip olan mikorizalfunguslar ve saprotrofik funguslar, bitki büyümesini destekleyerek ve organik materyallerin ayrışmasını düzenleyerek atmosferdeki karbon miktarını dengelemede önemli katkılar sunar. Özellikle arbusküler mikorizalfunguslar (AMF), bitki kökleriyle simbiyotik ilişkiler kurarak atmosferik CO₂'nin bitkiler tarafından daha etkin bir şekilde tutulmasına yardımcı olur. AMF, bitkilerin fotosentezle ürettiği karbonun bir kısmını köklerden alır ve toprak organik madde rezervlerinin artmasına katkıda bulunur. Aynı zamanda, AMF tarafından üretilen glomalin adlı glikoprotein, toprak agregatlarının stabilitesini artırarak karbonun uzun vadeli depolanmasını sağlar (Rillig&Mummey, 2006). Bunun yanı sıra, ektomikorizal (ECM) funguslar, orman ekosistemlerinde yaygın olarak bulunur ve özellikle ağaç kökleriyle simbiyotik ilişkiler kurarak karbon sekestrasyonunu artırır. ECM fungusları, kök sistemlerinin yüzey alanını artırarak bitkilerin daha fazla karbon almasına olanak tanır ve toprak içindeki karbon akışını düzenler. Orman ekosistemlerinde fungal toplulukların korunması ve çeşitliliğinin artırılması, karbon depolama kapasitesini güçlendirerek iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini hafifletebilir (Peay, Kennedy & Talbot, 2016). Ayrıca, saprotrofik funguslar (çürükçül funguslar), ölü bitki materyallerinin ayrışmasını sağlayarak karbon döngüsünde kilit bir rol oynar. Özellikle beyaz çürüklük ve kahverengi çürüklük fungusları, lignin ve selüloz gibi zor bozulan organik bileşikleri parçalayarak karbonun toprakta depolanmasına veya atmosfere salınmasına yön verir. Bu süreçlerin dengelenmesi, karbon salınımının minimize edilmesi ve karbonun uzun süreli

depolanması açısından büyük önem taşır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, fungus bazlı karbon sekestrasyon stratejilerinin tarım ve ormancılık sistemlerine entegre edilerek sera gazı emisyonlarını azaltılabileceğini göstermektedir. Örneğin, fungal bazlı biyogübrelerin kullanımı, topraktaki karbon içeriğini artırarak geleneksel tarımın neden olduğu karbon kayıplarını önleyebilir. Benzer şekilde, fungus destekli biyokömür (biochar) uygulamaları, karbonun toprakta uzun vadeli olarak depolanmasını teşvik edebilir.

Özetle, fungal ekoloji toprak karbon dengesinin sağlanmasında ve sera gazı salınımının azaltılmasında hayati bir rol oynar. Mikorizalfungusların ekosistemlere entegrasyonu, karbon sekestrasyonunun artırılması açısından büyük bir fırsat sunarken, saprotrofik fungusların etkinliği de karbon döngüsünün dengelenmesinde kilit bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Gelecekte, fungal toplulukların korunması ve yönetimi, iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir strateji olarak değerlendirilebilir.

3.2. Biyoçeşitliliğin Korunması:

Fungal biyoçeşitlilik, ekosistem fonksiyonlarının sürdürülmesi, toprak sağlığının korunması ve karbon ile azot döngülerinin dengelenmesi açısından büyük önem taşır. Funguslar, mikorizal, saprotrofik ve endofitik formlarıyla ekosistemlerin işleyişinde kritik roller oynar ve tür çeşitliliği, ekosistemin dayanıklılığını artırarak çevresel değişikliklere karşı adaptasyonu güçlendirir. Arbusküler mikorizalfunguslar (AMF) ve ektomikorizal (ECM) funguslar, bitki kökleriyle simbiyotik ilişkiler kurarak topraktaki besin döngülerinin sürekliliğini sağlar ve karbon sekestrasyonuna katkıda bulunur. Özellikle orman ve çayır ekosistemlerinde fungal toplulukların korunması, karbon ve azot döngülerinin sürdürülebilirliği için kritik öneme sahiptir. ECM fungusları, ağaç kökleriyle simbiyotik etkileşim kurarak toprakta organik karbon depolanmasını teşvik ederken, saprotrofik funguslar organik materyalin ayrışmasını sağlayarak bitkiler için besin maddelerini kullanılabilir hale getirir. Biyoçeşitliliğin korunması açısından endemik fungal türlerin sürdürülebilir yönetimi büyük önem taşımaktadır, çünkü iklim değişikliği, habitat tahribatı ve tarımsal yoğunluk gibi faktörler, yerel fungal toplulukların çeşitliliğini tehdit edebilir. Mikorizalfunguslar gibi kritik türlerin kaybı, yalnızca bitki büyümesini olumsuz etkilemekle kalmaz, aynı zamanda ekosistem hizmetlerini ve toprak mikrobiyotasının dengeli işleyişini de bozabilir. Ayrıca, mikrobiyal biyoçeşitliliğin korunması, tarım sistemlerinde biyolojik gübreleme ve doğal hastalık baskısı gibi ekosistem servislerinin devamlılığını sağlar. Fungal çeşitliliğin korunması için ekosistem bazlı stratejiler geliştirilmeli, tarım alanlarında fungus dostu toprak yönetim uygulamaları teşvik edilmeli ve doğal alanlarda ekolojik restorasyon çalışmaları yapılmalıdır. Tüm bu yaklaşımlar, fungal ekolojinin korunmasını sağlayarak ekosistemlerin sürdürülebilirliğini artırabilir ve çevresel değişikliklere karşı dirençli hale getirebilir. (van der Heijden & Horton, 2009).

3.3. Biyoteknolojik Uygulamalar:

Fungal ekoloji, biyoyakıt ve biyoplastik üretimi gibi yenilikçi endüstriyel alanlarda kullanılarak çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunabilir. Fungusların ürettiği selülaz, ligninaz ve amilaz gibi enzimler, biyoyakıt üretimi, kâğıt endüstrisi, tekstil işlemleri ve atık yönetimi gibi birçok alanda kullanılarak endüstriyel süreçleri daha verimli ve çevre dostu hale getirmektedir (Martínez et al., 2005). Ayrıca, bazı fungal türler, ağır metallerin, pestisitlerin ve petrol türevlerinin bozunmasını sağlayarak biyoremediasyon süreçlerinde kullanılabilir ve kirletici maddelerin doğaya verdiği zararı azaltabilir (Singh, 2006). Bunun yanı sıra, mantar bazlı biyomalzemeler biyobozunur ambalajlar, inşaat malzemeleri ve tekstil ürünleri üretiminde

plastik ve sentetik malzemelere sürdürülebilir bir alternatif sunarken, mikoproteinler (*Fusarium venenatum* gibi) yüksek protein içeriği sayesinde et ve süt ürünlerine bitkisel bazlı bir alternatif olarak gıda endüstrisinde değerlendirilmektedir (Finnigan et al., 2019; Jones et al., 2017). Tıbbi biyoteknoloji alanında ise *Penicillium* türleri antibiyotik üretiminin temelini oluştururken, bazı funguslar bağışıklık sistemini destekleyen polisakkaritler ve anti-kanser bileşikler gibi farmasötik ajanların üretiminde önemli bir rol oynamaktadır (Zhao et al., 2018). Tüm bu biyoteknolojik yenilikler, fungal organizmaların biyolojik çeşitliliği sayesinde enerji, gıda ve çevre dostu malzemelerin üretiminde sürdürülebilir çözümler sunarak ekolojik ayak izini azaltma potansiyelini ortaya koymaktadır (Tedersoo & Bahram, 2019).

SONUÇ

Fungal ekoloji, küresel çevre değişikliklerinin etkilerini azaltmada ve ekosistemlerin dayanıklılığını artırmada hayati bir role sahiptir. Funguslar; karbon, azot ve fosfor döngülerindeki kritik işlevleriyle ekosistemlerin sürdürülebilirliğini desteklemekte ve çevresel stres faktörlerine karşı dayanıklılığı artırmaktadır. Özellikle mikorizal fungusların karbon tutumu, besin döngüsü ve toprak stabilitesi üzerindeki olumlu etkileri, bu organizmaları hem doğal hem de tarımsal ekosistemlerin korunmasında vazgeçilmez hale getirmektedir. Küresel çevre sorunlarıyla başa çıkmak ve ekosistemlerin sürdürülebilirliğini sağlamak için fungal ekoloji alanında daha fazla araştırma ve uygulama yapılması gerekmektedir. Fungal organizmaların biyoçeşitliliği ve işlevselliği, yalnızca ekosistem sağlığı için değil, aynı zamanda iklim değişikliğinin etkilerini hafifletmek için de büyük bir potansiyel taşımaktadır. Bu nedenle, fungal ekolojinin farklı uygulama alanlarında daha geniş çaplı ve disiplinler arası çalışmaların teşvik edilmesi, gelecekteki çevresel sorunlara karşı güçlü bir çözüm yolu sunacaktır.

KAYNAKÇA

- Çevik, R., & Demir, S. (2024). İklim değişikliğinin bitki koruma yöntemleri üzerindeki etkisi: Sorunlar ve çözümler. In B. Güngör & Ö. Küçük (Eds.), *Sürdürülebilir gelecek için iklim perspektifleri* (pp. 139–157). Özgür Yayınları. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub564.c2272>
- Finnigan, T. J. A., Wall, B. T., & Wilde, P. J. (2019). Mycoprotein: The Future of Nutritious Nonmeat Protein, a Symposium Review. *Current Developments in Nutrition*, 3(6), nzz021. <https://doi.org/10.1093/cdn/nzz021>
- Jones, M., Bhat, T., & Wang, C. H. (2017). Moulding mycelium: A sustainable, biodegradable alternative to plastic. *International Journal of Biobased Plastics*, 1(1), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s42995-017-0001-1>
- Martínez, Á. T., Speranza, M., Ruiz-Dueñas, F. J., Ferreira, P., Camarero, S., Guillén, F., ... & Gutiérrez, A. (2005). Biodegradation of lignocellulosics: microbial, chemical, and enzymatic aspects of the fungal attack of lignin. *International Microbiology*, 8(3), 195-204.
- Peay, K. G., Kennedy, P. G., & Talbot, J. M. (2016). “Dimensions of biodiversity in the Earth’s mycobiome.” *Nature Reviews Microbiology*, 14(7), 434-447.
- Rillig, M. C., & Mummey, D. L. (2006). “Mycorrhizas and soil structure.” *New Phytologist*, 171(1), 41-53.
- Singh, H. (2006). *Mycoremediation: Fungal Bioremediation*. John Wiley & Sons.
- Smith, S. E., & Read, D. J. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press.
- Tedersoo, L., & Bahram, M. (2019). “Fungal biogeography.” *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 50, 379-401.
- Tedersoo, L., & Bahram, M. (2019). Mycorrhizal types differ in ecophysiology and alter plant nutrition and soil processes. *Biological Reviews*, 94(5), 1857-1880. <https://doi.org/10.1111/brv.12538>
- Treseder, K. K. (2004). “A meta-analysis of mycorrhizal responses to nitrogen, phosphorus, and atmospheric CO₂ in field studies.” *New Phytologist*, 164(2), 347-355.
- van der Heijden, M. G., & Horton, T. R. (2009). “Socialism in soil? The importance of mycorrhizal fungal networks for facilitation in natural ecosystems.” *Journal of Ecology*, 97(6), 1139-1150.
- Zhao, L., Dong, Y., Chen, G., & Hu, Q. (2018). Extraction, purification, characterization and antitumor activity of polysaccharides from *Ganoderma lucidum*. *Carbohydrate Polymers*, 217, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.04.015>

THE EFFECTS OF SILAGE ADDITIVES ON IN VITRO DIGESTIBILITY

Dr. Ayşe PINARBAŞI¹

Özlem DURĞUN²

Dr. Nurcan KIRAR³

¹ Zootečni Bölümü, Hayvan Yetiştirme Ana Bilim Dalı, Şanlıurfa,
e-mail: aysepinarbasi1@hotmail.com Orcid No:0000 0002 2959 5584

² Harran Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Şanlıurfa

e mail: Ozlemdurgun114@gmail.com Orcid No:000 0002 8707 8278

³ Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Ana Bilim Dalı, e mail: Nurcankirar63@gmail.com Orcid No:0000-0002-2778-1789

Abstract:

In our country, the roughage sources used in small and large livestock feeding consist of natural pastures, plant residues in the field after harvest, cultivated green forage plants, and silages made from certain forage plants. Silage is a type of conserved feed that is made from high-moisture green forages and by-products of the food industry, which undergo fermentation in closed structures called silos, with air exposure prevented, in order to be stored without spoilage. It is then used to feed animals during periods when green forage sources are not available, without any loss of nutritional value. In the production of silage from cultivated green forage plants or food industry by-products, various silage additives are used to improve silage quality, shorten fermentation time, increase aerobic stability, and produce high-quality silage from hard-to-silage sources. Silage additives improve the fermentation process and, after silage is opened, increase its aerobic stability, thus having a positive effect on the nutritional value and quality of the produced silage. Additionally, it has been observed that additives added to silages significantly impact in vitro digestibility, changing the rate and effectiveness at which the nutrients in the silage are digested by microorganisms. This situation plays a decisive role in the nutritional value of the silage and the feeding efficiency of the animals.

Keywords: Silage, Silage Additives, In Vitro Digestibility

SİLAJ KATKI MADDELERİNİN İN VİTRO SİNDİRİLEBİLİRLİK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Özet

Ülkemizde küçükbaş ve büyükbaş hayvan beslemede kullanılan kaba yem kaynakları; doğal meralar, hasat sonrası tarladaki bitki artıkları, kültür yeşil yem bitkileri ve bazı yem bitkileriyle hazırlanan silajlardan meydana gelmektedir. Silaj, su içeriği yüksek yeşil yemler ve gıda sanayi yan ürünlerinin, bozulmadan saklanabilmesi amacıyla, hava ile teması engellenmiş silo adı verilen kapalı yapılar içerisinde fermantasyona tabi tutulduktan sonra, besin değerinde kayıp olmadan saklanarak, yeşil yem kaynaklarının bulunmadığı dönemlerde hayvanlara beslenme amaçlı sunulan bir konserve yem türüdür. Kültür yeşil yem bitkileri veya gıda sanayi yan ürünlerinden silaj üretiminde, silajın kalitesinin iyileştirilmesi, fermantasyon süresinin kısaltılması, aerobik stabilitenin artırılması ve silolanması güç olan kaynaklardan yüksek kaliteli silaj elde edilmesi amacıyla çeşitli silaj katkı maddelerinden yararlanılmaktadır. Silaj katkı maddeleri, silajın fermantasyon sürecini iyileştirerek, ayrıca silaj açıldıktan sonra aerobik stabilitesini artırarak, elde edilen silajın besin değeri ve kalitesi üzerinde olumlu bir etki sağlamaktadır. Ayrıca silajlara eklenen katkı maddelerinin, invitro sindirilebilirlik üzerinde önemli etkiler yaratarak, silajın içerdiği besin maddelerinin mikroorganizmalar tarafından sindirilme hızını ve etkinliğini değiştirdiği, bu durumun silajın besin değeri ve hayvanların beslenme verimliliği üzerinde belirleyici bir rol oynadığı gözlemlenmektedir.

Anahtar kelimeler: Silaj, Silaj Katkı Maddeleri, İn Vitro Sindirilebilirlik

GİRİŞ

Hayvancılık sektörü, dünya genelinde gıda güvenliğinin sağlanmasında önemli bir rol oynarken, aynı zamanda ekonomik açıdan da büyük bir öneme sahiptir. Ancak, bu sektördeki üretim maliyetlerinin büyük bir kısmı, özellikle yem maliyetleriyle doğrudan ilişkilidir. Yapılan araştırmalara göre, hayvancılık işletmelerinde toplam işletme giderlerinin yaklaşık %50-70'i yem maliyetlerinden oluşmaktadır (Koç ve ark. 2014). Bu bağlamda, yem kalitesinin hayvan performansı üzerindeki etkisi göz ardı edilemeyecek kadar büyüktür. Verimlilik ve kârlılığın artırılması, öncelikle kaliteli ve yeterli yem temini ile mümkün hale gelmektedir. Özellikle ruminant hayvanların beslenmesinde, yemlerin türü ve kalitesi, hayvanların sağlık ve verimliliği üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir (Daş, 2014).

Ruminant hayvanların beslenmesinde kullanılan kaba yemlerin kalitesi, hem ekonomik verimliliği hem de hayvan performansını önemli ölçüde etkilemektedir. Kaba yemler, hayvanların sindirim sistemi üzerinde önemli rol oynayan ve aynı zamanda maliyet açısından uygun olan yem kaynaklarıdır. Ancak, günümüzde birçok hayvancılık işletmesi, düşük besleyici değeri olan sap, saman gibi bitkisel artıklar yerine, daha kaliteli kaba yem kaynaklarını tercih etmelidir. Türkiye, doğal çayır ve mer'alarında pek çok yem bitkisi çeşidini barındırmakla birlikte, bu bitkilerin kültürel olarak yeterince yaygınlaştırılmaması, yem bitkileri üretiminin yetersiz kalmasına yol açmaktadır. Dolayısıyla, hayvancılığın gelişimi için en büyük engellerden biri, kaliteli ve ucuz kaba yem temininin düzenli olarak sağlanamamasıdır (Alçıçek, 1995; Kılıç, 2010) Ülkemizde küçükbaş ve büyükbaş hayvan beslemede kullanılan kaba yem kaynakları; doğal meralar, hasat sonrası tarladaki bitki artıkları, kültür yeşil yem bitkileri ve bazı yem bitkileriyle hazırlanan silajlardan meydana gelmektedir.(kaynak ekle).

Hayvanların tükettiği her türlü ot ve yem bitkisi, biçildikten sonra parçalanarak hava ile temasının kesilmesi suretiyle besin değerinde herhangi bir kayıp olmadan, hatta fermantasyon (turşulaşma) süreciyle besin değerinin artması sağlanarak, yeşil yemlerin mevsimsel olarak tedarik edilemediği dönemlerde kullanılmak üzere saklanır. Bu saklama işlemine silolama, saklanan yemlere ise silaj adı verilir. Temel prensip, her türlü suca zengin kaba yemin, havasız ortam koşullarında süt asidi bakterilerinin fermantasyonuna tabi tutulmasıdır (Şahin ve Zaman). Kaliteli silaj elde etmek için, silolanacak materyalin belirli fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklere sahip olması gerekmektedir. Silaj yapılacak kaba yem materyali uygun büyüklüklerde parçalanmalıdır (Kutlu 2015). Silajlık materyal, iyice sıkıştırılmalı ve silo içinde hava kalmamalıdır. Silaj yapılacak yeşil yemler ve gıda sanayi yan ürünlerinin nem içeriği yeterli olmalı ve KM içeriği %25-30, SÇK içeriği ise %2.5'ten yüksek olmalıdır. Silaj, temelde bir fermantasyon sürecidir ve bu süreçte laktik asit bakterileri olumlu, Clostridium, Enterobacteriaceae, maya, asetik asit bakterileri, küf ve Listeria grubu mikroorganizmalar ise olumsuz etkiler yaratır. İstenmeyen mikroorganizmaların varlığı, silajın kalitesinin düşmesine ve bozulmasına yol açmaktadır (Kaiser ve ark. 2004).

Kültür yeşil yem bitkileri veya gıda sanayi yan ürünlerinden silaj üretiminde, silajın kalitesinin iyileştirilmesi, fermantasyon süresinin kısaltılması, aerobik stabilitenin artırılması ve silolanması güç olan kaynaklardan yüksek kaliteli silaj elde edilmesi amacıyla çeşitli silaj katkı maddelerinden yararlanılmaktadır (Önenç ve ark. 2013) Silaj katkı maddeleri, silajın fermantasyon sürecini iyileştirerek, ayrıca silaj açıldıktan sonra aerobik stabilitesini artırarak, elde edilen silajın besin değeri ve kalitesi üzerinde olumlu bir etki sağlamaktadır. Ayrıca silajlara eklenen katkı maddelerinin, invitro sindirilebilirlik üzerinde önemli etkiler yaratarak, silajın içerdiği besin maddelerinin mikroorganizmalar tarafından sindirilme hızını ve etkinliğini değiştirdiği, bu durumun silajın besin değeri ve hayvanların beslenme verimliliği üzerinde

belirleyici bir rol oynadığı gözlemlenmektedir (Kiraz ve Kutlu 2016).

Ruminantların beslenmesinde kullanılan yemlerin besleme değerlerinin belirlenmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında en uygun ve gerçekçi olanı, in vivo teknikler yani hayvanlar üzerinde gerçekleştirilen yemleme çalışmalarıdır. Ancak, in vivo yöntemlerin iş gücü yoğunluğu ve yüksek maliyetleri, araştırmacıları daha ekonomik ve kısa sürede çok sayıda analiz yapılmasına olanak sağlayan in vitro ve in situ tekniklere yöneltmiştir. Bu yöntemlerden biri olan ve son yıllarda yaygın olarak kullanılan in vitro gaz üretim tekniği, diğer yöntemlere kıyasla kaba yemlerin enerji değeri ve sindirilebilirlikleri üzerine daha doğru tahminler yapılmasına imkân tanımaktadır (Menke ve ark. 1979).

Silaj Katkı Maddelerinin İn Vitro Sindirilebilirlik Üzerindeki Etkileri Konusunda Yapılan Çalışmalar

Yıldız ve ark. (2022) çalışmasında ayçiçeği hasılı ve şeker pancarından kaliteli silaj elde etmek için en uygun karışım oranlarını belirlemeyi amaçlamıştır. Denede, ayçiçeği (tam bitki) ve şeker pancarı (yapraklar ve baş dahil tam bitki) kullanılarak %100A-%0ŞP, %85A-%15ŞP ve %55A-%45ŞP oranlarında üç farklı karışım hazırlanmış ve 70 gün inkübasyon süresi sonrasında analiz edilmiştir. Elde edilen veriler, silajın kuru madde, pH, amonyak azotu, laktik asit, organik madde sindirilebilirliği (OMS), metabolik enerji (ME) ve net enerji laktasyon (NEL) gibi parametrelerde farklılıklar göstermektedir. %100A-%0ŞP karışımı en yüksek kaliteyi sergilerken, %45 şeker pancarı katkılı grupta OMS ve enerji içeriklerinde düşüş gözlemlenmiştir. Sonuçlar, saf ayçiçeği ve ayçiçeği-şeker pancarı karışımlarından kaliteli silajların elde edilebileceğini, ancak yüksek şeker pancarı oranının besin değerlerini olumsuz etkileyebileceğini göstermektedir.

Doğan Daş (2024) çalışmasında, zor silolanabilen yoncanın silolanmasında karbonhidrat kaynağı olarak raf ömrü tükenmiş makarnanın kullanımının silaj kalitesine etkisi incelenmiştir. Silaj grupları %0 (kontrol), %0.75, %1.5 ve %3 makarna oranlarıyla oluşturulmuş ve 60 gün sonra çeşitli parametreler analiz edilmiştir. Sonuçlar, silajların ham protein değerlerinde önemli farklar gösterirken, kuru madde, ham kül, ADF, NDF düzeylerinde fark bulunmamıştır. pH ve amonyak azotu (NH₃/TN) değerleri makarna oranı arttıkça değişmiştir, ancak diğer kalite parametreleri (CO₂, İVOMS, ME, CH₄) gruplar arasında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bu bulgular, raf ömrü tükenmiş makarnanın yonca silajlarına karbonhidrat kaynağı olarak eklenebileceğini, ancak daha farklı oranlarda yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Aydın (2023) çalışmasında , yonca silajına gofret atığı eklemesinin silaj kalitesi ve fermantasyon özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yonca, %0 (kontrol), %1, %2, %4 ve %6 gofret atığı oranlarıyla 60 gün silolanmıştır. Sonuçlar, gofret atığı eklenen gruplarda, kuru madde, ham protein, İVOMS ve metabolize olabilir enerji değerlerinde artış gözlemlenirken, pH, amonyak azotu ve karbondioksit değerlerinde azalma olmuştur. En yüksek laktik asit miktarı %6 gofret atığı ilave edilen grupta bulunmuş, bütirik asit ise gofret atığı oranı arttıkça azalmıştır. Gofret atığının silajın maya ve küf oluşumunu azalttığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, gofret atığı ilavesinin yonca silajının kalitesini ve fermantasyonunu olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Eren ve Güçlü (2024) çalışmasında, dev kralotu (*Pennisetum hybridum*) bitkisinin farklı katkı maddeleriyle hazırlanan silajlarının besin madde içerikleri ve in vitro sindirim özelliklerini incelemiş, ruminantlar için alternatif yem kaynağı olup olamayacağını değerlendirmiştir. Katkı maddeleri olarak inokulant+enzim, fumarik asit ve arpa unu

kullanılmış, silajlar tam rasyon (TMR) içinde mısır silajı yerine farklı oranlarda test edilmiştir. Arpa unu katkılı silajlar, en yüksek kuru madde, ham protein ve lif içermeyen karbonhidrat oranlarına sahip bulunmuş ve pH, gaz üretimi ile metan üretimi üzerinde anlamlı artışlar gözlemlenmiştir ($P < 0.001$). TMR’da mısır silajı yerine yalnızca %25 oranında dev kralotu silajı kullanımının, sindirim parametrelerinde olumsuz bir etki yaratmadığı, ancak daha yüksek oranlarda kullanımının in vitro organik madde sindirimi ve metabolik enerji gibi parametrelerde olumsuz değişikliklere yol açtığı ($P < 0.001$) tespit edilmiştir. Bu bulgular, dev kralotunun katkı maddeleriyle silolanmasının silaj kalitesini iyileştirdiğini ve sadece %25 oranında kullanıldığında TMR’ye uygun olduğunu göstermektedir.

Baytur Atılğan (2023) çalışmasında, Şanlıurfa ilindeki pamuk tarlalarından elde edilen ikinci ürün arpa-yonca karışımlarına farklı seviyelerde melas ve fruktoz şurubu eklenmesinin silaj kalitesi ve ruminal metan gazı üretimi üzerindeki etkileri in vitro gaz üretim tekniği ile incelenmiştir. Sonuçlar, tüm katkılı gruplarda kontrol grubuna kıyasla in vitro organik madde sindirilebilirliği (IVOMD) ve metabolize edilebilir enerji (ME) değerlerinde artış, metan gazı üretiminde ise azalma göstermiştir. %1.5 melas eklenmiş silajda en düşük pH, en düşük CO₂ ve amonyak nitrojen (NH₃-N/TN) değeri tespit edilmiştir. Ayrıca, %1.5 melas ve %0.4 fruktoz şurubu eklemelerinin silaj fermantasyonunu olumlu yönde etkilediği, besin değerlerini artırdığı ve ekonomik olarak uygulanabilir olduğu belirlenmiştir.

Denek ve ark. (2017), Antep fıstığı (*Pistachio vera* L.) yan ürünü olan fıstık dış kabuğunun silaj kalitesi, in vitro metan üretimi ve in vitro organik madde sindirilebilirliği (İVOMS) üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla farklı oranlarda melas (%1-5) ve buğday samanı (%15) ilavesinin etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, melas seviyesinin artışıyla birlikte silajların pH değerinin ve asetik asit miktarının azaldığı, ancak laktik asit miktarının arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışmada elde edilen silajların hiçbirinde bütirik ve propiyonik asit bulunmazken, melas ilavesinin artışıyla silajların İVOMS ve metabolik enerji (ME) değerlerinin yükseldiği bildirilmiştir.

Aydın ve ark. (2023), badem kabuğunun, yonca silajına kolay çözünen karbonhidrat kaynağı olarak ilavesinin silaj kalitesi, fermantasyon özellikleri ve in vitro organik madde sindirimi (IVOMD) üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışma, sırasıyla %0 (kontrol), %1, %2, %4 ve %6 badem kabuğu içeren gruplarla yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, tüm katkı gruplarında, kontrol grubuna kıyasla IVOMD ve metabolize edilebilir enerji (ME) değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Silajların pH, NH₃-N/TN ve karbondioksit (CO₂) değerleri kontrol grubunda en yüksek, %6 badem kabuğu ilavesi yapılan grupta ise en düşük seviyelerde bulunmuştur. Laktik asit (LA) ve asetik asit (AA) değerleri tüm deneme gruplarında artarken, en yüksek değerler %6 badem kabuğu içeren grupta tespit edilmiştir. Bütirik asit (BA) değerlerinde ise, badem kabuğu oranı arttıkça azalma gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, %6 badem kabuğu ilavesinin, yonca silajının kalitesi ve fermantasyon özellikleri üzerinde olumlu etkiler yarattığı belirlenmiştir.

Daş ve ark. (2024) mısır silajına biberiye ilavesinin organik madde kalitesi, fermantasyonu ve in vitro sindirimi üzerindeki etkilerini incelemektedir. Çalışmada, kontrol grubu değiştirilmemiş silajdan, deney grupları ise sırasıyla %0,5, 1 ve 2 oranlarında biberiye ilavesiyle hazırlanmıştır. 60 günlük silajlama sonunda, silajların pH değeri 3,67-3,72 arasında bulunmuştur. Biberiye miktarının artışıyla amonyak azotu (NH₃-N/TN) seviyelerinde azalma gözlemlenirken, deney gruplarında in-vitro organik madde sindirimi (IVOMD) ve metabolize edilebilir enerji (ME) değerlerinde artışlar saptanmıştır. Ayrıca, biberiye ilavesi ile metan gazı (CH₄) oranlarında azalma görülmüştür. %2 biberiye ilavesine sahip grup, asetik asit (AA) ve

laktik asit (LA) değerleri bakımından en yüksek değerlere ulaşmıştır. Ancak, propiyonik asit (PA) ve bütirik asit (BA) hiç bir silaj grubunda tespit edilmemiştir. Sonuç olarak, mısır silajına %1 ve %2 oranında biberiye eklenmesinin silaj kalitesini artırabileceği belirlenmiştir.

KAYNAKÇA

- Alçıçek, A. (1995). *Silo yemi; önemi ve kalitesini etkileyen faktörler*. E.Ü.Z.F. Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayını No. 22, İzmir.
- Aydın, S. S. (2023). Evaluation of the usage of wafer waste as an easily soluble carbohydrate source in alfalfa silage. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 12(1), 041-046. <https://doi.org/10.31196/huvfd.1261498>
- Aydın, S. S., Denek, N., Avcı, M., Kırar, N., Top, Ş., Savrunlu, M., ... & Salama, Ş. (2023). Effect of Almond (*Prunus dulcis*) Hull Addition to Alfalfa Silage on Silage Quality and In Vitro Digestibility. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20(2), 104-110.
- Basmacıoğlu, H., & Ergül, M. (2002). Silaj mikrobiyolojisi. *Hayvansal Üretim*, 43(1), 12-24.
- Baytur Atılgan, G. (2023). *Pamuk tarımı yapılan arazilerde ikinci ürün olarak yetiştirilen fiğ ve arpa karışımlarına farklı silaj katkıları ilavesinin silaj kalitesi üzerine etkisinin araştırılması* (Doktora tezi). Harran Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı.
- Daş, B. D. (2024). The Effect of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) Powder Supplementation on Silage Fermentation Characteristics, Silage Quality, and In Vitro Digestibility in Corn Silage. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 12(2), 305-309.
- Denek, N., Aydın, S. S., Doğan Daş, B., Avcı, M., & Savrunlu, M. (2017). An investigation on the effect of adding different levels of molasses on the silage quality of pistachio (*Pistachio vera*) by-product and wheat straw mixture silages. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 7(4), 543-548.
- Eren, M., & Kocaoğlu Güçlü, B. (2024). Dev kralotu (*Pennisetum hybridum*) silajlarında in vitro rumen fermantasyonu ve metan üretiminin belirlenmesi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21(1), 30-42.
- Kaiser, A. G., Piltz, J. W., Burns, H. M., & Griffiths, N. W. (2004). *Successful silage* (2nd ed.). Dairy Australia & New South Wales Department of Primary Industries.
- Kılıç, U. (2010). Nutritive values of whole-crop wheat hay and silage and effect of microbial inoculants on in vitro gas production. *Journal of Applied Animal Research*, 37, 67-71.
- Kılıç, U., Kurt, D., Aytac, S., & Ayan, A. K. (2019). A study on the feed value, in vitro digestibility and methane production of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) field waste. *Progress in Nutrition*, 21(2), 449-457. <https://doi.org/10.23751/pn.v21i2.6440>
- Kılıç, Ü., & Mohamoud Abdi, A. (2016). Alternatif kaba yem kaynağı olarak şarapçılık endüstrisi üzüm atıklarının in vitro gerçek sindirilebilirlikleri ve nispi yem değerlerinin belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 22(6).
- Kiraz, A. B., & Kutlu, H. R. (2016). Bakteriyel inokulant kullanımının silajlarda fermantasyon özellikleri üzerine etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(3), 230-238.
- Koç, A. A., Kaya, A., Gullap, M. K., Erkovan, H. I., Macit, M., & Karaoğlu, M. (2014). The effect of supplemental concentrate feed on live weight gain of yearling heifers over grazing season in subirrigate drange lands of East Anatolia. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 38, 278-284.
- Kutlu, H. R. (2015). *Tüm yönleriyle silaj yapımı ve silajla besleme*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü. <https://www.zootečni.org.tr/upload/File/SILAJ%20E1%20KTABI.pdf> (Erişim tarihi: 03.04.2015).
- Menke, K. H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., & Schneider, W. (1979). The

estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *Journal of Agricultural Science*, 93(1), 217-222.

Öneç, S. S., Koç, F., Coşkuntuna, L., Özdüven, M. L., & Gümüş, T. (2013). Kekik ve tarçın uçucu yağlarının yem bezelyesi silajlarının aerobik stabilitesi üzerine etkisi. *VII. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi*, 26-27 Eylül 2013, Ankara, Türkiye, 23-26.

Şahin, İ. F., & Zaman, M. (n.d.). Hayvancılıkta önemli bir yem kaynağı: Silaj / An important cattle feed: Silage. Atatürk Üniversitesi, Kâzım Karabekir Eğitim Fakültesi, Erzurum. <https://ifevzi@atauni.edu.tr> / ifsahin@hotmail.com

Yıldız, S., Deniz, S., Özkan, F., & Altaçlı, S. (2022). Ayçiçek hasılına farklı oranlarda şeker pancarı bitkisi ile silolamanın silaj kalitesi, in-vitro sindirilebilirlikleri ve enerji içeriğine etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(2), 1154-1162.

THE USE OF PHYTOBIOTICS IN QUAIL FEEDING

Sadık Serkan AYDIN¹

¹Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Şanlıurfa, e mail : sadik.aydin@harran.edu.tr, [Orcid No: 0000-0002-3252-3944](https://orcid.org/0000-0002-3252-3944)

Abstract

While chicken meat production and consumption rank first among poultry meats worldwide and in Turkey, quails have also gained significant importance in the poultry industry in recent years. The continuous use of antibiotics in animal feed for disease prevention and performance enhancement has led to the emergence of antibiotic-resistant microorganism strains in animals and humans who consume these animal products. This situation has resulted in the banning of the inclusion of antibiotics as growth promoters in animal feed in many countries. Consequently, the search for alternative feed additives has begun, and products such as probiotics, prebiotics, phytobiotics, and essential oils are increasingly being used as alternative growth promoters. Phytobiotics are plant-derived compounds that have the potential to improve animal performance. In quail feeding, phytobiotics include spices, plant oils, alkaloids, flavonoids, and phenolic compounds. These compounds help strengthen the immune system of quails while also having positive effects on their growth performance. Research has shown that phytobiotics have the potential to enhance quail performance.

Keywords: Quail feeding, phytobiotics

FİTOBİYOTİKLERİN BILDİRCİN BESLENMESİNDE KULLANIMI

Özet

Kanatlı etleri arasında tavuk eti üretimi ve tüketimi Dünya ve Türkiye'de ilk sırada yer alırken son yıllarda kanatlı yetiştiriciliği sektöründe bıldırcınlar da önemli bir yer tutmaktadır. Hastalıklardan korunma ve verimi artırma amacıyla hayvan yemlerinde sürekli antibiyotik kullanımı, hayvanlarda ve bu hayvansal ürünleri tüketen insanlarda antibiyotik direnci yüksek mikroorganizma suşlarının ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bu durum, pek çok ülkede antibiyotiklerin yemlere gelişmeyi hızlandırıcı olarak katılmasını yasaklamıştır. Sonuç olarak, antibiyotiklere alternatif olabilecek katkı maddeleri arayışına başlanmış ve bu amaçla probiyotikler, prebiyotikler, fitobiyotikler, esansiyel yağlar gibi ürünler alternatif büyüme uyarıcılar olarak kullanılmaya başlanmıştır. Fitobiyotikler, bitkisel kökenli bileşikler olup, hayvanlarda verimi iyileştirme potansiyeline sahiptir. Bıldırcın beslenmesinde fitobiyotikler arasında baharatlar, bitkisel yağlar, alkaloidler, flavonoidler ve fenolik bileşikler yer almaktadır. Bu bileşikler, bıldırcınların bağışıklık sistemini güçlendirirken, besi performansları üzerinde de olumlu etkiler yaratmaktadır. Yapılan çalışmalar, fitobiyotiklerin bıldırcınların performansını iyileştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Bıldırcın besleme, fitobiyotikler

GİRİŞ

Kanatlı hayvanlar, dünya genelinde beslenme, ekonomik üretim ve çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir rol oynamaktadır. Kanatlılar, özellikle tavuklar ve bıldırcınlar, düşük maliyetli ve hızlı büyüyen hayvanlar olmaları nedeniyle dünya çapında et ve yumurta üretiminin önemli bir parçasıdır. Hayvanlarda hastalıklardan korunma ve verimi artırma amacıyla antibiyotik kullanımı, pek çok antibiyotiğe karşı dirençli bakteri suşlarının oluşmasına neden olmuştur. Bu sebeple, Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye'de antibiyotiklerin yem katkı maddesi olarak kullanımı yasaklanmıştır (Karademir ve Karademir 2003). Son zamanlarda bilim adamları kanatlı hayvanlarda antibiyotiklere alternatif yem katkı maddeleri arayışı başlamıştır. Yem katkı maddeleri, yemden yararlanmayı iyileştirmek, hayvansal ürünlerin miktar ve kalitesini yükseltmek, hayvanların sağlıklarını korumak ve elde edilen ürünün maliyetini düşürmek amacıyla kullanılan maddelerdir. Bu yem katkı maddelerden biri de fitobiyotiklerdir.

Fitobiyotikler" veya "fitojenik yem katkıları", hayvan yemlerine eklendiğinde fonksiyonel özelliklerinin yanı sıra aromatik özellikler de sunan, aromatik ve baharatlı bitkilerden elde edilen bitki özlerini tanımlamak için kullanılan bir terimdir (Jones 2001; Yeşilbağ 2007). Kümes hayvanlarında birçok büyüme ve sağlık teşvik edici özellik, fitobiyotik kullanımına dayandırılmaktadır. Bu tür faydalar, sindirim fonksiyonunun iyileştirilmesi, bağırsak sağlığının desteklenmesi, sindirim salgılarının modifikasyonu ve sağlıklı bağırsak histolojisinin korunması, sürdürülmesi ve iyileştirilmesi yoluyla elde edilmektedir. Ayrıca, bazı fitobiyotikler mikrobiyal toksinleri azaltarak mikrobiyomu stabilize etmektedir. Fitobiyotikler yemin tadı ve kokusu gibi duyuşsal özelliklerini değiştirerek doğrudan yem tüketimini ve yemin lezzetini etkileyebilirler. Fitobiyotiklerin içeriklerinde bulunan kimyasal bileşiklere bağlı olarak sakinleştirici, antioksidatif, antimikrobiyel ve fungisidal özelliklere de sahip oldukları bilinmektedir (Svoboda ve Hampso 2006).

Bıldırcınlar, küçük vücut yapıları, az yem tüketimleri, hızlı büyüme oranları, erken cinsel olgunluğa ulaşmaları ve kısa jenerasyon aralıkları nedeniyle araştırmalarda etkili bir şekilde deney hayvanı olarak kullanılmaktadır. Bu derlemede, bıldırcın beslemesinde fitobiyotiklerin performans üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar ele alınmıştır.

Fitobiyotiklerin Bıldırcın Beslenmesinde Kullanımı ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Göçmen (2014); etlik piliç rasyonlarına farklı miktarlarda ilave edilen kekik (*Thymus vulgaris*) bitkisinin besi performansı, kesim özellikleri, antibiyotik özellikleri ve kan parametreleri ile oksidatif stres üzerine etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Denemede, 180 adet Ross ırkı etlik piliç civcivi kullanmış ve çalışmayı 42 gün sürdürmüştür. Kontrol grubu ve dört farklı kekik dozu (1.66, 3.33, 4.99 ve 6.66 g/kg) ile hazırlanan rasyonları denemeye dahil etmiştir. Deneme sonunda 0-6 haftalık dönemde, canlı ağırlık ve yemden yararlanma oranı açısından gruplar arasında anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Ancak, yem tüketimi açısından gruplar arasında çok önemli bir fark bulunmuş ve en yüksek yem tüketimini 1.66 g/kg kekik dozunun verildiği K250 grubunda gözlemlenmiştir. Kontrol grubu ile kekik dozları arasında karkas, karaciğer, kalp, taşlık, pankreas ve abdominal yağ ağırlıkları bakımından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Kan parametrelerinden alkalın fosfataz, total protein, kolesterol, LDL ve HDL kolesterol, kalsiyum ve fosfor seviyelerinde gruplar arasında önemli bir fark bulunmazken, albumin, trigliserit ve VLDL kolesterol düzeylerinde önemli farklar gözlemlenmiştir.

Habibi ve Ghahtan (2019), 27-42 günlük Japon bildircinleri üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, rasyona %0.5 ve %2.0 seviyelerinde sumak meyvesi tozu ilave etmişlerdir. Araştırmada, bu ilavelerin bildircinlerin 27. ve 42. gün canlı ağırlıklarını kontrol grubuna göre değiştirmedikleri, ancak yemden yararlanma oranını artırdığı gözlemlenmiştir. Karkas ve kesim özelliklerinin incelendiği çalışmada, sumak tozu içeren rasyonların bildircinlerin karkas ağırlığı, karkas randımanı, göğüs ağırlığı (%) ve taşlık ağırlığı (%) üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı, buna karşın %0.5 seviyesinde sumak meyvesi tozu içeren rasyonların karaciğer ve but ağırlığını azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca, sumak meyvesi tozu içeren rasyonların serum fosfor, kalsiyum, LDL ve HDL düzeyleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı, ancak serum trigliserid ve kolesterol değerlerini düşürdüğü bildirilmiştir. Araştırmacılar, sumak meyvesi tozu içeren rasyonlarla serum lipid profili düşüşünü, sumağın içerdiği fenolik bileşiklerin etkisine bağlamaktadırlar.

Daş ve arkadaşları (2020); bildircin rasyonlarına eklenen nane yağının büyüme performansı, et kalitesi, renk ve kan oksidatif stres özellikleri üzerindeki etkisi araştırmışlardır. Bu amaçla, 10 günlük yaşta 40 adet Japon bildircini kullanılmış ve deneme 35 gün boyunca sürdürmüşler. Araştırma grupları, her birinde 10 bildircin bulunan dört gruba ayırmışlar. Rasyonlarda, kontrol grubunda herhangi bir yem katkı maddesi kullanılmazken, diğer gruplara sırasıyla %0.1, %0.2 ve %0.3 oranlarında Nane Yağı (NY) ilave etmişlerdir. Deneme süresince, canlı ağırlık (CA), günlük canlı ağırlık artışı (GCAA), günlük yem tüketimi (GYT), yemden yararlanma oranı (YYO), karkas ve kesim özellikleri ile renk ve pH değerleri arasında gruplar arasında fark gözlemlenmemişlerdir. Ancak, kanda toplam oksidatif durum (TOS) önemli ölçüde düşerken, toplam antioksidan durum (TAS) ise yükselmiştir. Sonuç olarak, bildircin rasyonlarına nane yağı ilavesinin besi performansı ve karkas özelliklerini değiştirmediklerini ancak TAS değerlerini artırdığını ve TOS değerlerini düşürdüğünü belirtmişlerdir. Bu nedenle, yem katkı maddesi olarak rasyona %0.1 oranında nane yağı ilave edilmesinin faydalı olacağı sonucuna varmışlardır.

Kırar ve arkadaşları (2020); Japon bildircinlerinin yemlerine farklı seviyelerde ilave edilen sumağın yem tüketimi (YT), canlı ağırlık kazancı (CAK), yemden yararlanma oranı (YYO), et kalitesi ve oksidatif stres parametreleri üzerindeki etkileri belirlemişlerdir. Çalışmada, 10 günlük yaşta 120 adet karışık cinsiyette Japon bildircini, biri kontrol grubu olmak üzere rastgele dört gruba ayırmışlar. Bildircin yemlerine sırasıyla %0, %1, %2 ve %3 oranlarında sumak tozu ilave etmişler ve rasyonlar izokalorik ve izonitrojenik olarak hazırlamışlardır. Çalışmada, sumak ilavesinin CAK, YT ve YYO üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir. En düşük sırt ağırlığı, 27.12 g ile %3 sumak grubunda, en yüksek sırt ağırlığını ise 32.70 g ile kontrol grubunda olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada sumağın 1. ve 24. saatlerde göğüs eti pH'sı, göğüs eti L*, a* ve b* değerleri bakımından gruplar arasında fark oluşturmadığını belirlemişlerdir. Sonuç olarak, bildircin rasyonlarına sumak ilavesinin besi performansı, karkas özellikleri ve et kalitesini değiştirmedikleri, ancak kandaki TAS değerlerini yükselttiği ve OSİ değerlerini düşürdüğü için, rasyona sumak ilavesinin faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

Ermişler (2022), rasyona farklı seviyelerde ilave edilen lavanta esansiyel yağının yumurtlayan bildircinlerde performans, yumurta kalitesi ve serum parametreleri üzerine etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, rasyona 0, 25, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde lavanta esansiyel yağı eklenmiş ve her bir seviyede beş dişi bildircin bulunan beş tekerrürlü altı farklı muamele grubunda yürütülmüştür. Toplamda, sekiz haftalık yaşta olan 150 dişi bildircin, 12 hafta boyunca ad-libitum olarak yemlenmiştir. Çalışma

sonucunda lavanta esansiyel yağı ilavesinin bıldırcınların canlı ağırlığı, canlı ağırlık değişimi ve yemden yararlanma oranı üzerinde herhangi bir etkisi bulunmadığı belirtilmiştir. Ancak, yumurta verimi yem tüketimi üzerinde olumsuz etkiler olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, 400 mg/kg seviyesinde lavanta esansiyel yağı ilavesi yumurta ağırlığını önemli derecede azaltmıştır. Sonuç olarak, yumurtlayan bıldırcın rasyonlarına lavanta esansiyel yağı ilavesinin, performans üzerinde olumsuz etkiler yaratmış olduğu özellikle 50 mg/kg seviyesindeki ilave yumurta iç kalitesini olumsuz etkilediği belirtilmiştir.

Deveci (2021), besiyeye alınan bıldırcınların diyetlerine ilave edilen farklı düzeylerdeki (%0, 0,5, 1, 1,5 ve 2) nar çekirdeği yağının bıldırcınların besi performansları ve karkas özellikleri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirmiştir. Çalışmada, 135 adet Japon bıldırcını civcivi 42 gün süreyle besi denemesine alınmış ve hayvanlar, her biri 3 tekerrürden oluşan 5 farklı gruba ayrılmıştır. Deneme sonucunda, kontrol ve muamele gruplarına ait bıldırcınların canlı ağırlık ortalamaları, günlük ortalama yem tüketimi, eklemeli yem tüketim ortalamaları, haftalık yemden yararlanma oranları, eklemeli yemden yararlanma oranları, karkas ağırlığı ve karkas randımanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Benzer şekilde, karkas kısımları (kanat ağırlığı, göğüs ağırlığı, boyun ağırlığı, kalp ağırlığı, karaciğer ağırlığı ve testis ağırlığı) ve iç organlar açısından yapılan karşılaştırmalar da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sonuç olarak, besiyeye alınan bıldırcınların diyetlerine farklı düzeylerde ilave edilen nar çekirdeği yağının, bıldırcınların genel performans parametreleri (canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, karkas ağırlığı ve karkas randımanı) üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamıştır. Ancak, bazı karkas kısımlarında (but ağırlığı, sırt ağırlığı ve taşlık ağırlığı) bazı önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Çalışma, bıldırcın diyetlerinde %2 düzeyine kadar nar çekirdeği yağı kullanımının olumsuz bir etkisi olmadığı belirtilmiştir.

Kaynakça

1. Daş, B. D., Daş, A., Koyuncu, İ., Bilal, O., Çetin, M., Kırar, N., ... & Şengül, A. Y. (2020). Bildircin rasyonlarına nane yağı ilavesinin besi performansı, et kalitesi, karkas kompozisyonu ve oksidatif stres belirleyicileri üzerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(1), 186-194.
2. Deveci, M. (2021). *Bildircin diyetlerine farklı düzeylerde nar çekirdeği yağı ilavesinin besi performansı ve karkas özelliklerine etkisi* (Yüksek lisans tezi, Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Ana Bilim Dalı). 53 s.
3. Ermişler, Y. (2022). *Rasyona lavanta esansiyel yağı ilavesinin yumurtlayan bildircinlerde performans, yumurta kalitesi ve serum parametreleri üzerine etkisi* (Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Ana Bilim Dalı).
4. Göçmen, M. (2014). *Etlük piliç rasyonlarına farklı miktarlarda ilave edilen kekik (Thymus vulgaris) bitkisinin besi performansı, kesim özellikleri, kan parametreleri ve oksidatif stres üzerine etkileri* (Doktora tezi, Harran üniversitesi,, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Ana Bilim Dalı).
5. Habibi, H., & Ghahtan, N. (2019). Effects of medicinal plant powder as feed additives on growth performance, carcass characteristics, and immune response of Coturnix japonica against avian influenza and Newcastle disease vaccine virus. *Comparative Clinical Pathology*, 28, 1581-1588.
6. Jones, G. (2001). High performing livestock and consumer protection are not contradictory—Impact of a phytogenic additive. *Feed Magazine*, 12, 468-472.
7. Karademir, G., & Karademir, B. (2003). Yem katkı maddesi olarak kullanılan biyoteknolojik ürünler. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 43, 61-74.
8. Svoboda, K. P., & Hampson, J. B. (2006). Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants. Erişim: <http://www.ienica.net/speechemseminar>. Erişim tarihi: 25.09.2006.
9. Yeşilbağ, D. (2007). Fitobiyotikler. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 26(1-2), 33-39.
10. Kırar, N., Bilal, O., Daş, A., Koyuncu, İ., Avcı, M., Bozkaya, F., ... & Tufan, T. (2020). Bildircin rasyonlarına farklı oranlarda sumak (*Rhus coriaria* L.) ilavesinin besi performansı, oksidatif stres parametreleri ve et kalitesi üzerine etkisi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 9(2), 177-182.

RECENT DEVELOPMENTS IN GOSSYPOL-FREE COTTON BREEDING

Taner TOPUZ (ORCID: 0009-0002-1723-2679)

Graduate School of Natural and Applied Sciences, University of Aydın Adnan Menderes,
Department of Field Crops, Aydın-Türkiye, **Email:** egefloraorganik@gmail.com

Volkan Mehmet ÇINAR* (ORCID: 0000-0001-5822-5649)

Postdoctoral Researcher, Faculty of Agriculture, Aydın Adnan Menderes University,
Aydın-Türkiye, **Email:** vmcinar@gmail.com(*Corresponding Author)

Aydın ÜNAY (ORCID: 0000-0002-7278-4428)

Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Aydın Adnan Menderes University,
Aydın-Türkiye, **Email:** aunay@adu.edu.tr

Abstract

Among the terpenoid compounds in the lysigenous glands of *Gossypium* species, gossypol is recognized as a secondary phytoalexin. The source of gossypol in the plant is the roots from germination and cotyledon leaf formation, and it reaches its peak with the formation of the first true leaf and is stored in the gland glands in the upper part of the plant. Although the absence of gossypol, a polyphenolic compound, in seeds is an advantage for protein and oil sources, it also causes the plant to be susceptible to many pests. In cotton, gossypol also positively affects plant defense against seedling root rot complexes. The synthesis of gossypol by independent gland glands shows that it is possible to inhibit the formation of gland glands. For this reason, breeding and genetic engineering studies are being carried out to ensure that the seed is non-gossypol, but the plant is with gossypol. Chemical identification of gossypol, biosynthesis pathways, determination of gossypol-pest relationships, genetics of gossypol deficiency, and determination of the point reached by recent breeding studies were the main objectives of this paper. In addition, the performance of transgenic Bt varieties outside the target pest was discussed in terms of host plant resistance.

Keywords: Breeding, gland, gossypol, pathway, resistance to insect

GOSİPOLSÜZ PAMUK ISLAHINDA SON GELİŞMELER

Özet

Gossypium türlerinin lizigenöz bezlerindeki terpenoid bileşiklerden gossipol ikincil fitoaleksinler içerisinde tanımlanmaktadır. Bitkide gossipol kaynağını çimlenmeden ve kotiledon yaprak oluşumundan itibaren kökler oluşturmaktadır ve ilk gerçek yaprak oluşumu ile en üst seviyeye ulaşmakta ve bitkinin üst aksamında gland bezlerinde depolanmaktadır. Polifenolik bir bileşik olan gossipolün tohumlarda yer almaması protein ve yağ kaynağı için bir avantaj olmasına karşın bitkiye birçok zararlıya karşı duyarlılığı da beraberinde getirmektedir. Pamukta gossipol fide kök çürüklüğü komplekslerine karşı da bitki savunmasını olumlu yönde etkilemektedir. Birbirinden bağımsız gerçekleşen gland bezleri ile gossipol sentezi, gland bezleri oluşumunun engellenmesinin mümkün olduğunu göstermektedir. Bu nedenle tohum gossipolsüz buna karşın bitkinin gossipollü olması yönünde ıslah ve genetik mühendisliği çalışmaları sürdürülmektedir. Gossipolün kimyasal olarak tanımlanması, biyosentez yollarının ortaya konulması, gossipol-zararlı ilişkilerinin saptanması, gossipolsüzlüğün genetiği ve son ıslah çalışmalarının ulaştığı noktanın belirlenmesi bu bildirinin ana amacı olmuştur. Bununla birlikte transgenik Bt çeşitlerinin hedef zararlı dışındaki performansları konukçu bitki dayanıklılığı yönünden tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Beze, biyosentez, gossipol, ıslah, zararlılara dayanıklılık

Giriş

Toksik gosipol içermeyen pamuk çeşitlerinin yetiştiriciliği lif üretimi, yağ teknolojisi ve tam tohum (çiğit) veya pamuk tohumu küspesinin kullanılması yönünden avantajlar taşımaktadır (Fidan vd., 2009; Zhang ve Wedegaertner, 2021). Özellikle bazı böceklere karşı duyarlılığa yönelik genetik ve ıslah çalışmalarının tam olarak gerçekleştirilememesi nedeniyle verim ve kalite azalışı meydana gelmektedir (Idowu vd. 2014; Zhang vd., 2014a). Bazı Lepidoptera larvalarına karşı etkili ve pestisit kullanımını büyük ölçüde azaltan *Bacillus thuringiensis* (Bt) bakterisi ve bundan elde edilen protein/proteinleri sentezleyen genlerin saptanması ile GM (genetically modified; GDO) çeşitleri hızla artmıştır. Lepidoptera ve pamukta ikincil zararlılarının etkisinin azaltılması ile gosipolsüz pamuk çeşitlerinin yetiştiriciliği yeniden gündeme gelmiştir. Gosipolün de içerisinde yer aldığı “konukçu bitki dayanıklılığı” transgenik hedefi dışında kalan ikincil zararlılara karşı insektisit uygulama ihtiyacını azaltarak entegre böcek mücadelesini (IPM) desteklemektedir. Zararları yeni ortaya çıkan veya ikincil zararlılara karşı dirençli çeşitler için daha az pestisit kullanılması gerektiği, böylece maliyetlerin azaldığı ve faydalı böcek popülasyonunun artması ile çevreci yaklaşıma yardımcı olacağı bildirilmiştir (Trapero vd., 2016).

Beze ve Gosipol

Gosipol bezeleri, epidermal hücrelerden kaynaklanan ve vasküler bitki türlerinin yaklaşık %30'unda bulunan ve çok sayıda ikincil metabolit sentezleme, depolama ve bazen salgılama kapasitelerine sahiptir (Huchelmann vd., 2017). Bitkilerin toprak üstü kısımlarına özelleşmiş bezeler trikomlar olarak bilinen kıl benzeri epidermal yapılar beze olarak tanımlanır. Bir tabanı, sapı ve salgı başı bulunan bezeler trikom farklı hücre sayısına sahip olabilir (Lange ve Turner, 2013). Tüm pamuk türleri terpenoid aldehytler üreten lisigen bezelere sahiptir (Liu vd., 2010) ve en tehlikelisi hem geniş getirmeyen hayvanlar hem de insanlar için toksik olan seskiterpenoid gosipoldür (Alchanati vd., 1998). *Gossypium hirsutum* L. türünde çeşitlere göre değişimle birlikte beze yoğunluğu gövdede 142 cm^{-2} , yaprakta 135 cm^{-2} , koza duvarında 85 cm^{-2} ve embriyoda 16 mm^{-2} olabilmektedir (Bolek vd., 2010). Bu gosipol bezeleri dokularının yüzeylerinde bir fitoaleksinin olan gosipol gibi terpenoid aldehytleri depolamaktadır (Sun vd., 2022). Bu bezelerin bitkilerin zararlı ve hastalıklara karşı direncini arttırdığı ortaya konulmuştur (Tian vd., 2018). Gosipol bezeleri bitkisinin farklı kısımlarında farklı yoğunluğa sahiptir ve *Gossypium barbadense*'de daha koyu ve daha belirgin bulunmuştur. Gosipol üreten bezeler gövde, yaprak, çiçek tomurcuğu ve pamuk tohumlarında yaygın olarak bulunur. Tohum, kilogram pamuk tohumu başına yaklaşık 34 g gosipol içerir (Cai vd., 2010; Rogers vd., 2002). Pamuk ayrıca birçok başka fenolik bileşik de üretmesine rağmen, bunların konsantrasyonları gosipolden çok daha düşüktür, dolayısıyla toksikolojik bir tehdit oluşturmaz (Gadelha vd., 2014). Gosipol bezeleri polen ve tohum kabuğu dışında tüm dokularda ve yaşlı bitkilerde olmak üzere floem ışın hücrelerinde yer almaktadır (Yang vd., 2020). Pigment bezi oluşumunun erken ve son gelişim aşamalarında, hücre duvarı bozulması, yoğunlaşmış kromatin, kırılmış çekirdekler ve membrana bağlı otofagozomlar gibi çeşitli morfolojik özellikler devam eden otofaji ve otolizi gösterdiği için pamuk yapraklarında pigment bezelerinin oluşumunun programlanmış hücre ölümü ile gerçekleştiği varsayılmıştır (Liu vd., 2010). Isıl işlem esnasında gosipol içeren pigment bezeleri parçalanır ve gosipol proteinlere bağlanır ve serbest gosipol içeriğini azaltılır. Lizin amino asidinin gossipole bağlanan birincil amino asit olduğu, işlemin protein kalitesini ve amino asit kullanılabilirliğini, özellikle de lizin kullanılabilirliğini azalttığı bildirilmiştir (Anderson vd., 1984).

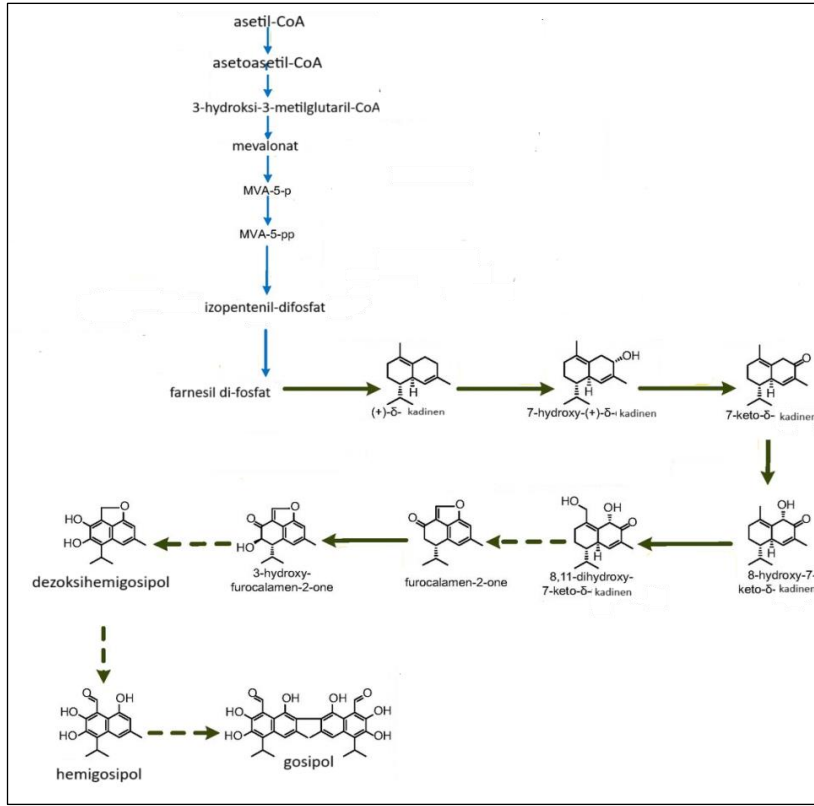
Gosipol Biyosentezi

Pamukta pigmentlerin morfolojik oluşumu karmaşık bir süreç olmasına karşın genel olarak, epidermin altındaki meristem kümelerinden kaynaklandığı varsayılmaktadır (Liu vd., 2010). Olgun pigment bezelerinin radyal olarak yağlanmış hücrelerle çevrili bir boşluk oluşturduğu ve bu boşlukta kalıntı hücre duvarlarının belirgin olduğu bildirilmiştir. Pamuğun pigment bezi boşlukları, bitkileri patojenlere, böceklere ve otçullara karşı koruyabilen çok sayıda ikincil metabolit biriktirmektedir (Yatsu vd., 1974; Sun vd., 2024). Gosipol ($C_{30}H_{30}O_8$) (-) gosipol ve (+) gosipol olmak üzere iki optik enantiyomeri olan bir polifenoldür (Freedman vd., 2003; Knutsen vd., 2017). Gosipol, iki grup aldehit ve altı grup fenolik hidroksil nedeniyle oldukça reaktif bir kimyasaldır (Wang vd., 2009). (+)- δ -kadinen, 7- ve 8-hidroksillenmiş türevler de dahil olmak üzere pamuktaki tüm kadinen tipi seskiterpenoidlerin öncüsü kabul edilmektedir (Davis ve Essenberg, 1995). (+)- δ -kadinen sentaz aktivitesi ve kadinenlerin iki alt ailesini kodlayan cDNA'lar saptanmıştır (Chen vd., 1996). Bir sitokrom olan P450 monooksijenazın muhtemelen 8- pozisyonunda (+)- δ -kadinenin hidroksilasyonunu katalize ettiği bulunmuştur ve bir desoksihemigossipol metiltransferaz karakterize edilmiştir. Gossipol, hemigossipolün dimerizasyonu yoluyla oluşmaktadır (Liu vd., 1999) (Şekil 1).

Pamuk Zararlıları ve Gosipol

Singh ve Weaver (1972) yüksek gosipol içeren pamuk hatlarından elde edilen koza kurdu iriliğinin bezesiz genotiplere göre önemli düzeyde azaldığını belirtmiştir. Smith (1992) pamukta gosipolün önemli bir morfolojik ve biyokimyasal konukçu bitki dayanıklılığı mekanizması olduğunu ve toplam gosipol miktarının koza kurdu üzerinde etkisi olduğunu vurgulamıştır. Bezersiz pamuk çeşit ve ileri hatlarının beyaz sinek, yaprak biti, thrips ve unlu bit gibi emici böceklere duyarlılığı çok sayıda çalışmada saptanmıştır (Leigh vd., 1985; Zhang vd., 2014b; Sahu ve Samal, 2020).

Ülkemizde farklı morfolojik özelliklere sahip pamuk genotiplerinde yaygın olan böcek popülasyonlarının yoğunluğunun belirlendiği çalışmalarda, okra, frego-brakte ve nektarsızlık özelliğini taşıyan genotiplerin beyaz sinek ve yaprak bitine toleranslı olduğunu buna karşın bezesiz genotiplerin her iki zararlıya da duyarlı olduğu bildirilmiştir (Özgür vd., 1988; Mart vd., 1997). Bu çalışma sonuçlarını destekler nitelikte Gosipolsüz Nazilli çeşidinin yaprak pirelerine duyarlı olduğu ve bu nedenle de gosipolün yaprak pirelerine dayanıklılıkta kullanılabileceği savunulmuştur (Atakan vd., 2004). Emici böcek popülasyonlarının Gosipolsüz 86 çeşidinde en yüksek düzeyde popülasyon gelişimi gösterdiği buna karşın faydalı böceklerin popülasyon yoğunluklarının azaldığı belirtilmiştir (Bulat, 2022).



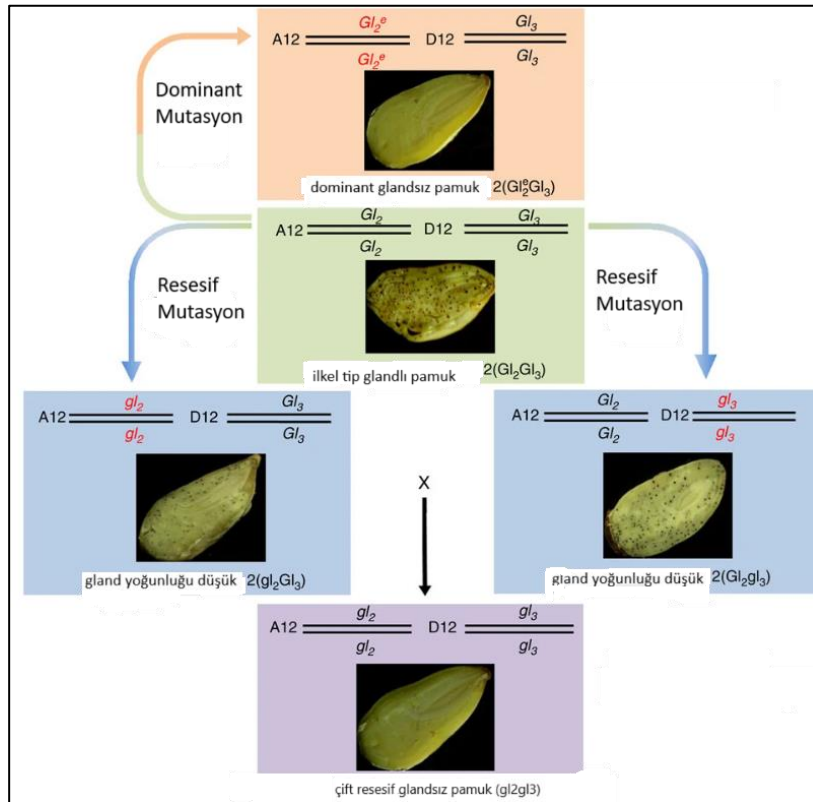
Şekil 1. Gosipol sentezi (Tian vd., 2018'den değiştirilerek)

Genetik ve Islah

Pamuk bitkileri böceklere karşı doğal ve daha sonra ıslah edilerek kazandırılmış tolerans mekanizmasına sahiptir. Gen kaynakları elverişli olsa bile çoğu zaman böceklere dayanıklılık ıslahı yavaş işlemekte ve tescil edilmesi 15 yıldan daha fazla zaman alabilmektedir. Üstelik dayanıklılık özelliklerine sahip pamuk genotiplerinde verim ve kalite özelliklerinde olumsuzluk yaşanabilmektedir (Egan vd., 2024). Buna karşın gosipol üreten genlerin susturulması ile hem yağ hem de protein kaynağı olarak potansiyelinin artırılması ıslahçıların en büyük hedeflerinden birisidir (Mao vd., 2007).

Gosipolsüz pamuk ıslahı için belirlenen dört genetik kaynaktan ilkinin bitki ve tohumun beze taşımadığı, gl_2 ve gl_3 olmak üzere iki resesif alel taşıyan bir mutant genotip olduğu bildirilmiştir (McMichael, 1960). Bu genotipte gl_2 ve gl_3 genlerinin lif kalitesini olumsuz etkilemediği ancak tohumların küçüldüğü belirtilmiştir (Halloin vd., 1978). Daha sonra Gl_2 ve Gl_3 genlerinin A ve D genomlarının 12. kromozomlarına lokalize olduğu saptanmıştır (Endrizzi vd., 1985; Dong vd., 2007). Sonraki çalışmalar bitki ve tohumlarda beze düzeyinin Gl_1 , Gl_4 , Gl_5 ve Gl_6 tarafından değiştirilebileceğini göstermiştir (Calhoun, 1997). Giza 45 (*G. barbadense* L.) çeşidinde mutasyon sonucu Gl_2^e dominant gen tarafından yönetilen bezesizlik ikinci kaynağı oluşturmuştur (Afifi vd., 1966; Şekil 2). Üçüncü kaynak diploid Avustralya türlerinden olan *Gossypium bickii*'de bulunmuş ve bu türün bitkileri bezeli ve tohumlarının bezesiz olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde *Gossypium australe* tohumu bezesiz buna karşın bitkinin bezeli olduğu tür olarak tanımlanmıştır (Kulkarni vd., 2002). Avustralya türleri olan *Gossypium bickii* ile *Gossypium arboreum*, *Gossypium astrale* ile *Gossypium herbaceum* ve *Gossypium thurberi* ile *Gossypium sturtianum* melezleri yapılmıştır (Zhu vd., 2005; Liu vd., 2015). Dördüncü

kaynak genetik mühendisliği yoluyla elde edilmiş olan son derece düşük gosipol içeriği taşıyan tohuma sahip genotiptir. Sunilkumar vd. (2006) tarafından bu genotipte tohuma özgü bir α -globulin promotörü tarafından yönlendirilen delta-kadinen sentaz gen/genleri susturulmuştur. Gosipollü bitki buna karşın gosipolsüz tohum özelliğinin *Gossypium sturtianum* (C₁) türünden *Gossypium hirsutum* L. (AD₁) türüne aktarılabilmesi için türler arası melezleme (introgression) yönteminin uygulandığı ancak ploidi seviyesindeki farklılıklar başta olmak üzere çok sayıda etkenin *Gossypium* (A-G) cinsi içerisindeki yabancı türlerden kültür türlerine olabilecek gen aktarımını kısıtladığı bildirilmiştir (Başal, 2002). Hirsutum × sturtianum melezi sonucu AADDCC heksaploidleri elde edilmiş ve daha sonra heksaploid × tetraploid melezlemesi elde edilen pentaploid geri melezleme programları için gen kaynağı olarak kullanılmıştır (Dilday, 1986; Altman vd., 1987).



Şekil 2. Mutasyon yoluyla bezersiz pamuk (Ma vd., 2016'dan değiştirilerek)

Ülkemizde yürütülen ıslah çalışmaları sonucu ilk olarak Gosipolsüz 86 pamuk çeşidi tescil ettirilmiştir. Bu çeşidin tohumlarında protein oranının yüksek buna karşın yağ içeriğinin düşük olduğu ve gosipol içeriğinin 0,2 g kg⁻¹ olduğu saptanmıştır (Nergiz vd., 1997). Acala Maxxa çeşidi izogenik glandsız hattı olan Acala C-166 ile karşılaştırıldığında bezersiz hat benzer verim ve lif kalite özellikleri taşımış ancak thrips ve kırmızı örümceğe duyarlı olmamasına karşın önemli yoğunlukta ligus zararı gözlemlendiği belirtilmiştir (Dobbs ve Oakley, 1998). 2016 yılında Acala 1517-08 × Bezersiz Acala melezlemesi sonucu Acala 1517-18 GLS ve bezeli Çin çeşidi (*Gossypium hirsutum* L. × *Gossypium barbadense* L. (Gl₂^e) melezlemesi sonucu NM 13P1117 tescil ettirilmiştir. Her iki çeşitte de standart çeşitler ile benzer verimler elde edilmesine karşın lif kalite özelliklerinin olumsuz olduğu ve thrips zararına ve verticillium solgunluğuna benzer

tepkiler verdikleri saptanmıştır (Zhang vd., 2018). Genetik stok çeşit karakterizasyonu çalışmalarında Gosipolsüz 86'nın arzu edilir bir lif kalite özelliklerine sahip olmasına karşın veriminin oldukça düşük olduğunu vurgulamıştır (Kıllı vd., 2019).

Son yapılan çalışmalarda pamuktaki pigmentasyon için transkripsiyon faktörleri belirlenmiş (Cheng vd., 2016; Ma vd., 2016; Janga vd., 2019), GoPGF olarak adlandırılan bitki büyüme faktörünün kesilmesi ile pigmentasyonun sonlandığı (Janga vd., 2019; Li vd., 2020), pamuk saplarında ve yapraklarında pigment biyosentezini düzenleyen faktörlerin saptandığı ifade edilmiştir (Cai vd., 2020; Wu vd., 2021; Zhang vd., 2021). Antisens ve RNAi yöntemleri, farnesil difosfatın (+)- δ -kadinene dönüştürülmesini içeren ilk reaksiyonu katalize eden (+)- δ -kadinin sentaz enzimini kodlayan geni susturarak pamuk tohumlarındaki gosipol içeriğini ortadan kaldırmıştır (Sunilkumar vd., 2006). Oldukça düşük gosipol pamuk tohumlarına sahip transgenik hattın genetik olarak stabil olduğu ve pamuk lifi kalitesi ve verimi üzerinde olumsuz etkileri olmadığı belirlenmiştir (Palle vd., 2013, Rathore vd., 2020). Tohuma özgü bir promotör kullanarak kadinin sentaz enziminin susturulması yoluyla ultra düşük gossipol üreten yeni bir düşük gossipollü pamuk çeşidi TAM 66274 geliştirilmiş ve tescillenmiştir (Rathore vd., 2020). Gao vd. (2022) tarafından yürütülen çalışmalarda GoPGF ifadesinin susturulduğu yaprak, gövde ve koza kabuğu dahil olmak üzere bitki dokularında bezelerin bulunduğu buna karşın olgun tohumda neredeyse hiç beze bulunmayan homozigot T183-88 hattı elde edilmiştir. Beze ile ilişkili bir transkripsiyon faktörü olan GhHAM klonlanmış ve CRISPR/Cas9 kullanarak GhHAM'ı susturan mutant elde edilmiştir (Long vd., 2024). GhHAM'ın susturulması ile gosipol üretiminin önemli ölçüde azaldığı ve koza kurdu larvalarının resesif mutant Ghham'ı tercih ettiği saptanmıştır.

Çıkarımlar ve Geleceğe Yönelik Yaklaşımlar

Pamukta tohumun gosipolsüz buna karşın toprak üstü organların gosipol içermesi tohumdan yağ ve protein elde edilmesi yönünden oldukça önemlidir. Gosipol bitkinin dayanıklılık mekanizması yönünden önemli bir savunma aracıdır ve pamukta çok sayıda zararlıya karşı toleransta büyük avantajlara sahiptir. Türler arası melezlemelerde ploidi uyumsuzluğu pamuğa klasik ıslah yöntemleriyle gen aktarımını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle yabancı türlerden tohumu gosipolsüz buna karşın bitki aksamı gosipollü bitki ıslahı yavaş ilerlemektedir. Gosipol biyosentezinin aydınlığa kavuşturulması ile ileri gen teknolojisi sayesinde arzulanan hedefe ulaşılan çeşitlerin ıslahı gerçekleştirilebilmektedir. Bu sayede insan ve hayvan beslenmesindeki avantajları ile birlikte daha az pestisit kullanımı olanağı doğacaktır.

Araştırmacıların Katkı Oranı ve Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını ve aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Afifi, A., Bary, A. A., Kamel, S. A., & Heikal, I. (1966). Bahtim 110, a new strain of Egyptian cotton free from gossypol. *Empire Cotton Growing Review*, 43, 112–120.
- Alchanati, I., Patel, J. A. A., Liu, J., Benedict, C. R., Stipanovic, R. D., Bell, A. A., ... & Magill, C. W. (1998). The enzymatic cyclization of nerolidyl diphosphate by δ -cadinene synthase from cotton stele tissue infected with *Verticillium dahliae*. *Phytochemistry*, 47(6), 961-967. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(98\)80054-X](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(98)80054-X)
- Altman, D. W., Stelly, D. M., & Kohel, R. J. (1987). Introgression of the glanded-plant and glandless-seed trait from *Gossypium sturtianum* willis into cultivated upland cotton using ovule culture¹. *Crop Science*, 27(5), 880-884. <https://doi.org/10.2135/cropsci1987.0011183X002700050008x>
- Anderson, P. A., Sneed, S. M., Skurray, G. R., & Carpenter, K. J. (1984). Measurement of lysine damage in proteins heated with gossypol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 32(5), 1048-1053. <https://doi.org/10.1021/jf00125a026>
- Atakan, E., Boyacı, K., & Gençer, O. (2004). Çukurova'da Yaprakpireleri [*Asymmetrasca decedens* (Paoli) ve *Empoasca decipiens* Paoli (Homoptera: Cicadellidae)]'nin bazı pamuk çeşitlerindeki populasyon gelişmesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 28(4), 267-273.
- Başal, H. (2002). Gossypollu bitki gossypolsuz tohum özelliğinin kültürü yapılan pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) türlerine aktarılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1-2), 45-50.
- Bolek, Y., Fidan, M. S., & Oglakci, M. (2010). Distribution of gossypol bezes on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(1), 81-87. <https://doi.org/10.15835/nbha3813497>
- Bulat, Y. Ş. (2022). Adana 'da pamukta erken dönemde yapılan ilaçlamaların zararlı ve faydalı böcek popülasyonları üzerine etkilerinin araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı Doktora Tezi.
- Cai, Y., Xie, Y., & Liu, J. (2010). Glandless seed and glanded plant research in cotton. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30, 181-190. <https://doi.org/10.1051/agro/2008024>
- Cai, Y., Cai, X., Wang, Q., Wang, P., Zhang, Y., Cai, C., ... & Liu, F. (2020). Genome sequencing of the Australian wild diploid species *Gossypium australe* highlights disease resistance and delayed beze morphogenesis. *Plant Biotechnology Journal*, 18(3), 814-828. <https://doi.org/10.1111/pbi.13249>
- Calhoun, D. S. (1997). Inheritance of high glanding, an insect resistance trait in cotton. *Crop Science*, 37(4), 1181-1186. <https://doi.org/10.2135/cropsci1997.0011183X003700040026x>
- Chen, X. Y., Wang, M., Chen, Y., Davisson, V. J., & Heinstejn, P. (1996). Cloning and heterologous expression of a second (+)- δ -cadinene synthase from *Gossypium arboreum*. *Journal of Natural Products*, 59(10), 944-951. <https://doi.org/10.1021/np960344w>
- Cheng, H., Lu, C., Yu, J. Z., Zou, C., Zhang, Y., Wang, Q., ... & Song, G. (2016). Fine mapping and candidate gene analysis of the dominant glandless gene Gl₂^e in cotton (*Gossypium* spp.). *Theoretical and Applied Genetics*, 129, 1347-1355. <https://doi.org/10.1007/s00122-016-2707-1>
- Davis, G. D., & Essenberg, M. (1995). (+)- δ -Cadinene is a product of sesquiterpene cyclase

- activity in cotton. *Phytochemistry*, 39(3), 553-567. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(95\)00067-H](https://doi.org/10.1016/0031-9422(95)00067-H)
- Dilday, R. H. (1986). Development of a cotton plant with glandless seeds, and glanded foliage and fruiting forms¹. *Crop Science*, 26(3), 639-641. <https://doi.org/10.2135/cropsci1986.0011183X002600030046x>
- Dobbs, J., & Oakley, S. R. (1998). CPCSD bezeless cotton breeding program. Proceedings of the Beltwide Cotton Conference. National Cotton Council, Memphis TN 1:556-557.
- Dong, C., Ding, Y., Guo, W., & Zhang, T. (2007). Fine mapping of the dominant glandless Gene Gl 2 e in Sea-island cotton (*Gossypium barbadense* L.). *Chinese Science Bulletin*, 52, 3105-3109. <https://doi.org/10.1007/s11434-007-0468-6>
- Egan, L., Zhu, Q. H., Wilson, I., & Stiller, W. (2024). Host Plant Resistance to Insects in Cotton. In: Kumar, S., Furlong, M. (eds) *Plant Resistance to Insects in Major Field Crops*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-7520-4_3
- Endrizzi, J. E., Turcotte, E. L., & Kohel, R. J. (1985). Genetics, cytology, and evolution of *Gossypium*. *Advances in Genetics*, 23, 271-375. [https://doi.org/10.1016/S0065-2660\(08\)60515-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2660(08)60515-5)
- Fidan, M. S., Bölek, Y., Oğlakçı, M., & Bardak, A. (2009). Pamukta gossypol. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 12(1), 93-101.
- Freedman, T. B., Cao, X., Oliveira, R. V., Cass, Q. B., & Nafie, L. A. (2003). Determination of the absolute configuration and solution conformation of gossypol by vibrational circular dichroism. *Chirality: The Pharmacological, Biological, and Chemical Consequences of Molecular Asymmetry*, 15(2), 196-200. <https://doi.org/10.1002/chir.10171>
- Gadelha, I. C., Fonseca, N. B., Oloris, S. C., Melo, M. M., & Soto-Blanco, B. (2014). Gossypol toxicity from cottonseed products. *Scientific World Journal*, 2014, 231635. <https://doi.org/10.1155/2014/231635>
- Gao, W., Zhu, X., Ding, L., Xu, B., Gao, Y., Cheng, Y., ... & Hu, Y. (2022). Development of the engineered “glanded plant and glandless seed” cotton. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 5, 100130. <https://doi.org/10.1016/j.fochms.2022.100130>
- Halloin, J. M., Turner Jr, J. H., & Hoskinson, P. E. (1978). Comparison of seed and fiber properties and yield of glanded and glandless cottons¹. *Crop Science*, 18(3), 519-520. <https://doi.org/10.2135/cropsci1978.0011183X001800030048x>
- Huchelmann, A., Boutry, M., & Hachez, C. (2017). Plant glandular trichomes: natural cell factories of high biotechnological interest. *Plant Physiology*, 175(1), 6-22. <https://doi.org/10.1104/pp.17.00727>
- Idowu, O. J., Zhang, J. F., Flynn, R. F., Pierce, J. B., and Wedegaertner, T. (2014). Comparative performance of a bezeless Acala cultivar and two bezeed Acala cultivars in New Mexico. *Journal of Cotton Science*, 18(2), 122–128.
- Janga, M. R., Pandeya, D., Campbell, L. M., Konganti, K., Villafuerte, S. T., Puckhaber, L., ... & Rathore, K. S. (2019). Genes regulating beze development in the cotton plant. *Plant Biotechnology Journal*, 17(6), 1142-1153. <https://doi.org/10.1111/pbi.13044>
- Kılılı, F., Beycioğlu, T., Doğan, S., & Kür, A. B. (2019). Genetik stok ve bazı güncel pamuk (*Gossypium hirsutum* L. ve *Gossypium barbadense* L.) genotiplerinin lif verimi ve önemli lif kalite özellikleri. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 1(3), 21-26.
- Knutsen, H. K., Barregård, L., Bignami, M., Brüsweiler, B., Ceccatelli, S., Dinovi, M., Edler, L., Grasl-Kraupp, B., Hogstrand, C., Hoogenboom, L. R., Nebbia, C. S., Oswald, I. P.,

- Petersen, A., Rose, M., Roudot, A. C., Schwerdtle, T., Vleminckx, C., Vollmer, G., Wallace, H., ... Mackay, K. (2017). Presence of free gossypol in whole cottonseed. *EFSA Journal*, 15(7), e04850. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4850>
- Kulkarni, V. N., Khadi, B. M., & Sangam, V. S. (2002). Pre-breeding effort for low gossypol seed and high gossypol plant in *G. herbaceum* L. cotton utilizing *G. australe* Mueller. *Current Science*, 82(4), 434-439. <https://www.jstor.org/stable/24106656>
- Lange, M. B., & Turner, G. W. (2013). Terpenoid biosynthesis in trichomes—current status and future opportunities. *Plant Biotechnology Journal*, 11(1), 2-22. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7652.2012.00737.x>
- Leigh, T. F., Hyer, A. H., Benedict, J. H., & Wynholds, P. F. (1985). Observed population increase, nymphal weight gain, and oviposition nonpreference as indicators of *Lygus hesperus* Knight (Heteroptera: Miridae) resistance in bezeless cotton. *Journal of Economic Entomology*, 78(5), 1109-1113. <https://doi.org/10.1093/jee/78.5.1109>
- Li, B., Liang, S., Alariqi, M., Wang, F., Wang, G., Wang, Q., ... & Jin, S. (2020). The application of temperature sensitivity CRISPR/LbCpf1 (LbCas12a) mediated genome editing in allotetraploid cotton (*G. hirsutum*) and creation of nontransgenic, gossypol-free cotton. *Plant Biotechnology Journal*, 19(2), 221-223. <https://doi.org/10.1111/pbi.13470>
- Liu, J., Benedict, C. R., Stipanovic, R. D., & Bell, A. A. (1999). Purification and characterization of S-adenosyl-L-methionine: desoxyhemigossypol-6-O-methyltransferase from cotton plants. An enzyme capable of methylating the defense terpenoids of cotton. *Plant Physiology*, 121(3), 1017-1024. <https://doi.org/10.1104/pp.121.3.1017>
- Liu, W. Z., Zhou, Y. F., Wang, X., & Jiao, Z. J. (2010). Programmed cell death during pigment gland formation in *Gossypium hirsutum* leaves. *Plant Biology*, 12(6), 895-902. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2009.00291.x>
- Liu, Q., Chen, Y., Chen, Y., Wang, Y., Chen, J., Zhang, T., & Zhou, B. (2015). A new synthetic allotetraploid (A₁A₁G₂G₂) between *Gossypium herbaceum* and *G. australe*: bridging for simultaneously transferring favorable genes from these two diploid species into upland cotton. *PLOS one*, 10(4), e0123209. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123209>
- Long, L., Xu, F. C., Yuan, M., Shang, S. Z., Song, H. G., Zhao, J. R., ... & Gao, W. (2024). GhHAM regulates GoPGF-dependent gland development and contributes to broad-spectrum pest resistance in cotton. *The Plant Journal*, 119(2), 879-894. <https://doi.org/10.1111/tpj.16803>
- Ma, D., Hu, Y., Yang, C., Liu, B., Fang, L., Wan, Q., ... & Zhang, T. (2016). Genetic basis for glandular trichome formation in cotton. *Nature Communications*, 7(1), 10456. <https://doi.org/10.1038/ncomms10456>
- Mao, Y. B., Cai, W. J., Wang, J. W., Hong, G. J., Tao, X. Y., Wang, L. J., ... & Chen, X. Y. (2007). Silencing a cotton bollworm P450 monooxygenase gene by plant-mediated RNAi impairs larval tolerance of gossypol. *Nature Biotechnology*, 25(11), 1307-1313. <https://doi.org/10.1038/nbt1352>
- Mart, C., Güvelioğlu, M., Nasırcı, Z., Aktura, T., Gülyaşar, L. 1997. Doğu Akdeniz Bölgesi koşullarında *Aphis gossypii* Glov. (Homoptera: Aphididae)'nin bazı pamuk çeşitlerindeki populasyon değişimi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 21(1), 57-64.
- McMichael, S. C. (1960). Combined effects of glandless genes gl2 and gl3 on pigment glands in the cotton plant. *Agronomy Journal*, 52(7), 385-386.

- <https://doi.org/10.2134/agronj1960.00021962005200070005x>
- Nergiz, C., Yalçın, H., & Yıldız, H. (1997). Some analytical characters of cottonseed varieties grown in Turkey. *Grasas y Aceites*, 48(6), 411-414. <https://doi.org/10.3989/gya.1997.v48.i6.813>
- Özgür, A. F., Şekeroğlu, E., Gençer, O., Göçmen, H., Yelin D., İşler, N. 1988. Önemli pamuk zararlılarının pamuk çeşitlerine ve bitki fenolojisine bağlı olarak populasyon gelişmelerinin araştırılması. *Doğa Türk Tarım ve Orman Dergisi*, 12, 48-74.
- Palle, S. R., Campbell, L. M., Pandeya, D., Puckhaber, L., Tollack, L. K., Marcel, S., ... & Rathore, K. S. (2013). RNA i-mediated Ultra-low gossypol cottonseed trait: performance of transgenic lines under field conditions. *Plant Biotechnology Journal*, 11(3), 296-304. <https://doi.org/10.1111/pbi.12013>
- Rathore, K. S., Pandeya, D., Campbell, L. M., Wedegaertner, T. C., Puckhaber, L., Stipanovic, R. D., ... & Hake, K. (2020). Ultra-low gossypol cottonseed: selective gene silencing opens up a vast resource of plant-based protein to improve human nutrition. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 39(1), 1-29. <https://doi.org/10.1080/07352689.2020.1724433>
- Rogers, G. M., Poore, M. H., & Paschal, J. C. (2002). Feeding cotton products to cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 18(2), 267-294. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(02\)00020-8](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(02)00020-8)
- Sahu, B. K., & Samal, I. (2020). Sucking pest complex of cotton and their management: A review. *The Pharma Innovation Journal*, 9(5), 29-32.
- Singh, I. D., & Weaver Jr, J. B. (1972). Growth and infestation of boll weevils on normal-glanded, glandless, and high-gossypol strains of cotton. *Journal of Economic Entomology*, 65(3), 821-824. <https://doi.org/10.1093/jee/65.3.821>
- Smith, C. W. (1992). History and status of host plant resistance in cotton to insects in the United States¹. *Advances in Agronomy*, 48, 251-296. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60939-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60939-6)
- Sun, Q., Xie, Y., Li, H., Liu, J., Geng, R., Wang, P., ... & Cai, Y. (2022). Cotton *GhBRC1* regulates branching, flowering, and growth by integrating multiple hormone pathways. *The Crop Journal*, 10(1), 75-87. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2021.01.007>
- Sun, Y., Yang, P., Han, Y., Li, H., Sun, D., Chen, J., ... & Zhao, T. (2024). An overview of pigment gland morphogenesis and its regulatory mechanism. *Journal of Cotton Research*, 7(1), 14. <https://doi.org/10.1186/s42397-024-00177-y>
- Sunilkumar, G., Campbell, L. M., Puckhaber, L., Stipanovic, R. D., & Rathore, K. S. (2006). Engineering cottonseed for use in human nutrition by tissue-specific reduction of toxic gossypol. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(48), 18054-18059. <https://doi.org/10.1073/pnas.0605389103>
- Tian, X., Ruan, J. X., Huang, J. Q., Yang, C. Q., Fang, X., Chen, Z. W., ... & Chen, X. Y. (2018). Characterization of gossypol biosynthetic pathway. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(23), E5410-E5418. <https://doi.org/10.1073/pnas.1805085115>
- Trapero, C., Wilson, I. W., Stiller, W. N., & Wilson, L. J. (2016). Enhancing integrated pest management in GM cotton systems using host plant resistance. *Frontiers in Plant Science*, 7, 500. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00500>
- Wang, X., Howell, C. P., Chen, F., Yin, J., & Jiang, Y. (2009). Gossypol-a polyphenolic compound from cotton plant. *Advances in Food and Nutrition Research*, 58, 215-263. [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(09\)58006-0](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(09)58006-0)

- Wu, C., Cheng, H., Li, S., Zuo, D., Lin, Z., Zhang, Y., ... & Song, G. (2021). Molecular cloning and characterization of *GhERF105*, a gene contributing to the regulation of gland formation in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *BMC Plant Biology*, 21, 1-14. <https://doi.org/10.1186/s12870-021-02846-5>
- Yang, Z., Qanmber, G., Wang, Z., Yang, Z., & Li, F. (2020). *Gossypium* genomics: trends, scope, and utilization for cotton improvement. *Trends in Plant Science*, 25(5), 488-500. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2019.12.011>
- Yatsu, L. Y., Hensarling, T. P., & Jacks, T. J. (1974). Extraction of lipids from cottonseed tissue: VI. ultrastructural morphology of isolated pigment glands. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 51(12), 548-550. <https://doi.org/10.1007/BF02636027>
- Zhang, J. F., Wedegaertner, T., & Hughs, S. E. (2014a). Field evaluation of thrips resistance in bezeless and bezeed cotton. *Proceedings of The Beltwide Cotton Conferences*, pp. 621–631.
- Zhang, J., Idowu, O. J., Wedegaertner, T., & Hughs, S. E. (2014b). Genetic variation and comparative analysis of thrips resistance in glandless and glanded cotton under field conditions. *Euphytica*, 199, 373-383. <https://doi.org/10.1007/s10681-014-1137-x>
- Zhang, J. F., Idowu, J., Flynn, R., & Wedegaertner, T. (2018). Progress in breeding for bezeless cotton in New Mexico. *Proceedings of The Beltwide Cotton Conferences*, pp. 566-572.
- Zhang, J., & Wedegaertner, T. (2021). Genetics and breeding for glandless upland cotton with improved yield potential and disease resistance: A review. *Frontiers in Plant Science*, 12, 753426. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.753426>
- Zhu, S. J., Reddy, N., & Jiang, Y. R. (2005). Introgression of a gene for delayed pigment gland morphogenesis from *Gossypium bickii* into upland cotton. *Plant Breeding*, 124(6), 590-594. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2005.01151.x>

THE USING OF HULL-LESS BARLEY AS ALTERNATIVE TO CORN IN LAYING HENS RATIONS

Dr. Öğr. Üyesi Çağrı KALE (ORCID: 0000-0003-1918-6346)

Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal
Nutrition and Nutritional Diseases, Van-Türkiye
Email: cagrikale@yyu.edu.tr (Responsible Author)

Dr. Öğr. Üyesi Fatma ÖZKAN (ORCID: 0000-0001-9225-3811)

Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal
Nutrition and Nutritional Diseases, Van-Türkiye
Email: f.kizilirmak@yyu.edu.tr

Prof. Dr. Nuriye Tuğba BİNGÖL (ORCID: 0000-0002-6894-8418)

Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal
Nutrition and Nutritional Diseases, Van-Türkiye
Email: tugbabingol@yyu.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Selçuk ALTAÇLI (ORCID: 0000-0003-1736-6239)

Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal
Nutrition and Nutritional Diseases, Van-Türkiye
Email: selcukaltacli@yyu.edu.tr

Abstract

This experiment was carried out to determine the possibilities of using hull-less barley as an alternative to corn as an energy source in laying hen rations. In the experiment, 120 Lohmann LSL-Classical white laying hens aged 42 wk were used. Experimental rations were prepared by adding different ratios (15%, 30%, 45%) of hull-less barley (A) instead of corn in the basic ration with corn and soybean meal density. Animals were assigned into 4 groups; the control group (K) fed with the basic ration and A1 (15% A), A2 (30% A) and A3 (45% A), which were fed with rations with different ratios of hull-less barley added instead of corn. Each group consisted of 5 replicates and each replicate consisted of 6 animals. The experiment was maintained for 60 days. In the experiment; performance parameters (feed intake, feed conversion ratio and egg production) and egg quality criteria (egg weight, shape index, shell thickness, egg yolk color, Haugh unit, albumen index and egg yolk index) were determined. In the general average of the 1-8th week of the experiment, it was observed that the supplementation of hull-less barley decreased feed intake and feed conversion ratio, while there was no statistical difference between the groups in egg production. It was determined that the differences between the groups were not statistically significant in parameters such as shape index, egg yolk index, shell thickness, egg yolk color and egg weight in the 0-60th day average of the experiment with the supplementation of hull-less barley to the ration. It was noted that the supplementation of hull-less barley to the ration decreased the albumen index and Haugh

unit. In the light of the data obtained in the experiment, it was concluded that the usability of hull-less barley in poultry diets can be confirmed with new studies in which different ratios and enzyme additives are used in the ration.

Keywords: Quality criteria, hull-less barley, performance, laying hens

YUMURTACI TAVUK RASYONLARINDA MISIRA ALTERNATİF OLARAK KAVUZSUZ ARPA KULLANIMI

Özet

Bu araştırma, yumurtacı tavuk rasyonlarında enerji kaynağı mısır yerine alternatif olarak kavuzsuz arpa kullanılma olanaklarını tespit etmek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada 42 haftalık yaşta 120 adet Lohmann LSL-Classic beyaz yumurtacı tavuk kullanılmıştır. Mısır ve soya fasulyesi küspesi yoğunluklu temel rasyonda, mısır yerine farklı oranlarda (%15, %30, %45) kavuzsuz arpa (A) ilave edilerek deneme rasyonları hazırlanmıştır. Hayvanlar; temel rasyonla beslenen kontrol grubu (K) ve mısır yerine farklı oranlarda kavuzsuz arpa ilave edilen rasyonlarla beslenen A1 (%15 A), A2 (%30 A) ve A3 (%45 A) olmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. Her bir grup 5 tekrardan ve her tekrar 6 hayvandan oluşturulmuştur. Araştırma 60 gün sürdürülmüştür. Denemede performans parametreleri (yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve yumurta verimi) ve yumurta kalite kriterleri (yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kabuk kalınlığı, yumurta sarı rengi, Haugh birimi, ak indeksi ve sarı indeksi) tespit edilmiştir. Denemenin 1-8. haftalık genel ortalamasında; kavuzsuz arpa ilavesinin yem tüketimi ve yemden yararlanma oranını azalttığı, yumurta veriminde ise gruplar arasında istatistiksel fark oluşturmadığı görülmüştür. Yumurta kalite kriterlerinden; şekil indeksi, yumurta sarı indeksi, kabuk kalınlığı, yumurta sarı rengi ve yumurta ağırlığı gibi parametrelerde, rasyona kavuzsuz arpa ilavesi ile denemenin 0-60. gün ortalamasında gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Rasyona ilave edilen kavuzsuz arpanın, ak indeksi ve Haugh birimini azalttığı belirlenmiştir. Denemeden elde edilen veriler doğrultusunda; kavuzsuz arpanın kanatlı rasyonlarında kullanılabilirliğinin, rasyonda farklı oranlar ve enzim katkılarının kullanıldığı yeni çalışmalarla netleştirilebileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kalite kriterleri, kavuzsuz arpa, performans, yumurtacı tavuk

Giriş

Kanatlı rasyonlarının enerji kaynağını tahıllar oluşturmaktadır. Tahıllar yem maliyetinde önemli bir paya sahiptirler. Mısır bu tahıllar içerisinde en çok tercih edilir. Çünkü mısırın hem enerji değeri, hem de düşük selüloz içeriğinden dolayı sindirilme derecesi yüksektir. Fakat ülkemizde mısır üretimi buğday ve arpaya göre daha düşük düzeydedir. Bundan dolayı mısıra alternatif olabilecek yem maddelerine karşı ilgi artmaktadır. Bu amaçla arpa, buğday ve tritikale gibi tahıllar mısıra alternatif olarak kullanılabilir enerji kaynağı yem maddeleri arasında yer almaktadır. Arpa mısır ve buğdaya göre daha az enerji ve daha fazla selüloz içermektedir. Aynı zamanda yapısında bulunan nişasta olmayan polisakkaritlerden dolayı kanatlılarda sindirim problemlerine yol açmaktadır. Karotenoidlerden fakir olan arpa, yumurta sarısının renginin açılmasına neden olmaktadır. Bu olumsuz özellikler, arpanın kanatlı rasyonlarında kullanımını kısıtlamaktadır (Oğuz ve ark., 2011; Yıldız ve Ceylan, 2014). Arpa hücre duvarında bulunan polisakkarit beta glukandır. Beta glukon antibesinsel etkiye sahiptir. Kanatlılar bu maddeleri sindiren enzimlere sahip değildirler. Nişasta olmayan polisakkaritler kanatlılarda bağırsak viskozitesini artırır. Buna bağlı olarak kıvamlı dışkılamaya sebep olurlar. Bu durum çeşitli sağlık sorunlarına yol açar. Kanatlı rasyonlarına ilave edilen enzimler vasıtasıyla bu olumsuzluklar ortadan kaldırılabilir (Ergün ve ark., 2011).

Arpa sahip olduğu kavuzdan dolayı mısıra göre sindirilebilir enerji bakımından daha fakirdir (Yang ve ark., 1997). Fakat kavuzsuz arpada normal arpadan farklı olarak kavuzlar taneye daha az sıkı bağlı olduğu için harman sırasında kavuzlar taneden ayrılır. Buna bağlı olarak kavuzsuz arpanın besin değerleri normal arpaya göre daha fazladır. Düşük selüloz, yüksek sindirilebilir enerji ve protein içeriğiyle normal arpadan daha avantajlıdır (Thacker, 1999). Kavuzsuz arpadaki beta glukon miktarının normal arpa ve mısıra kıyasla daha fazla olduğu ve bu miktarın 40-70 g/kg olduğu bildirilmiştir (Baidoo ve Liu, 1998; Leeson ve Summers, 2008; Teymouri ve ark., 2018). Yapılan çalışmada mısır alternatif olarak kavuzsuz yemlik arpanın Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü/Ankara tarafından geliştirilen Yalın çeşidi kullanılmıştır (Anonim, 2020). Kullanılan kavuzsuz arpanın, mısırın yerine enerji kaynağı yem maddesi olarak ikame edilebilmesi amaçlanmıştır. Kavuzsuz arpanın normal arpaya göre üstün özellikleri de göz önüne alınarak, bu çalışmada mısır ve kavuzsuz arpa arasındaki değişimin olumlu sonuçlar verebileceği hedeflenmiştir.

Materyal ve Metot

Deneme; Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi yumurtacı tavuk ünitesinde yürütülmüştür. Denemenin hayvan materyali özel bir işletmeden temin edilen 42 haftalık yaşta 120 adet Lohmann LSL-Classic beyaz yumurtacı tavuklardan oluşturulmuştur. Denemede kullanılan rasyonların hammaddeleri (mısır, kavuzsuz arpa, soya fasulyesi küspesi, buğday kepeği, mısır gluteni, bitkisel yağ, kireç taşı, dikalsiyum fosfat, metiyonin, tuz ve vitamin-mineral karması) da yine özel bir işletmeden sağlanmıştır. Deneme; 1 kontrol ve 3 muamele grubu olmak üzere 4 grupta yürütülmüştür. Her grup 5 alt gruptan ve her alt grup da 6 adet yumurta tavuğundan oluşturulmuştur. Kontrol grubu (K) mısır (%60) ve soya temelli rasyonla beslenirken, deneme grupları (A1: %15Arpa, A2: %30Arpa, A3:%45Arpa) ise kontrol grubunda bulunan %60 mısırın yerine sırasıyla; %15, %30 ve %45 düzeylerinde kavuzsuz arpa ilave edilerek hazırlanan rasyonlarla beslenmişlerdir. Deneme 8 hafta sürdürülmüştür. Deneme rasyonlarının besin madde analizleri AOAC (2005)'e göre yapılmıştır. Denemede kullanılan rasyonların bileşimleri Tablo 1'de verilmiştir. Kontrol rasyonu, mısır ve soya temelli olup, %60 mısır içerecek şekilde hazırlanmıştır. Deneme

rasyonlarından deneme 1 rasyonu, kontrol rasyonunda bulunan %60 mısırın yerine %15 kavuzsuz arpa ilave edilerek hazırlanırken, deneme 2 ve deneme 3 rasyonları ise kontrol rasyonundaki mısırın yerine sırasıyla % 30 ve % 45 kavuzsuz arpa ilave edilerek hazırlanmıştır. Tüm deneme rasyonları izokalorik ve izonitrojenik olarak yapılmıştır. Deneme boyunca yemleme adlibitum olarak yapılmış ve her hafta belirlenen aynı günde sabah erken saatte yemliklerde ve yem kaplarında kalan yemler tartılarak kaydedilmiştir. Deneme süresince her gün aynı saatte gruplara ait tüm yumurtalar sayılarak kaydedilmiş (Çelebi, 2003; Sel, 2006) ve her hafta aynı günde yumurta ağırlıkları tespit edilmiştir (Yörük ve Bolat, 2003; Demir, 2018). Yumurta kalite kriterlerinin belirlenmesi amacıyla, her on beş günde bir her alt gruptan 4'er adet yumurta olmak üzere toplamda 80 adet yumurtada kalite kriterleri analizi yapılmıştır.

Performans parametreleri olarak; yumurta verimi, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve canlı ağırlık değişimi tespit edilmiştir. Gruplara ait yumurta verimini tespit etmek amacıyla, yumurtalar her gün aynı saatte toplanarak sayılmış ve kaydedilmiştir. Her haftanın sonunda gruplardan toplanan yumurtalar hafta gün sayısına ve gruptaki hayvan sayısına bölünerek 100 ile çarpılmış ve günlük yumurta verimi yüzde olarak belirlenmiştir (Çelebi, 2003; Sel, 2006). Her haftanın sonunda yemliklerde ve yem kaplarında artan yemler tartılarak haftalık eklenen toplam yemden çıkarılmış ve elde edilen sonuç gruptaki hayvan sayısı ve hafta gün sayısına bölünerek günlük yem tüketimi belirlenmiştir. Tüketilen yemin üretilen yumurta ağırlığına bölünmesi ile de yemden yararlanma oranı hesaplanmıştır (Çelebi, 2003; Sarı, 2017). Deneme başında ve deneme sonunda gruplara ait tavuklar tartılarak canlı ağırlıkları tespit edilmiştir. Yumurta kalite kriterlerinin belirlenmesi amacıyla her 15 günde bir gruplardan alınan yumurtalarda; hassas terazi ile yumurta ağırlıkları, dijital kumpas yardımıyla yumurta boyu ve eni tespit edilmiştir. Cam bir zemin üzerine kırılan yumurtalarda dijital kumpas ile yumurta sarı çapı, ak genişliği, ak uzunluğu ve kabuk kalınlığı, üçayaklı mikrometre ile sarı yüksekliği ve ak yüksekliği belirlenmiş (Yörük ve Bolat, 2003; Demir, 2018) ve renk skalası ölçme kartı ile renk değerlendirmesi yapılmıştır (Aydın, 2014; Demir, 2018). Elde edilen bu veriler ile şekil indeksi, haugh birimi, ak indeksi ve sarı indeksi hesaplanmıştır (Card and Nesheim, 1972; Silversides, 1994; Çelebi, 2003; Yörük ve Bolat, 2003; Durmuş, 2014; Sarı, 2017; Özyürür, 2018).

Tablo 1. Denemede kullanılan rasyonların hammadde ve besin madde içerikleri, %

Yem Maddeleri	K	A1	A2	A3
Mısır	60.00	45.00	30.00	15.00
Kavuzsuz arpa	0.00	15.00	30.00	45.00
Bitkisel yağ	0.00	1.50	3.00	4.50
Soya fasulyesi küspesi	16.00	16.00	15.00	15.00
Mısır gluteni	6.00	6.00	6.00	6.00
Buğday kepeği	8.00	6.50	6.00	4.50
DL-metiyonin	0.07	0.07	0.07	0.07
Kireç taşı	7.87	7.87	7.87	7.87
Dikalsiyum fosfat	1.50	1.50	1.50	1.50
Tuz	0.26	0.26	0.26	0.26
Vitamin-mineral karması	0.30	0.30	0.30	0.30
Toplam	100	100	100	100
Besin Maddeleri, %KM				
Kuru madde	91.54	91.57	91.20	91.33
Ham kül	13.46	14.71	15.57	15.18
Ham protein	18.45	18.35	18.75	18.91
Metabolik enerji, kcal/kg**	2771	2764	2741	2739
Ham yağ	2.16	2.36	3.08	2.74
Ham selüloz	7.43	8.78	7.86	12.07
Azotsuz öz maddeler**	58.50	55.80	54.74	51.11

K: kontrol, A1: %15 arpa, A2: %30 arpa, A3: %45 arpa. *: kg'ında; vitamin A, 8.000 IU; vitamin D3, 3.000 IU; vitamin E, 25 IU; menadione, 1.5 mg; vitamin B12, 0.02 mg; biotin, 0.1 mg; folasin, 1 mg; niasin, 50 mg; pantotenik asit, 15 mg; piridoksin, 4 mg; riboflavin, 10 mg; tiamin, 3 mg, mangan 60 mg, çinko 25 mg, demir 120 mg, bakır 5 mg, iyot 0.3 mg, magnezyum 300 mg içermektedir. **: Hesaplama ile belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Denemede; yumurtacı tavuk rasyonlarına %15, %30 ve %45 düzeylerinde mısır yerine kavuzsuz arpa ilave edilmesinin performans ve yumurta kalite kriterleri üzerine etkileri tespit edilmiştir. Deneme gruplarına ait performans parametreleri Tablo 2'de gösterilmiştir. Yapılan çalışmada; performans parametrelerinden yumurta verimi canlı ağırlık bakımından gruplar arasında istatistiksel fark görülmezken, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranları değerlendirildiğinde, gruplar arasındaki farklar anlamlı ($p < 0.05$) bulunmuştur. Denemenin genel ortalamasını ifade eden 1-8.hafta periyoduna baktığımızda; mısır yerine %15 arpa ilave edilen rasyonla beslenen tavuklarda yem tüketiminin kontrole göre daha az ($p < 0.05$) olduğu, %30 arpa ve %45 arpalı grupların ise kontrolle benzer olduğu tespit edilmiştir. Yem tüketimi ile paralel olarak benzer durum yemden yararlanma oranında da belirlenmiştir. Arpa ilave edilen gruplarda yem tüketiminde meydana gelen azalmaların, arpada bulunan ve nişasta olmayan polisakkaritlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Yörük ve Bolat (2003) yaptıkları çalışmadan elde edilen verilerle bu düşüncemizi desteklemektedir. Yapılan çalışmada; mısır ve arpaya dayalı beslenen yumurtacı tavuklarda denemenin ilk dönemlerinde yem tüketiminin azaldığını, bu azalmanın arpanın yapısında bulunan nişasta olmayan polisakkaritlerden kaynaklandığını ve rasyona enzim ilavesiyle bu etkinin giderildiğini bildirmişlerdir. Yem tüketimindeki azalmaya paralel olarak; yemden yararlanma oranında da

yine rasyona arpa ilavesiyle azalmalar tespit edilmiştir. Yemden yararlanma oranı; üretilen yumurta ağırlığına karşılık tüketilen yem miktarını göstermektedir. Tüketilen yem miktarındaki azalmaya rağmen üretilen yumurta ağırlığında azalma görülmemiştir. Bundan dolayı yemden yararlanma oranında da düşüş görüldüğü kanaatine varılmıştır. Yumurta verimi bakımından gruplar arasında istatistiksel farkın oluşmaması; hayvanların 42 haftalık yaşta olmasına bağlı olarak, arpada bulunan ve nişasta olmayan polisakkaritlerin olumsuz etkilerini azaltabilecek kapasiteye sahip olmaları, rasyonda kullanılan arpa dozlarının olumsuz etki yaratacak düzeyde olmamaları gibi faktörlere bağlanabilir. Broiler rasyonlarında buğday yerine farklı oranlarda (%0, %30, %60) kavuzsuz arpa ve eksojen beta glukanaaz enzimi ilave edilen bir çalışmada; kavuzsuz arpa ilave edilen gruplarda yem tüketimi bakımından istatistiksel olarak arpa ilave edilmeyen gruplara benzer sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Ayrıca canlı ağırlık artışın ise artan kavuzsuz arpa oranı ile birlikte azaldığını bildirmişlerdir (Karunaratne ve ark., 2021). Salih ve ark. (1991) yaptıkları çalışmada; broiler ve yumurtacı tavuk rasyonlarında buğday yerine kavuzsuz arpa ve beta glukanaaz enzim ilavesinin performans ve bağırsak parametrelerine etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışma sonunda; katkısız kavuzsuz arpa ile beslenen hem broiler hem de yumurtacı tavukların canlı ağırlık yemden yararlanma oranının erken yaşlarda düşük olduğu fakat ileriki dönemlerde normaleştiği bildirilmiştir.

Tablo 2. Deneme gruplarına ait performans parametreleri

Yem Tüketimi, g/gün				
Periyot	K	A1	A2	A3
1.hafta	113.58±2.34 ^{abc}	110.36±1.98 ^{abc}	111.36±2.36 ^{ab}	113.25±1.19 ^a
2.hafta	116.15±2.12 ^{abc}	113.41±1.45 ^{ab}	112.59±2.25 ^a	113.71±1.45 ^a
3.hafta	107.90±4.11 ^c	105.01±0.40 ^c	109.62±2.18 ^{ab}	102.73±1.15 ^c
4.hafta	115.58±2.60 ^{abc}	109.40±2.70 ^{abc}	110.39±4.17 ^{ab}	111.17±2.78 ^{ab}
5.hafta	118.43±2.74 ^{Aab}	109.17±2.26 ^{Babc}	111.06±1.93 ^{Bab}	111.03±1.16 ^{Bab}
6.hafta	117.90±3.64 ^{Aab}	106.29±3.38 ^{Bbc}	110.65±3.54 ^{ABab}	109.72±1.48 ^{ABab}
7.hafta	112.66±1.52 ^{Abc}	106.80±1.51 ^{Babc}	103.54±2.25 ^{Bb}	105.90±2.35 ^{Bbc}
8.hafta	122.87±3.03 ^{Aa}	113.57±2.51 ^{Ba}	118.16±1.23 ^{ABa}	115.34±3.03 ^{ABa}
1-8.hafta	115.64±2.05 ^A	109.25±1.21 ^B	110.92±2.27 ^{AB}	110.36±1.25 ^{AB}
Yemden Yararlanma Oranı, g yem/g yumurta				
1.hafta	1.82±0.05 ^{cd}	1.77±0.04 ^{ab}	1.77±0.03 ^{ab}	1.86±0.04 ^{ab}
2.hafta	1.91±0.02 ^{Abc}	1.83±0.03 ^{ABab}	1.81±0.04 ^{Bab}	1.85±0.02 ^{ABab}
3.hafta	1.76±0.04 ^d	1.73±0.02 ^b	1.82±0.04 ^a	1.71±0.04 ^c
4.hafta	1.96±0.05 ^{ab}	1.86±0.05 ^{ab}	1.86±0.06 ^a	1.89±0.07 ^{ab}
5.hafta	1.96±0.02 ^{Aab}	1.79±0.02 ^{Bab}	1.84±0.02 ^{Ba}	1.80±0.03 ^{Babc}
6.hafta	1.89±0.01 ^{Abc}	1.74±0.05 ^{Bab}	1.83±0.06 ^{ABa}	1.79±0.03 ^{ABabc}
7.hafta	1.83±0.02 ^{Acld}	1.79±0.04 ^{Aab}	1.67±0.03 ^{Bb}	1.74±0.05 ^{ABbc}
8.hafta	2.02±0.03 ^a	1.87±0.05 ^a	1.91±0.07 ^a	1.90±0.05 ^a
1-8.hafta	1.90±0.02 ^A	1.80±0.03 ^B	1.81±0.03 ^{AB}	1.82±0.03 ^{AB}
Yumurta Verimi, %				
1.hafta	96.38±1.89	88.57±3.64	94.76±2.96	94.76±1.90
2.hafta	96.05±2.91	91.43±3.96	96.19±3.81	96.19±1.61
3.hafta	95.00±1.61	90.00±2.86	94.76±2.96	96.67±1.21
4.hafta	90.95±3.48	87.52±4.58	91.91±2.97	96.19±1.78
5.hafta	94.92±1.58	89.90±4.69	89.92±3.44	96.67±0.58
6.hafta	93.33±4.42	88.10±6.30	93.33±3.32	96.19±1.93
7.hafta	93.02±1.90	88.38±4.26	95.24±2.38	93.81±2.88
8.hafta	95.24±3.01	86.10±4.17	92.86±3.98	93.81±1.78
1-8.hafta	94.36±1.87	88.75±3.95	93.62±2.99	95.54±0.23
Canlı Ağırlık, g				
0. gün	1552.17	1514.40	1536.07	1543.30
60. gün	1567.70	1516.63	1579.00	1615.10

K: kontrol, A1: %15 arpa, A2: %30 arpa, A3:%45 arpa, ^{A,B}: Aynı satırda, farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05), ^{a,b,c}: Aynı sütunda, farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05),

Deneme gruplarına ait yumurtaların kalite kriterleri Tablo 3'te gösterilmiştir. Denemenin genel ortalamasını ifade eden 0-60. gün periyoduna baktığımızda; şekil indeksi, sarı indeksi, kabuk kalınlığı, renk skalası ve yumurta ağırlığı kriterlerinde gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Fakat rasyona ilave edilen kavuzsuz arpanın ak indeksi ve Haugh birimi değerlerini azalttığı tespit edilmiştir. Yumurtacı tavuklarda arpa ile beslemede yumurta ak yüksekliğinin azaldığı bildirilmiştir (Azman, 2008). Gerek ak indeksi gerekse de Haugh birimi hesaplamada ak yüksekliği kullanılmaktadır. Dolayısıyla

yapılan çalışmada kullanılan arpanın yumurta ak yüksekliğini azaltmış olması dikkate alındığında, hem ak indeksinin hem de Haugh biriminin azalmış olduğu kanaatine varılmıştır. Gürbüz ve Özyürür (2021) yumurtacı tavuk rasyonlarına işlenmiş arpa ve multi-enzim ilavesinin yumurta verimi ve yumurta kalitesine etkilerini araştırdıkları çalışmada; yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kabuk kalınlığı, yumurta sarı rengi, sarı indeksi ve ak indeksi bakımından gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı bildirilmiştir. Yumurtacı ördek rasyonlarına farklı oranlarda (%0, %15, %30, %45, %60) arpa ve enzim (1.5 g/kg b-1,3-1,4-glucanase) ilavesinin; performans, yumurta kalitesi ve sindirim fonksiyonlarına etkilerinin araştırıldığı başka bir çalışmada da; rasyona arpa ilavesinin, yumurta sarı renk skalası dışındaki diğer kalite kriterleri üzerine etkilerinin önemli olmadığı, yumurta sarı renginin, rasyona arpa ilavesi oranının artışı ile birlikte azaldığı bildirilmiştir (Chen ve ark., 2021). Şentürk ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada; yumurtacı bildircin rasyonlarında mısır yerine arpa veya ezme arpa ilavesinin performans ve yumurta kalite kriterlerine etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışma sonunda; mısırın arpa veya arpa ezmesiyle değiştirilmesi yumurta üretimini, yem alımını ve yumurta sarısının Roche birimi, a* ve b* değerlerini olumsuz yönde etkilediğini, yumurta kabuğu kırılma mukavemetinin, yumurta kabuğu ağırlığının mısır içeren gruplara kıyasla arpa veya arpa ezmesi kullanılan gruplarda istatistiksel olarak azaldığını bildirmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada da her ne kadar yumurta sarı renk skalası bakımından 0-60. gün ortalamasında gruplar arasında istatistiksel fark oluşmasa da %30 ve %45 arpa ilave edilen gruplarda rakamsal bir azalma söz konusudur. Bu azalmaların da mısıra oranla arpada daha az karotenoidlerin bulunmasından kaynaklanabileceği kanaatine varılmıştır.

Tablo 3. Deneme gruplarına ait yumurtaların kalite kriterleri

Şekil İndeksi				
Periyot	K	A1	A2	A3
15. gün	75.98±0.49	74.91±0.46	75.35±0.36	75.40±0.63
30. gün	76.32±0.53 ^A	75.79±0.53 ^{AB}	75.35±0.36 ^{AB}	74.84±0.47 ^B
45. gün	75.10±0.39	75.64±0.43	75.05±0.59	75.41±0.69
60. gün	75.22±0.48	75.01±0.65	74.79±0.49	75.07±0.68
0-60. gün	75.66±0.25	75.34±0.29	75.14±0.26	75.18±0.31
Ak İndeksi, %				
15. gün	10.19±0.27 ^a	9.19±0.33 ^a	9.91±0.29 ^a	10.05±0.52 ^a
30. gün	9.34±0.30 ^b	8.57±0.37 ^{ab}	8.90±0.41 ^b	9.02±0.39 ^{ab}
45. gün	8.34±0.15 ^c	8.14±0.31 ^b	7.90±0.26 ^c	8.52±0.47 ^{bc}
60. gün	8.03±0.29 ^{Ac}	6.93±0.38 ^{Bc}	7.90±0.34 ^{ABc}	7.45±0.36 ^{ABc}
0-60. gün	8.97±0.15 ^A	8.21±0.24 ^B	8.65±0.17 ^{AB}	8.76±0.25 ^{AB}
Sarı İndeksi, %				
15. gün	41.05±0.46 ^b	42.27±0.48 ^a	41.26±0.51 ^a	42.12±0.39 ^a
30. gün	42.52±0.52 ^a	42.42±0.48 ^a	41.69±0.40 ^a	41.84±0.46 ^a
45. gün	40.16±0.46 ^b	40.55±0.40 ^b	40.34±0.55 ^a	40.09±0.36 ^b
60. gün	38.77±0.34 ^c	38.64±0.50 ^c	38.83±0.46 ^b	38.80±0.58 ^c
0-60. gün	40.62±0.20	40.97±0.27	40.53±0.26	40.72±0.24
Haugh Birimi				
15. gün	88.66±0.78 ^a	85.50±1.26 ^a	87.96±1.07 ^a	86.77±2.48 ^a
30. gün	85.44±1.19 ^b	82.76±1.36 ^a	82.79±1.78 ^b	84.30±1.49 ^a
45. gün	82.98±0.86 ^{bc}	82.65±1.28 ^a	81.04±1.25 ^b	81.48±2.04 ^{ab}
60. gün	80.59±1.31 ^{Ac}	75.10±2.04 ^{Bb}	80.24±1.55 ^{Ab}	78.06±1.57 ^{ABb}
0-60. gün	84.42±0.54 ^A	81.50±0.91 ^B	83.01±0.73 ^{AB}	82.65±1.06 ^{AB}
Kabuk Kalınlığı, mm				
15. gün	0.357±0.005 ^a	0.349±0.005 ^b	0.348±0.003	0.348±0.005 ^b
30. gün	0.349±0.005 ^{ab}	0.354±0.005 ^{ab}	0.359±0.006	0.363±0.004 ^a
45. gün	0.360±0.004 ^a	0.364±0.005 ^a	0.357±0.004	0.361±0.003 ^a
60. gün	0.337±0.003 ^{Bc}	0.330±0.005 ^{Bc}	0.351±0.003 ^A	0.341±0.004 ^{ABb}
0-60. gün	0.351±0.003	0.350±0.003	0.355±0.003	0.353±0.002
Renk Skalası				
15. gün	9.95±0.17 ^{bc}	10.1±0.22	9.85±0.15	9.7±0.18 ^b
30. gün	10.05±0.09 ^b	10.1±0.16	9.75±0.12	9.85±0.13 ^{ab}
45. gün	10.45±0.11 ^a	10.05±0.14	10.1±0.16	10.25±0.20 ^a
60. gün	9.65±0.11 ^{Bc}	10.05±0.14 ^A	9.85±0.15 ^{AB}	9.8±0.09 ^{ABab}
0-60. gün	10.03±0.07	10.08±0.08	9.89±0.07	9.90±0.09
Yumurta Ağırlığı, g				
15. gün	61.50±0.66	62.21±1.20	62.71±1.10	61.16±0.56
30. gün	60.02±0.98	59.92±0.59	59.82±0.91	59.70±0.78
45. gün	61.44±1.45	61.07±0.41	60.42±1.08	61.63±0.90
60. gün	61.05±0.76	60.22±1.08	62.04±1.54	60.74±0.86
0-60. gün	61.00±0.95	60.86±0.74	61.25±1.06	60.81±0.71

K: kontrol, A1: %15 arpa, A2: %30 arpa, A3:%45 arpa, ^{A,B}: Aynı satırda, farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05), ^{a,b,c}: Aynı sütunda, farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışmada elde edilen veriler değerlendirildiğinde; yumurta verimi bakımından gruplar arasında istatistiksel bir fark oluşmasa da, %15 arpa ilave edilen grupta azalma söz konusudur. Bununla birlikte yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı bakımından da yine %15 arpa ilave edilen grupta kontrole kıyasla bir düşüş görülmüştür. Yumurta kalite kriterleri bakımından da yine %15 arpa ilave edilen grupta kontrole kıyasla ak indeksi ve Haugh biriminin azaldığı tespit edilmiştir. %15 arpa ilave edilen grupta performansta meydana gelen azalmaların, arpanın yapısında bulunan ve nişasta olmayan polisakkaritlerden kaynaklandığı, ak indeksi ve Haugh birimi gibi yumurta kalite kriterlerinde meydana gelen azalmaların ise yine arpadan kaynaklı olarak yumurta akı yüksekliğinin azalmasından meydana gelmiş olabileceği düşünülmektedir. Daha yüksek arpa ilave edilen gruplarda bu etkinin daha az görülmesinin ise, sindirim kanalının adaptasyonu ile ilgili olabileceği kanaatinde varılmıştır. Sonuç olarak; kavuzsuz arpanın yumurtacı tavuk rasyonlarında kullanılabilirliğinin netlik kazanabilmesi için, farklı ilave oranlarının ve beraberinde rasyona enzim ilavelerinin kombine edildiği yeni araştırmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Anonim (2020).
<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tarlabitkileri/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=141>
- AOAC (2005) 'Official methods of analysis.' 18th edn. (Association of Official Analytical Chemists: Washington DC, USA).
- Aydın, A. (2014). Yumurtacı Tavuk Rasyonlarına Değişik Miktarlarda İlave Edilen Yarpuz Ekstraktı'nın (Mentha pulegium) Performans, Yumurta Kalitesi ve Yumurta Sarısı Tbars Değerleri Üzerine Etkileri [Yüksek lisans tezi]. Erzurum: Atatürk Üniversitesi.
- Azman, M.A. (2008). Yumurtacı tavukların beslenmesi. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları, Medipres, Malatya, 2008.
- Baidoo, S.K. & Liu, Y.G. (1998). Hull-Less Barley for Swine: Ileal and Faecal Digestibility of Proximate Nutrients, Amino Acids and Non-Starch Polysaccharides. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76(3), 397-403. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199803\)76:3%3C397::AID-JSFA960%3E3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199803)76:3%3C397::AID-JSFA960%3E3.0.CO;2-4).
- Card, L.E. & Nesheim, M.C. (1972). Poultry Production. 11th ed. Philadelphia: Lea and Febiger.
- Chen, W., Wang, S., Xu, R., Xia, W., Ruan, D., Zhang, Y. & Zheng, C. (2021). Effects of dietary barley inclusion and glucanase supplementation on the production performance, egg quality and digestive functions in laying ducks. *Animal Nutrition*, 7(1), 176-184. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.06.011>.
- Çelebi, Ş. (2003). Yumurta Tavuğu Rasyonlarına Geç Dönemde Hayvansal ve Bitkisel Yağ İlavesinin Performans, Yumurta Kalitesi ve Yumurta Sarısı Yağ Asidi Kompozisyonu Üzerine Etkileri [Doktora tezi]. Erzurum: Atatürk Üniversitesi.
- Demir, Z. (2018). Yumurtacı Tavuk Rasyonlarına Farklı Düzeylerde Arı Poleni İlavesinin Performans, Yumurta Kalitesi ve Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisi [Yüksek lisans tezi]. Erzurum: Atatürk Üniversitesi.
- Durmuş, O. (2014). Yumurtacı Tavuk Rasyonlarına Değişik Miktarlarda Katılan Lantanyum Oksit'in Performans, Yumurta Kalitesi, Yumurta Sarısı Tbars Değerleri ve Yağ Asidi Kompozisyonu Üzerine Etkileri [Yüksek lisans tezi]. Erzurum: Atatürk Üniversitesi.
- Ergün, A., Tuncer, Ş.D., Çolpan, İ., Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, M.K., Küçükersan, S., Şehu, A. & Saçaklı, P. (2011). Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi. Pozitif Matbaa, 4. Baskı, Ankara.
- Gürbüz, Y. & Özyürür, O. (2021). Effects of using processed barley and supplemented multi-enzymes in laying hen rations on egg production, egg quality and egg fatty acids. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 45(4), 708-715. <https://doi.org/10.3906/vet-2006-124>.
- Karunaratne, N.D., Classen, H.L., Ames, N.P., Bedford, M.R. & Newkirk, R.W. (2021). Effects of hullless barley and exogenous beta-glucanase levels on ileal digesta soluble beta-glucan molecular weight, digestive tract characteristics, and performance of broiler chickens. *Poultry Science*, 100(3), 100967. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.064>
- Leeson, S. & Summers, D. (2008). Commercial Poultry Nutrition. Nottingham University Press.
- Oğuz, M.N., Oğuz, F.K. & Göncüoğlu, E. (2011). Kavuzu Alınmış Arpanın Bildircinlarda Performans ve Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisi. *Van Veterinary Journal*, 22 (3), 175-179.
- Özyürür, O. (2018). Farklı İşlem Görmüş ve Multi-Enzim İlave Edilmiş Arpanın, Yumurta Tavuk Rasyonlarında Kullanımının Yumurta Verimi, Yumurta Kalitesi Ve Yumurta Yağ

- Asitlerine Etkisi [Yüksek lisans tezi]. Maraş: Sütçü İmam Üniversitesi.
- Salih, M.E., Classen, H.L. & Campbell, G.L. (1991). Response of chickens fed on hull-less barley to dietary β -glucanase at different ages. *Animal Feed Science and Technology*, 33(1-2), 139-149. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(91\)90052-T](https://doi.org/10.1016/0377-8401(91)90052-T).
- Sarı, Ç. (2017). Yumurtacı Tavuk Rasyonlarına Katılan Organik Asitlerin Performans, Yumurta Kalitesi Ve Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisi [Yüksek lisans tezi]. Erzurum: Atatürk Üniversitesi.
- Sel, R. (2006). Yumurta Tavuğu Rasyonlarına İlave Edilen Farklı Yağ Kaynaklarının Bazı Serum Parametreleri, Yumurta Sarısı Yağ asidi Bileşimleri ve Performans Özelliklerine Etkileri [Yüksek lisans tezi]. Konya: Selçuk Üniversitesi.
- Silversides, F.G. (1994). The haugh unit correction for egg weights valid for eggs stored at room temperature. *Poultry Science*, 73, 50-5.
- Şentürk, E.T., Olgun, O. & Yıldız, A. (2021). Effects of Replacement of Corn with Barley or Barley Flake in Diets Containing Different Levels of Metabolizable Energy on Performance, Egg Quality and Serum Parameters of Laying Quails. *Veterinarija ir Zootechnika*, 79(101).
- Teymouri, H., Zarghi H. & Golian, A. (2018). Evaluation of Hull-Less Barley with or without Enzyme Cocktail in the Finisher Diets of Broiler Chickens. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 20, 469-483.
- Thacker, P.A. (1999). Effect of micronization on the performance of growing/finishing pigs fed diets based on hulled and hullless barley. *Animal Feed Science and Technology*, 79, 29-41.
- Yang, W.Z., Beauchemin, K.A., Koenig, K.M. & Rode, L.M. (1997). Comparison of Hull-less Barley, Barley, or Corn for Lactating Cows: Effects on Extent of Digestion and Milk Production. *Journal of Dairy Science*, 80, 2475-86.
- Yıldız, T. & Ceylan, N. (2014). Yumurta Tavuğu Yemlerinde Gama Işınlanmış ve Enzim Eklenmiş Buğday ve Arpa Kullanılmasının Bağırsak Viskozitesi, İnce Bağırsak Florası ve Yumurta Radyoaktif Kontaminasyon Riski Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 11 (2), 29-35.
- Yörük, M.A. & Bolat, D. (2003). Mısır ve Arpaya Dayalı Yumurta Tavuğu Rasyonlarına Farklı Enzim Katkılarının Çeşitli Verim Özelliklerine Etkisi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27, 789-96.

**ISOLATION AND MOLECULAR IDENTIFICATION OF *ESCHERICHIA COLI* AND
CLOSTRIDIUM PERFRINGENS IN NEONATAL LAMBS WITH DIARRHEA**

Dr. Öğr. Üyesi Elif ÇELİK (ORCID:0000-0003-4531-3863)

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Kars, Türkiye

Email: elif.celik@kafkas.edu.tr (Responsible Author)

Doç. Dr. Aliye GÜLMEZ SAĞLAM (ORCID: 0000-0002-7639-5075)

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Kars, Türkiye

E-mail: aliye.saglam@kafkas.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Reha COŞKUN (ORCID: 0000-0002-1441-3995)

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Kars, Türkiye

Email: mustafareha89@hotmail.com

Arş. Gör. Seda GÖKDEMİR (ORCID: 0000-0003-2540-1364)

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Kars, Türkiye

Email: sedaadurhan@gmail.com

Abstract

In sheep breeding, especially in neonatal (0-28 days) lambs, diarrhea cases frequently occur and cause growth and performance losses, especially death, and subsequently serious economic losses. In addition to non-infectious factors, infectious agents such as *Clostridium perfringens* and *Escherichia coli* are among the most important causes of neonatal lamb diarrhea. The aim of the present study was to isolate and identify *Clostridium perfringens* and *Escherichia coli* as primary causative agents in neonatal lambs with diarrhea. The material of the study consisted of rectal fluid samples taken from 8 lambs with diarrhea and visceral organ (lung, liver) samples taken from 3 lambs that died before in the same flock after the death of 20 lambs in a family enterprise with 50 lambs aged 1-28 days. Thioglycollate Medium and Tryptose Sulfite Cycloserine agar were used for the isolation of *Clostridium perfringens*. Black colored colonies grown on Tryptose Sulfite Cycloserine agar after incubation under aerobic conditions and Gram positive bacilli growing on 7% sheep blood agar and forming double hemolysis zone were accepted as *Clostridium perfringens*. For the isolation of *Escherichia coli*, 7% sheep blood agar and MacConkey agar were used. Gram negative bacilli forming grayish S colony on blood agar and pink colony on MacConkey agar were considered as *Escherichia coli*. *Escherichia coli* was isolated from 1 lamb liver sample and *Clostridium perfringens* from 3 rectal swab samples. DNA extraction was performed by boiling method for molecular identification of the isolates. As a result of species-specific PCR, while three isolates were identified as *Clostridium perfringens*, the other 1 isolate was pathotyped as *Escherichia coli* F17-A. In conclusion, *Escherichia coli* F17-A and *Clostridium perfringens* were isolated as the primary causative agents in diarrhea cases of neonatal lambs in the present study. Expanding this and similar studies to determine the virulence factors and antibiotic susceptibilities of bacterial agents

common in diarrhea cases will provide more comprehensive data, at least regionally, and will be effective in establishing appropriate treatment protocols.

Keywords: Lamb, diarrhea, *Escherichia coli* F17-A, *Clostridium perfringens*

İSHALLİ NEONATAL KUZULARDA *ESCHERICHIA COLI* VE *CLOSTRIDIUM PERFRINGENS* İZOLASYONU VE MOLEKÜLER İDENTİFİKASYONU

Özet

Koyun yetiştiriciliğinde özellikle neonatal (0-28 günlük dönem) kuzularda sıklıkla ortaya çıkan ishal olguları başta ölüm olmak üzere büyüme ve performans kayıplara ve takiben ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Nonenfeksiyöz faktörler dışında *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* gibi enfeksiyöz etkenler neonatal dönem kuzu ishallerinin en önemli nedenleri arasındadır. Mevcut çalışmada ishalleri neonatal kuzularda primer etkenlerden *Clostridium perfringens* ve *Escherichia coli*'nin izolasyon ve identifikasyonu amaçlanmıştır. Çalışmanın materyalini 1-28 günlük 50 kuzunun bulunduğu bir aile işletmesinde meydana gelen 20 kuzu ölümü sonrasında aynı sürüde bulunan ishalleri 8 kuzudan alınan rektal sıvap örneği ile öncesinde ölen 3 kuzudan alınan visceral organ (akciğer, karaciğer) örneği oluşturmuştur. *Clostridium perfringens* izolasyonu amacıyla Thioglicollate Medium ve Tryptose Sülfite Cyclocerineagar kullanılmış, anaerobik şartlarda inkübasyondan sonra Tryptose Sülfite Cyclocerineagarda üreyen siyah renkli koloniler ve takiben %7 koyun kanlı agarda üreyen, çift hemoliz zonu oluşturan Gram pozitif basiller *Clostridium perfringens* olarak kabul edilmiştir. *Escherichia coli* izolasyonu amacıyla %7 koyun kanlı agar ve Macconkey agar kullanılmış olup kanlı agarda grimsi S tipli, Macconkey agarda pembe renkli koloni oluşturan Gram negatif basiller *Escherichia coli* olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda 1 kuzu karaciğer örneğinden *Escherichia coli* ve 3 rektal sıvap örneğinden *Clostridium perfringens* izole edilmiştir. İzolatların moleküler identifikasyonu amacıyla kaynatma yöntemi ile DNA ekstraksiyonu gerçekleştirildi. Yapılan tür spesifik PCR sonucunda üç izolat *Clostridium perfringens* olarak tanımlanırken, diğer izolat *Escherichia coli* F17-A olarak patotiplendirilmiştir. Sonuç olarak mevcut çalışmada neonatal kuzuların ishal vakalarında primer etkenler içerisinde yer alan *Escherichiacoli*F17-A ve *Clostridium perfringens* izole edilmiştir. Bu ve benzer çalışmaların genişletilerek ishal olgularında yaygın olan bakteriyel etkenlerin gerek virulens faktörlerinin gerekse antibiyotik duyarlılıklarının belirlenmesi en azından bölgesel olarak daha kapsamlı verilerin eldesini sağlayacak ve uygun tedavi protokollerinin oluşturulmasında etkili olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kuzu, ishal, *Escherichia coli* F17-A, *Clostridium perfringens*

Giriş

Küçükbaş ruminantlarda neonatal dönem (0-28 gün) en yaygın sağlık probleminin yaşandığı aralık olarak bilinmekte ve bu probleminin başında ishal olguları yer almaktadır (Gökçe, 2010). Kuzu ishalleri hayvan sağlığı ile birlikte önemli ekonomik kayıplara da neden olmaktadır. Kuzu ishalleri mortalite ile sonuçlanabileceği gibi hasta olan kuzular ileri ki verim zamanlarında performans kayıplarına da neden olabilmektedir. Kuzu ishallerinin en önemli etkenlerinden birisi *Escherichia coli* olarak önümüze çıkmaktadır. *E. coli* sahip olduğu çeşitli patotipler kuzu sağlığı üzerine etkileri bulunmaktadır fakat en önemli patotip Enterotoksijenik *E. coli* (ETEC) olarak karşımıza çıkmaktadır (Dubreuil ve ark., 2016). ETEC suşlarının hastalık oluşturabilmesi için konak hücrelerine yapışması gerekmektedir. Yapışmayı sağlayan en önemli organeller fimbriyalardır. Neonatal ruminantlarda ishale sebep olan ETEC suşlarında karşılaşılan en önemli fimbriyalar F5 (K99), F41 ve F17'dir (Dubreuil ve ark., 2016). Bunlar arasında F17'ye olan ilgi son yıllarda artmıştır (Chen ve ark., 2022). F17 suşları neonatal hayvanların ince bağırsak mukusundaki glikoproteinlerin üzerinde bulunan N-asetilglukozamin bağlanarak kolonize olmaya başlamaktadır. Sayısının artması ile çeşitli toksinler salgılayarak ishal oluşumuna neden olmaktadır. İshal sebebiyle dehidrasyon, depresyon, beslenememe gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. F17 suşları alt tiplerden oluşmaktadır. Yapısal olarak, F17-A ve F17-G olarak adlandırılan iki yapıdan oluşmaktadır (Bertin ve ark., 1996). F17-A, F17a-A, F17b-A, F17c-A ve F17d-A olarak adlandırılan dört farklı alt tipi bulunmaktadır. F17-G ise asıl adhezyonu sağlayan bölümdür ve F17-G1 ve F17-G2 olmak üzere iki alt tipten oluşmaktadır. F17b-A ve F17c-A alt tipleri ishale ek olarak septisemiyede sebep olmaktadır. F17a-A ve F17d-A ETEC suşlarında bulunan fibria çeşididir (Bertin ve ark., 1996).

Kuzu ishallerinin önemli bir diğer etkeni de *Clostridium perfringens* 'tir ve çevrede, hayvanların bağırsak sisteminde yaygın olarak bulunan bir mikroorganizmadır (Shimizu ve ark., 2002; Silva ve ark., 2013). *Clostridium perfringens*, *Clostridiaceae* familyasına ait Gram pozitif, çomak şeklinde, endospor oluşturan, kapsüllü, sporları central, subterminal ve terminal formda, anaerob, hareketsiz, katalaz negatif ve evcil hayvanlarda önemli enterik infeksiyonlara neden olan bir bakteridir (Seyitoğlu ve ark. 2012). *C. perfringens*'in 20'den fazla toksin üretebildiği kabul edilmektedir (Palliyeguru ve ark., 2013). *C. perfringens*, yedi farklı tipte sınıflandırılır (A'dan G'ye kadar) ve her tip, farklı toksinler üretir. Bu toksinler, Alfa-toksin (CPA), Beta-toksin (CPB), Epsilon-toksin (ETX), Iota-toksin (ITX), Enterotoksin (CPE) olmak üzere 5 gruba ayrılmıştır. *C. perfringens* türleri, beta2 toksini (cpb2) ve NetB toksini (netB) gibi diğer toksinleri de üretebilir. *C. perfringens*, zoonoz özelliğe sahip olup insan ve birçok hayvan türünde farklı enfeksiyon tiplerine neden olabilmektedir (Uzal ve ark., 2008; Wu ve ark., 2022).

Tablo 1. *C. perfringens*'in önemli toksin tipleri

Toxin tipi	Alpha (cpa)	Beta (cpb)	Epsilon (etx)	Iota (iap)	Enterotoksin (cpe)
A	+	-	-	-	-
B	+	+	+	-	-
C	+	+	-	-	+/-
D	+	-	+	-	+/-
E	+	-	-	+	+/-

Koyunlarda, tüm *C. perfringens* türleri gastrointestinal hastalıklara neden olabilir. Farklı *C. perfringens* türleri arasında tip A, sağlıklı evcil hayvanların bağırsaklarından ve çevreden izole

edilen en yaygın türdür. Bununla birlikte, kuzularda sarı kuzu dizanterisi olarak bilinen gastrointestinal hastalığa da neden olabilir. *C. perfringens* tip B dizanteriden, tip C ise nekrotik enteritten sorumludur. Her iki hastalık da çoğunlukla yeni doğan kuzularda yaşamın ilk günlerinde ortaya çıkar ve karakteristik lezyonlardan üretilen beta toksin sorumludur. Enterotoksemi, epsilon toksini üreten tip D suşlarından kaynaklanır ve koyunlarda en yaygın görülen klostridyal hastalıklardan biridir (Greco ve ark., 2005; Hadimli ve ark., 2012). Yapılan bu çalışmada kuzu ishallerinin önemli bir sebebi olan *E. coli* ve *C. perfringens* varlığını araştırmak amacıyla planlanmıştır.

Materyal-Metod

Örnek

Çalışmanın materyalini 1-28 günlük 50 kuzunun bulunduğu bir aile işletmesinde meydana gelen 20 kuzu ölümü sonrasında aynı sürüde bulunan ishallerli 8 kuzudan alınan rektalsıvap örneği ile öncesinde ölen 3 kuzudan alınan viseral organ (akciğer, karaciğer) örneği oluşturmuştur. Hayvan Deneyleri Etik Kurullarının Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmeliği 8. Madde k bendine göre etik iznine gerek duyulmamaktadır.

***E. coli* İzolasyon ve identifikasyonu**

Yapılan çalışmada F17 ve alt tiplerinin belirlenmesi için Bertin ve ark.'nın (1996) belirlemiş olduğu multipleks PCR gerçekleştirilmiştir. Akciğer ve karaciğer örnekleri kanlı agar ve MacConkey Agar'a ekim yapıp 37°C'de gece boyu inkübasyonu sonunda MacConkey üzerinde tipik *E. coli* kolonileri nutrientbrotha pasajlanarak inkübe edildi. İnkübasyon sonunda koloniler 100µl nükleazfree su içerisinde homojenize edilerek 100°C'de 10 dakika kaynatıldı. Bu işlemi takiben 8000rpm'de 3 dakika santrifüj edildi. DNA kaynağı olarak süpernatant kullanıldı. Multipleks PCR ile F17 fibria ailesinin varlığı araştırılmıştır. Bu multipleks PCR uygulamaları ile F17 fimbriasında temel yapılar olan F17a-A, F17b-A, F17c-A, F17d-A, F17G-1 ve F17G-2 fimbrialarının tespit edilmiştir. Bu amaçla, PCR karışımı için 50µl toplam hacimde 5µl 10xPCR buffer, 1,5 mM MgCl₂, 1mM dNTP, 0,6µM her bir primer dizisinden, 1,25 U Taqpolimeraz ve 5 µl elde edilen bakteri DNA'sı eklenerek 50µl'ye nükleaz-free su ile tamamlandı (Guler ve ark., 2008). Amplifikasyon işlemi için ilk denatürasyon için 94°C'de 5 dakika, 25 siklus olarak denatürasyon 94°C'de 2 dakika, bağlanma 55°C 1 dakika, uzamada 72°C'de 1 dakika ve son bağlanmada 72°C'de 5 dakika uygulandı (Bertin ve ark., 1996, Guler ve ark., 2008).

Tablo 1. F17 fimbriasını tespiti için kullanılan primer dizileri ve ürün boyutları (Bertin ve ark., 1996)

Virulensfaktör	Primer	Primer 3'-5'	Lokasyon	Ürün boyutu (bp)
F17 ailesi (F17a-A, F17b-A, F17c-A/gafA, F111-A)	P1	GCAGAAAATTCAATTTATCCTTGG	3-26	537
F17 ailesi (F17a-A, F17b-A, F17c-A/gafA, F111-A)	P2	CTGATAAGCGATGGTGTAATTAAC	517-540	
F17a-A	P3	GCTGGAAGGGTGCAATACGCCTG	219-241	321
F17b-A	P4	CAACTAACGGGATGTACAGTTTC	217-239	323
F17c-A/gafA	P5	GCAGGAACCGCTCCCTTGGC	124-143	416
F111-A	P6	GATAGTCATAACCTTAATATTGCA	301-324	239
Alt aile I adhezini (F17a-G, F111)	P7	CGGAGCTAATACTGCATCAACC	399-420	615
Alt aile II adhezini (F17b-G, F17c-G/gafD)	P8	CGTGGGAAATTATCTATCAACG	396-417	615
Alt aile I and II adhezinenleri	P9	TGTTGATATTCCGTTAACCGTAC	992-1014	

*İlk multipleks PCR primer seti P1, P2, P3, P6, P7 ve P9'dir.

İkinci multipleks için primer seti P2, P4, P5, P8 ve P9'dir.

** P1, P3, P4, P5 ve P6 primerlerinin ürün boyutu P2 primeri baz alınarak belirtilmiştir.

*** P7 ve P8 primerlerinin ürün boyutu P9 primeri baz alınarak belirtilmiştir (Bertin ve ark., 1996)

C. perfringens izolasyon ve identifikasyonu

Örnekler ön zenginleştirme amacıyla D-cycloserine içeren supplement ilave edilmiş thioglicollate mediumda inoküle edilip anaerop şartlarda 37°C' de 24-48 saat inkübe edildi. Süre sonunda zenginleştirme kültürlerinden 10 µl alınarak tryptose sülfite cycloserine agara çizgi ekim yöntemiyle ekildi ve 46°C'de anaerop şartlarda 24-48 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrası bu besiyerinde üreyen siyah koloniler *Clostridium perfringens* şüpheli kabul edilip %5 koyun kanlı agara ekildi ve inkübasyon anaerop şartlarda 37°C' de 24-48 saat süreyle gerçekleştirildi. Kanlı agarda üreyen çift hemolizli koloniler Gram boyama yapılmış ve gram pozitif sporlu ve sporsuz basiller görülmüştür ve *C. perfringens* olarak kabul edilmiştir. Şüpheli koloniler 100µl nükleazfree su içerisinde homojenize edilerek 100°C'de 10 dakika kaynatıldı. Bu işlemi takiben 8000rpm'de 3 dakika santrifüj edildi. DNA kaynağı olarak süpernatant saklandı.

Multipleks PCR

Bu çalışmada multipleks PCR yöntemiyle *C. perfringens*'in toksin tiplendirmesi için, primer büyüklüğü 196 ile 655 bp arasında değişen gen bölgelerini amplifiye eden spesifik primerler (Tablo 2) kullanılmıştır. Bu çalışmada toksin genlerinin tespiti için pozitif kontrol olarak *C. perfringens* ATCC 13124, NCTC 13110 (ATCC 3626), NCTC 8239 ve CCUG 44727 suşları kullanılmıştır.

Toplam 50 µl 'lik hacimde hazırlanan PCR karışımına, distile su 9 µl, PCR buffer (10x konsantrasyonda) 6 µl, MgCl₂ (25mM) 8 µl, dNTPs (10 mM) 9 µl, her bir toksin gen bölgesi için aynı miktar ve konsantrasyonda; Primer F (40 pmol/ µl) Primer R (40 pmol/ µl) 1 µl (x 6) 1 µl (x 6), Taq polimeraz enzimi (1.0 U) 1 µl Örnek DNA 5 µl ilave edilecektir (Meer&Songer, 1997).

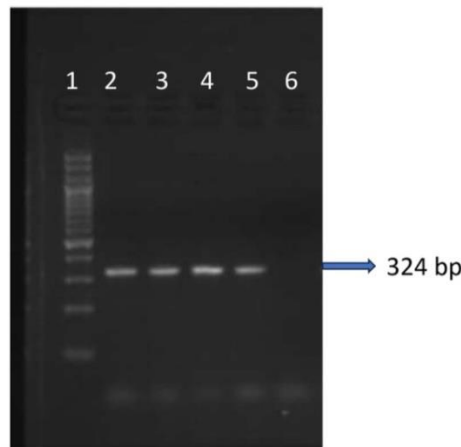
Tablo 2. *Clostridium perfringens* toksin genlerinin multipleks PCR tespiti için primerler (Meer ve Songer, 1997)

Primer	Primer sekansı (5'-3')	Büyüküğü (bp)	Gen
CPA F	GCTAATGTTACTGCCGTTGA	324	cpa
CPA R	CCTCTGATACATCGTGTAAG		
CPB F	GCGAATATGCTGAATCATCTA	196	cpb
CPB R	GCAGGAACATTAGTATATCTTC		
ETX F	GCGGTGATATCCATCTATTC	655	etx
ETX R	CCACTTACTTGTCTACTAAC		
IA F	ACTACTCTCAGACAAGACAG	446	iA
IA R	CTTTCCTTCTATTACTATACG		
CPE F	GGAGATGGTTGGATATTAGG	233	cpe
CPE R	GGACCAGCAGTTGTAGATA		
CPB2 F	AGATTTTAAATATGATCCTAACC	567	cpb2
CPB2 R	CAATACCCTTCACCAAATACTC		

PZR amplifikasyonunda 94 °C'de 2 dakika ön denatürasyon aşamasını takiben, toplam 30 PZR siklusu olacak şekilde 94 °C'de 1 dakika denatürasyon, 55 °C'de 1 dakika hibridizasyon ve 72 °C'de 2 dakika uzama olarak gerçekleştirildi. Son siklusu müteakip 72 °C'de 5 dakika son uzama işlemi yapılmıştır (Erol ve ark., 2008).

Bulgular ve Tartışma

Yapılan çalışma kapsamında toplam ishal bulgusu bulunan 8 kuzudan alınan rektalsıvap örneği ile öncesinde ölen üç kuzudan alınan visceral organlar (akciğer, karaciğer) *E. coli* ve *C. perfringens* açısından incelenmiştir. Laboratuvarımıza ulaştırılan 1 kuzunun karaciğerinden *E. coli* izole edilmiştir. İzolatın moleküler incelenmesi sonucunda ise F17a gen bölgesine sahip olduğu belirlenmiştir. İncelenen rektalsıvaplardan *E. coli* izolasyonu gerçekleştirilememiştir. Ölen kuzulara ait iç organlardan *C. perfringens* izolasyonu gerçekleştirilememiştir. İncelenen 8 rektalsıvap örneğinin 3'ünden (%37,5) ise *C. perfringens* izolasyonu yapılmıştır. İzolatlar toksin genlerini belirlemek amacıyla multipleks PCR ile analiz edilmiştir. Üç *C. Perfringens* izolatından cpa geni tespit edilmiş (Resim 1), ve izolatlar *C. perfringens* olarak doğrulanmıştır. Ancak, cpb, etx, iA, cpe ve cpb2 genleri hiçbir izolatta tespit edilmemiştir. Multipleks PCR analizlerine göre, sonuçlar tüm izolatların *C. perfringens* tip A olduğunu göstermiştir.



Resim 1. *Clostridium perfringens*'in PCR görüntüsü. 1. Marker (100 bp), 2. Pozitif kontrol, 3-5. Pozitif örnekler 6. Negatif control

Önemli patojenler arasında yer alan *C. perfringens*, çiftlik hayvanları ve insanlarda çeşitli hastalık tablolarına yol açmaktadır. *C. perfringens* türleri tarafından üretilen toksinler koyun ve keçilerdeki enterik hastalıklardan sorumludur. Enterotokseminin yüksek ölüm oranı, verim düşüklüğü ve artan tedavi maliyetleri nedeniyle koyun endüstrisinde önemli ekonomik kayıplara neden olduğu iyi bilinmektedir. Enterotoksemi, dünya çapında koyun ve keçilerde en sık görülen hastalıklardan biridir. Dünyanın dört bir yanındaki ülkelerden gelen raporlar, enterotoksemi prevalans oranlarının %24,13 ile %100 arasında değiştiğini bildirmiştir. Türkiye’de yapılan çalışmalarda ise enterotoksemi şüphesiyle ölen koyun ve kuzularda mortalite oranlarının %38-86.6 arasında seyrettiği gösterilmiştir (Gökçe ve ark., 2007; El Idrissi ve Ward, 1992, Greco ve ark., 2005; Gökçe ve ark., 2010).

Kuzularda *E. coli* F17 enfeksiyonları son yıllarda ilgi artmaktadır. Sebep olduğu ishal ve septisemi koyunculuk sektörünün sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. *E. coli* F17 suşları neonatal ruminantlarda önemli sorunlara sebep olmaktadır. Buzağılarda yapılan çalışmalarda 15 iç organdan 4 tanesinde *E. coli* izolasyonu yapılmıştır. İzole edilen *E. coli* suşlarından ortak olarak F17 virulens gen varlığı belirlenmiştir (Güler ve ark., 2008). Özavcı ve ark. (2022) tarafından yapılan bir çalışmada visceral organları incelenen 150 neonatal kuzunun %88,66 (133/150)’sında *E. coli* belirlenmiştir. Mevcut çalışmada da kuzu iç organlarında *E. coli* F17 varlığı belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar, *E. coli* F17 suşlarının kuzularda sadece ishal değil aynı zamanda daha ciddi olarak septisemiye sebep olacağını göstermiştir. Bu bağlamda, kuzu ishallerinde ileride yapılacak çalışmalarda *E. coli* F17 suşlarının dikkat edilmesi gereken bir suş olduğu ortaya konulmuş, epidemiyolojisi, virulens mekanizmaları ve kontrol stratejileri üzerine detaylı çalışmaların gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Kuzularda ishal, çeşitli sebeplerle ortaya çıkabilir ve etkili bir yönetim stratejisi gerektirir. Enfeksiyöz nedenler, beslenme hataları ve çevresel stres, ishalin başlıca sebepleri arasında yer alır. Erken teşhis, uygun tedavi ve iyi bir çiftlik yönetimi, kuzularda ishalin önlenmesi ve kontrol altına alınmasında kritik rol oynar. Dolayısıyla ishale neden olan enfeksiyöz etkenlerin belirlenmesi hastalığın koruma ve kontrolünde veteriner hekime de yön vermesi açısından önemlidir. Bu ve benzer çalışmaların genişletilerek ishal olgularında yaygın olan bakteriyel etkenlerin gerek virulens faktörlerinin gerekse antibiyotik duyarlılıklarının belirlenmesi en azından bölgesel olarak daha kapsamlı verilerin eldesini sağlamanın yanısıra uygun tedavi protokollerinin oluşturulmasında etkili olacaktır. Koyun sürülerinde bireysel hayvan tedavisinin yanında özellikle koruyucu hekimlik çok büyük önem arz eder. O yüzden her bölgeye ve sürüye özgü olan aşı programlarının oluşturulması, birçok hastalığın oluşumunda hazırlayıcı rol oynayan etmenlerin giderilmesi oldukça önemlidir.

Kaynaklar

- Bertin, Y. Martin, C. Oswald, E. & Girardeau, J. P. (1996). Rapid and specific detection of F17-related pilin and adhesin genes in diarrheic and septicemic *Escherichia coli* strains by multiplex PCR. *Journal of Clinical Microbiology*, 34(12), p.2921–2928. <https://doi.org/10.1128/jcm.34.12.2921-2928.1996>
- Chen, W. Lv, X. Zhang, W. Hu, T. Cao, X. Ren, Z. Getachew, T. Mwacharo, J. M. Haile, A. & Sun, W. (2022). Non-Coding Transcriptome Provides Novel Insights into the *Escherichia coli* F17 Susceptibility of Sheep Lamb. *Biology*, 11(3), p.348. <https://doi.org/10.3390/biology11030348>
- Dubreuil, J. D. Isaacson, R. E. & Schifferli, D. M. (2016). Animal Enterotoxigenic *Escherichia coli*. *EcoSal Plus*, 7(1), 10.1128/ecosalplus.ESP-0006-2016. <https://doi.org/10.1128/ecosalplus.ESP-0006-2016>
- El Idrissi, A. H. & Ward, G. E. (1992). Evaluation of enzyme-linked immunosorbent assay for diagnosis of *Clostridium perfringens* enterotoxemia. *Veterinary Microbiology*, 31(4), p.389–396. [https://doi.org/10.1016/0378-1135\(92\)90131-c](https://doi.org/10.1016/0378-1135(92)90131-c)
- Erol, I. Goncuoğlu, M. Ayaz, N. D. Bilir Ormancı, F. S. & Hildebrandt, G. (2008). Molecular typing of *Clostridium perfringens* isolated from turkey meat by multiplex PCR. *Letters in Applied Microbiology*, 47(1), p.31–34. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2008.02379.x>
- Gökçe, E. Ünver, A. & Erdoğan H. M. (2010). İshalli Neonatal Kuzularda Enterik Patojenlerin Belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16 (5), p.717-722, 2010. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2009.1514>
- Gökçe, H. İ. Genc O. Sözmen, M. & Gökçe, G. (2007). Determination of *Clostridium perfringens* toxin-types in sheep with suspected enterotoxemia in Kars province Turkey. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 31, p.355-360.
- Grass, J. E. Gould, L. H. & Mahon, B. E. (2013). Epidemiology of foodborne disease outbreaks caused by *Clostridium perfringens*, United States, 1998-2010. *Foodborne Pathogens and Disease*, 10(2), 131–136. <https://doi.org/10.1089/fpd.2012.1316>
- Greco, G. Madio, A. Buonavoglia, D. Totaro, M. Corrente, M. Martella, V. & Buonavoglia, C. (2005). *Clostridium perfringens* toxin-types in lambs and kids affected with gastroenteric pathologies in Italy. *Veterinary Journal (London, England : 1997)*, 170(3), p.346–350. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2004.08.001>
- Güler, L. Gündüz, K. & Ok, U. (2008). Virulence factors and antimicrobial susceptibility of *Escherichia coli* isolated from calves in Turkey. *Zoonoses and Public Health*, 55(5), p.249–257. <https://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2008.01121.x>
- Hadimli, H. H. Ergani, O. Sayin, Z. & Aras, Z. (2012). “Toxinotyping of *Clostridium perfringens* isolates by ELISA and PCR from lamb suspected of enterotoxemia,” *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 36(4), p.409–415,
- Meer, R. R. & Songer, J. G. (1997). Multiplex polymerase chain reaction assay for genotyping *Clostridium perfringens*. *American Journal of Veterinary Research*, 58(7), p.702–705.
- Palliyeguru, M. W. Rose, S. P. & Mackenzie, A. M. (2010). Effect of dietary protein concentrates on the incidence of subclinical necrotic enteritis and growth performance of

- broiler chickens. *Poultry Science*, 89(1), p.34–43. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00105>
- Seyitoğlu, Ş. Cengiz, S. Kılıç Altun, S. Küçükale, Ö. M. & Sözdutmaz, İ. (2012). Erzurum yöresinde koyunlarda *Clostridium perfringens* toksin varlığının toksin nötralizasyon, ELISA ve lateks aglütinasyon test yöntemleri ile araştırılması. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 23, p.39-43.
- Shimizu, T. Ohtani, K. Hirakawa, H. Ohshima, K. Yamashita, A. Shiba, T. Ogasawara, N. Hattori, M. Kuhara, S. & Hayashi, H. (2002). Complete genome sequence of *Clostridium perfringens*, an anaerobic flesh-eater. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(2), p.996–1001. <https://doi.org/10.1073/pnas.022493799>
- Silva, R. O. Ribeiro, M. G. Palhares, M. S. Borges, A. S. Maranhão, R. P. Silva, M. X. Lucas, T. M. Olivo, G. & Lobato, F. C. (2013). Detection of A/B toxin and isolation of *Clostridium difficile* and *Clostridium perfringens* from foals. *Equine Veterinary Journal*, 45(6), p.671–675. <https://doi.org/10.1111/evj.12046>
- Uzal, F. A. & Songer, J. G. (2008). Diagnosis of *Clostridium perfringens* intestinal infections in sheep and goats. *Journal of veterinary diagnostic investigation : official publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc*, 20(3), p.253–265. <https://doi.org/10.1177/104063870802000301>
- Wu, K. Feng, H. Ma, J. Wang, B. Feng, J. Zhang, H. Jiang, Y. Li, R. Wang, J. & Yang, Z. (2022). Prevalence, toxin-typing and antimicrobial susceptibility of *Clostridium perfringens* in sheep with different feeding modes from Gansu and Qinghai provinces, China. *Anaerobe*, 73, 102516. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2022.102516>
- Özavcı, V. Nuhay, Ç. Özden, M. (2022). Ege bölgesi neonatal kuzu ölümlerinde *Escherichia coli* sepsisinin ve antibiyotik duyarlılığının araştırılması. *Journal of Advances in Vet Bio Science and Techniques*, 7(3), p.305-312. <https://doi.org/10.31797/vetbio.1135125>

CONSUMPTION PATTERN OF INDIGENOUS LEAFY VEGETABLES AMONG SELECTED HOUSEHOLDS IN IBADAN ZONE, OYO STATE

Oyewole Mojisola Fauziyah

Olugbodi Grace Oluwaseun

Department of Agricultural Extension and Rural Development
University of Ibadan
ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-07333-4348>
oyemojidola2@gmail.com

Abstract

This study investigated the consumption pattern of indigenous leafy vegetables among selected households in Ibadan zones, Oyo State. A multistage sampling procedure was used to select respondents; data were collected using a structured questionnaire from a total of 120 respondents, and analyzed using descriptive and inferential statistics, Chi square test, Correlation coefficient, and ANOVA analysis.

The results showed that 67.5% of respondents were aware of indigenous leafy vegetables, but only 48.3% consumed them often. The most commonly consumed indigenous leafy vegetables were Jute mellow (65.9%) and Water leaf (55%), Green Amaranth (43.4%), Bitter leaf (46.7%), Lagos spinach (40.8%), Scent leaf (40.0%), and fluted pumpkin (42.5). Most of the respondents had favourable perception of the health benefits of consuming indigenous leafy vegetables. Awareness ($r=0.304$, $p=0.001$), and Constraints ($r=0.247$, $p=0.007$) also significantly influenced consumption. ANOVA analysis showed a significant difference in consumption frequency among households in the rural, semi-urban, and urban selected area ($F=5.236$, $p=0.007$).

In Conclusion, the study revealed that 51.7% of the respondents had a low level of consumption pattern of Indigenous leafy vegetables while 48.3% had a high level of consumption pattern. This implies that there is low level of consumption pattern of indigenous leafy vegetables among households in Ibadan zone, Oyo State. Therefore, promoting awareness and addressing constraints through initiatives such as Socio media strategic awareness campaigns, extension services, may increase the consumption of Indigenous leafy vegetables among households in the study area.

Keywords: Indigenous leafy vegetables, consumption pattern, households, Ibadan zone, Oyo State.

Introduction

Indigenous leafy vegetables are defined as plant species which are either genuinely native to a particular region, or which were introduced to that region far long enough to have evolved through natural processes or farmer selection (Mungofa, *et.al.*, 2022). They are often referred to as traditional vegetables because of their long-standing use, and they are typically grown and consumed in specific locations, often featuring prominently in traditional recipes (Richard, 2022). Indigenous leafy vegetables are diverse, colorful, and tasty foods that can play a strategic role in achieving balanced diets. (Mayekiso, 2024). Indigenous leafy vegetables are an essential part of the traditional diet in Nigeria, providing essential nutrients and health benefits. They are rich in vitamins, minerals, and antioxidants, which are essential for maintaining good health (Oyewole, 2016).

Research has consistently shown that people who consume at least five servings of vegetables a day have the lowest risk of many diseases, including cancer and diabetes (Aune, 2019). The consumption of leafy vegetables in daily diet has been strongly associated with stress management; specifically for instance, potassium-rich vegetables such as *Talinum triangulare*-Gbure can reduce blood pressure. (Diass, 2019). They also typically contain less fat and calories than many other foods but can contain protein and other nutrients. According to Malebo, 2023, in a study of African leafy vegetables for food and Nutrition security noted that indigenous green leafy vegetables often contain bioactive compounds such as niacin, omega-3-fatty acids, flavonoids, carotenoids and others. These compounds can provide antioxidant and anti-inflammatory properties, which may lead to a vast array of health benefits, such as a reduced risk for health conditions like stroke, anemia, high blood pressure, certain cancers, and diabetes. They may also help improve gut health, immunity, and heart, bone, and skin health. Also, a daily serving of leafy greens may help slow cognitive decline that can come with aging (Morris, *et.al.* 2018).

The consumption pattern of many wildy grown vegetables like Wild lettuce (*Launaea teraxacifolia*) – Yanrin, Tree Spinach (*Cnidoscolua aconitifoli*) – Iyanapaja, Fireweed (*Crassocephalum crepidioides*) – Ebolo, Field pumpkin (*Cucurbita Pepo*) - (Elegede), Black nightshade (*Solanum nigrum*) – Odu, Huckleberry (*Solanum scrubum*) - Ogunmo) including the cultivated Eggplant leaf (*Solanum macrocarpon*) -Igbaagba, have been revealed by previous studies to have greatly reduced, and are gradually disappearing from farms (Obembe *et. al.*, 2018).

Crops like maize, potatoes, rice, and wheat are high in carbohydrates and provide a significant portion of global dietary energy intake; however, overreliance on these crops can lead to nutritional deficiencies (Nyarai *et.al.* 2022). Nigeria demographic health surveys in the past decade have established that many households rely on these carbohydrate-rich diets, leading to lack of dietary diversity and nutritious foods which contribute to malnutrition and food insecurity (Fajobi, *et.al.* 2024). Incorporating and promoting consumption of indigenous green leafy vegetables among people is therefore a key to improving the overall health of many.

The consumption of these vegetables has also become limited because they are being overshadowed by more exotic vegetables like carrots, lettuce, tomatoes, and others that are cultivated at a higher cost (Navya and Nagnur, 2024). This therefore calls for a study of the current consumption pattern of indigenous leafy vegetables in order to put forth policies and interventions to encourage and improve their consumption. It is against this background that this study seeks to achieve the following specific objectives: assess the awareness of the respondents about the indigenous leafy vegetables, frequency at which the household dwellers

consume indigenous leafy vegetables, constraints faced by the respondents in the consumption of indigenous leafy vegetables in the study area and the difference in the consumption pattern of indigenous leafy vegetables in the selected rural, semi urban and urban study area.

Methodology:

Area of the study:

This study was conducted in Ibadan zone, Oyo state, which has eleven (11) local government areas.

Ibadan, the capital city of Oyo State, is a major industrial and agricultural center. Ibadan is situated in the southwestern part of Nigeria within Oyo State, and geographically characterized by a mix of savannah and forest vegetation. Agriculture is a significant aspect of the Ibadan Zone's economy. The zone's fertile soil supports the cultivation of various crops, including indigenous leafy vegetables. Ibadan zone is an area that consists of a mixture of rural and urban communities.

Population of the study:

The study population consists of all households in the study area.

Sampling procedure and size:

Multistage sampling procedure was used to select the respondents for the study. The **First stage:** involved purposive selection of a rural local government, semi-urban local government and urban local government which were Akinyele, Ido and Ibadan North respectively. Akinyele local government was selected because Akinyele predominantly consist of rural areas due to the presence of agricultural land and agricultural activities, while Ido local government predominantly consist of peri-urban areas. Ibadan North local government was chosen as the urban Local Government due to the presence of many industrial and infrastructural facilities as well as the large population density (Wahab and Popoola, 2018). The **Second stage** involved the selection of 10% of the wards in each local government using a simple random technique which gave one(1) ward each. Moniya ward in 10% out of 12 wards in Akinyele Local Government which is one ward that is Moniya ward, 10% out of 12 wards in Ibadan North local government which is Agbowo, and 10% out of ten wards in Ido Local Government area which is Omi Adio ward. The **Third stage:** involved the selection of 20% of the communities in the wards chosen using a simple random technique, which gave (14) communities in Moniya ward out of the 72 communities, one community in Agbowo out of the five communities and five communities in Omi-Adio, out of the 25 communities. The **Fourth stage:** involved systematic sampling technique selection of every even number households from each of the selected communities. A total of 120 mothers in each household were selected as sample size.

Data collection and analysis techniques:

Data on respondents' socioeconomic characteristics, Awareness of selected ILVs, Constraints to consumption of ILVs, Perceived health benefits of ILVs, Frequency of consumption were collected and analyzed using the social science statistical package version 23.0.

The Awareness of indigenous leafy vegetables were measured by providing the respondents with 17 indigenous leafy vegetable items and asked to indicate their awareness by selecting the response option of 'Yes' or 'No' which were assigned the score 1 and 0. The mean was computed and those who fell within and above the mean were categorized as high-level of

awareness while those below the mean were categorized as low level of awareness. The respondent Constraints to the consumption of indigenous leafy vegetables were obtained by using a 3-point scale of 'severe', 'mild' and 'not a constraint'. The score 0, 1 and 2 were assigned respectively. The respondents Perceived health benefits of indigenous leafy vegetables were obtained by presenting a list of 15 health benefit items to the respondents who were then asked to select from the response action of 'to a greater extent', 'to a lesser extent', and 'not at all'. The Dependent variable of this study which was the Consumption pattern of the respondents was measured through an assessment of the Frequency of consumption. Respondents were asked how often they consume indigenous leafy vegetables, with response options ranging from 'hardly consumed' to 'more than once a week.' The index of frequency was calculated by summing all the responses and computing the mean. Respondents who scored between and above the mean were categorized as high, while those below the mean were categorized as low frequency of consumption.

RESULT AND DISCUSSION

Socio-economic characteristics of the respondents

Table 1: Socio economic characteristics of respondents

Variables	Frequency	Percentage (%)	Mean & SD
Age group			
≤ 20	3	2.5	38.68±10.82 (years)
21- 40	72	60.0	
41-60	43	35.8	
>60	2	1.7	
Sex			
Male	25	20.8	
Female	95	79.2	
Religion			
Christianity	84	70.5	
Islam	34	28.7	
Traditional	1	0.8	
Marital status			
Single	25	20.8	
Married	92	76.8	
Divorced	1	0.8	
Widowed	1	0.8	
Separated	1	0.8	
Household size			
1-4	60	50	4.61±1.72
5-8	58	48.3	
>8	2	1.7	
Level of education			
Primary	9	7.5	
Secondary	49	40.8	
Tertiary	62	51.7	
Occupation			
Civil service	29	24.2	
Business	12	10.0	
Trading	33	27.5	
Teaching	16	13.3	
Artisan	19	15.8	
Surveying	3	2.5	
Cleric	2	1.7	
Farming	2	1.7	
Driving	2	1.7	
Nursing	1	0.8	
Medical Doctor	1	0.8	
Monthly income			
≤20,000	16	13.3	#52,675±38,472
20,0001- 40,000	38	31.7	
40,001- 60,000	39	32.5	
>60,000	27	22.5	

Source: Field survey, 2024.

Respondents' awareness of indigenous leafy vegetables

Table 2 showed that all the respondents were aware of waterleaf (Gbure) (100%), while majority (99.2%) of the respondents were aware of jute mellow (Ewedu), as well as fluted pumpkin (Ugwu) (99.2%), Bitter leaf (Ewuro) (98.3%), Scentleaf (Efirin) (95.8%), Green amaranth (Tete abalaye) (95%), Indian spinach (Amunututu) (90.8%), Yoruba bologi (Worowo) (88.3%), Tree spinach (Iyanapaja) (87.5%), Lagos spinach (Soko olobe) (87.5%), Eggplant leaf (Gbagba) (85%), fireweed (Ebolo) (82.5%), Wild lettuce (yanrin) (80.8%), and African spinach (Tete olowojeja) (79.2%). The result further showed that (40%) of the respondent indicated not to know Black nightshade (Odu), (56.0%) do not know Field pumpkin (Elegede), and (80.0%) do not know Huckleberry (Ogunmo). More than half of the respondents (67.5%) had high level of awareness having mean scores above 14.16 while 32.5% of the respondents had low level of awareness with mean scores below 14.16. This observation is in line with the findings of (Oladeo and Oluwatoni, 2019) who reported that jute mellow, waterleaf, and Lagos spinach ranked highest for awareness while Yoruba bologi, Huckleberry, Wild lettuce, and Black nightshade have fallen into disuse, as most respondents have never eaten them, or no longer eat them, and some had never even heard their names.

Table 2: Awareness of indigenous leafy vegetables (n=120)

S/N	Indigenous leafy vegetables	Yes		No		Mean	S.D	Rank
		F	%	F	%			
1	Indian/ Malabar spinach	109	90.8	11	9.2	0.91	0.29	7 th
2	Yoruba bologi (worowo)	106	88.3	14	11.7	0.88	0.32	8 th
3	Fireweed (Ebolo)	99	82.5	211	17.5	0.83	0.38	12 th
4	Wild lettuce (yanrin)	102	85.0	18	15.0	0.81	0.40	13 th
5	Eggplant leaf (Gbagba)	102	18.0	18	15	0.85	0.36	11 th
6	Huckleberry (Ogunmo)	40	33.3	80	66.7	0.33	0.47	17 th
7	Scent leaf (Efirin)	115	95.8	5	4.2	0.96	0.20	5 th
8	Black nightshade (Odu)	72	60.0	48	40	0.60	0.49	15 th
9	Green amaranth (Tete abalaye)	114	95.0	6	5	0.95	0.22	6 th
10	Lagos spinach (soko olobe)	105	87.5	15	12.5	0.87	0.33	10 th
11	Tree spinach (Iyanapaja)	105	87.5	15	12.5	0.88	0.33	8 th
12	Bitter leaf (Ewuro)	118	98.3	2	1.7	0.98	0.13	4 th
13	African spinach (Tete olowojeja)	95	79.2	25	20.8	0.79	0.41	14 th
14	Water leaf (Gbure)	120	100	0	0	1.00	0.00	1 st
15	Field pumpkin (Elegede)	64	53.3	56	46.7	0.53	0.50	16 th
16	Jute mellow (Ewedu)	119	99.2	1	8	0.99	0.09	2 nd
	Fluted pumpkin (ugwu)	119	99.2	1	8	0.99	0.09	2 nd

Mean = 14.16.

High Awareness = 62.5%,
(> 14.16)

Low Awareness = 32.5%
(< 14.16)

Source: Field survey, 2024

Constraints faced by respondents in the consumption of indigenous leafy vegetables

The result on constraints in Table 3 revealed that most severe constraints faced by the respondents in the consumption of indigenous leafy vegetables were; seasonality ($\bar{X} = 1.28$), affordability ($\bar{X} = 1.19$), and availability ($\bar{X} = 1.18$). While convenience and desirability followed

(\bar{X} = 1.04). This is in agreement with the findings of (Odukoya, *et.al.*, 2022) that the potential constraints against healthy food choice including vegetable consumption by many people especially in the urban and rural areas of Nigeria include; limited year round availability, affordability, and the need for convenience among many others.

Table 3: Constraints faced by respondents in the consumption of indigenous leafy vegetables

S/N	Constraints	Not Constraint F	(%)	Mild F	(%)	Severe F	(%)	Mean	S.D	Rank
1	Availability	29	24.2	40	33.3	51	42.5	1.18	0.80	2 nd
2	Affordability	30	25.0	37	30.8	53	44.2	1.19	0.81	3 rd
3	Convenience	37	30.8	41	34.2	42	35.0	1.04	0.81	5 th
4	Desirability	43	35.8	29	24.2	49	40.0	1.04	0.87	5 th
5	Health problem	48	40.0	12	10.0	60	50.0	1.10	0.95	4 th
6	Seasonality	17	14.2	52	43.3	51	42.5	1.28	0.70	1 st

Source: Field survey, 2024

Perceived health benefits of indigenous leafy vegetables

The result on the perceived health benefits of indigenous leafy vegetables in Table 4 showed that majority (94.2%) of the respondents perceived that indigenous leafy vegetables aid digestion to a greater extent, (89.4%) of them perceived that indigenous leafy vegetables aid smooth skin to a greater extent, (89.2%) of them perceived that the vegetables increase blood flow to a greater extent, (85.8%) of them perceived that the vegetables aid development and growth to a greater extent, (84.2%) of them perceived that the vegetables aid body building, (83.3%) of them perceived that the vegetables gives energy and vitality, (83.3%) of them believed that the vegetables reduces hypertension, and (82.5%) of them believed that the vegetables prevent constipation. The result implies that most of the respondents had sufficient knowledge of the health benefits of consuming indigenous leafy vegetables. Based on this, it is clear that most of the respondents would consume indigenous leafy vegetables if made readily available. This finding is consistent with a study by Adedeji *et al.*, (2022), which found that 92% of respondents in Ogun State, Nigeria, perceived that indigenous leafy vegetables have health benefits, including improving digestive health and reducing the risk of chronic diseases.

Table 4: Respondents' perceived health benefits of indigenous leafy vegetables

S/N	Benefits	Greater exten		Lesser extei		Not at all		Mean	S.D	Rank
		F	%	F	%	F	%			
1	Fight diseases	99	82.5	12	10.0	9	7.5	1.75	0.58	12 th
2	Gives energy and vitality	100	83.3	20	16.7	0	0.0	1.83	0.37	6 th
3	Aid smooth skin	107	89.2	12	10.0	1	0.8	1.88	0.35	2 nd
4	Reduces hypertensic	100	83.3	18	15.0	2	1.7	1.82	0.43	8 th
5	Aid body building	101	84.2	18	15.0	2	1.7	1.83	0.40	6 th
6	Aid digestion	113	94.2	3	2.5	4	3.3	1.91	0.39	1 st
7	Provide good life	105	87.5	12	10.0	3	2.5	1.85	0.42	4 th
8	Prevent constipation	99	82.5	20	16.7	1	0.8	1.82	0.41	8 th
9	Aid development and growth	103	85.8	16	13.3	1	0.8	1.85	0.38	4 th
10	Prevent child malnutrition	90	75.0	20	16.7	10	8.3	1.67	0.63	14 th
11	Good for eyesight	95	79.2	23	19.2	2	1.7	1.77	0.46	11 th
12	Prevents diabetes	95	79.2	16	13.3	9	7.5	1.72	0.60	13 th
13	Aid fetal growth	95	79.2	23	19.2	2	1.7	1.78	0.46	10 th
14	Increase blood flow	107	89.2	11	9.2	2	1.7	1.87	0.38	3 rd
15	Prevents aging	89	74.2	21	17.5	10	8.3	1.66	0.63	15 th

Source: Field survey, 2024.

Frequency of consumption of indigenous leafy vegetables

The result in Table 5 showed that jute mellow (Ewedu) was the most frequently consumed vegetable. (65.9%) of the respondents reportedly consumed it more than once a week, while 30.0% consumed it once a week. Water leaf (Gbure) was consumed more than once a week by 55.0% of the respondents, and once a week by 21.7% of the respondents. Green amaranth (Tete olowojeja), Bitterleaf (Ewuro), Lagos spinach (Soko olobe), Scent leaf/wild basil (Efirin), and Fluted pumpkin (Ugwu) were consumed more than once a week by 43.3%, 46.7%, 40.8%, and 40.0%, and 42.4% of the respondents. This is in agreement with (Ejoh and Samuel, 2016) who indicated that the high frequency of consumption of these vegetables is due to the fact that these they are widely cultivated in southwest Nigeria in all seasons, therefore accounting for their mass availability in the rural and urban settlements through diverse channels, and in seasons when they are less cultivated, they could be purchased from the market. Furthermore, 47.5% of the respondents occasionally consumed Indian Malabar (Amunututu), 57.5% occasionally consumed Yoruba bologi (Worowo), 55% occasionally consumed fireweed (Ebolo), 40.8% occasionally consumed eggplant leaf (Gbagba), and 36.7% occasionally consumed tree spinach (Iyanapaa). The result further revealed that Huckleberry (Ogunmo) was the most hardly consumed vegetable (77.5%), while Field pumpkin (Elegede), Black nightshade (Odu), and wild lettuce (yanrin) were also hardly consumed by 70.0% and 53.3%, and 47.5% of the respondents. The overall mean was 42.18 for the consumption pattern level, 51.7% of the respondents had low consumption pattern level (> 42.18) while 48.3% had high consumption pattern level (< 42.18). This is similar to the report of (Termote *et. al*, 2012) that the non-frequent consumption of these vegetables portrays that there is tendency that they may go into extinction through ignorance and modern farming methods which involves the use of

herbicides, as many of them grow wild and are treated as weeds.

Table 5: Respondents' frequency of consumption of indigenous leafy vegetables

S/N	Vegetables	More than once week		Once a week		Occasionally consumed		Hardly consumed		Mean
		F	%	F	%	F	%	F	%	
1	Indian (Amunututu)	23	19.2	18	15.0	57	47.5	22	18.3	2.37 ±1.0
2	Yoruba bologi (Worowo)	8	6.7	15	12.5	69	57.5	28	23.3	2.03 ±0.8
3	Fire weed (Ebolo)	2	1.7	11	9.2	66	55.0	41	34.0	1.78 ±0.6
4	Wild lettuce (yanrin)	9	7.5	11	9.2	43	35.8	57	47.5	1.79 ±0.9
5	Eggplant leaf (Gbagba)	15	12.5	16	13.3	49	40.8	40	33.3	2.08 ±1.0
6	Huckleberry (Ogunmo)	6	5.0	5	4.2	16	13.3	93	77.5	1.38 ±0.8
7	Scent leaf (Efirin)	48	40.0	26	21.7	38	31.7	8	6.7	3.04 ±1.1
8	Black nightshade (Odu)	7	5.8	9	7.5	40	33.3	64	53.3	1.67 ±0.8
9	Green amaranth (Tete abalaye)	52	43.4	30	25.0	21	17.5	17	13.2	3.04 ±1.8
10	Lagos spinach (Sol olobe)	49	40.8	38	31.7	20	16.7	13	10.8	3.10 ±1.1
11	Tree spinach (Iyanapaja)	33	27.5	21	17.5	44	36.7	22	18.3	2.64 ±1.2
12	Bitterleaf (Ewuro)	56	46.7	31	25.8	25	20.8	8	6.7	3.67 ±1.1
13	African spinach (Te olowojeja)	32	26.7	19	15.8	32	26.7	37	30.8	2.43 ±1.2
14	Water leaf (gbure)	66	55.0	26	21.7	23	19.2	5	4.2	3.45 ±1.1
15	Field pumpkin (Elegede)	4	3.3	10	8.3	22	18.3	84	70.0	1.46 ±0.8
16	Jute mellow (Ewedu)	79	65.9	36	30.0	3	2.5	2	1.7	3.87 ±0.9
17	Fluted pumpkin (Ugwu)	29	24.2	36	30.0	51	42.5	4	3.3	2.80 ±0.9

Consumption level

Mean = 42.18

Low = 51.7% (> 42.18)

High = 48.3% (< 42.18)

Source: Field survey, 2024

INFERENCE ANALYSIS RESULT

Correlation between respondents' awareness of indigenous leafy vegetables and their consumption pattern.

There was a significant relationship between respondents awareness of indigenous leafy vegetables ($r = 0.304$, $p = 0.001$) @ $p < 0.005$ and frequency of consumption of indigenous leafy vegetables. This result is supported by a study by Akinbode *et al.*, (2023) in Oyo State, Nigeria, who found that awareness was significantly related to consumption of indigenous leafy vegetables among households ($r = 0.267$, $p = 0.010$).

Correlation between respondents’ constraints and consumption frequency of indigenous leafy vegetables.

The result showed that there is a significant relationship between constraints faced by respondents in the consumption of indigenous leafy vegetables and frequency of consumption of indigenous leafy vegetables ($r= 0.247, p=0.007$) @ $p<0.005$. This result is similar to the findings of Oladele *et al.*, (2023) who found that limited availability and high prices were significant predictors of low consumption of indigenous leafy vegetables among households in Ogun State, Nigeria.

Differences in the consumption pattern of indigenous leafy vegetables across the selected rural area, semi urban area, and urban area.

The result on Table 10 showed that at $p= 0.05$ level of significance, there was a significant difference in the consumption pattern of indigenous leafy vegetables across the rural, semi urban and urban areas ($F (2,27) =5.236, p=0.007$). There was a significant difference between the rural area and semi urban area consumption pattern ($p= 0.046$), the rural area and urban area ($p= 0.027$), as well as between the semi urban and the urban area ($P=0.003$) @ $p<0.005$

ANOVA (multiple comparison Table showing the difference in the consumption pattern between each selected location).

Post Hoc Test, LSD, Multiple comparison

Location type(i)	Location type(j)	Mean diff(i-j)	Std error	P- value
Rural	Semi urban	-3.969	1.972	0.046
Rural	Urban	8.798	3.918	0.027
Semi urban	Urban	12.767	4.147	0.003

Source: Field survey, 2024.

CONCLUSIONS

The following were the conclusions of the study:

1. Respondents were aware of indigenous leafy vegetables, but only few consumed them often.
2. The most commonly consumed indigenous leafy vegetables were Jute mellow and Water leaf, Green Amaranth, Bitter leaf, Lagos spinach, Scent leaf, and fluted pumpkin.
3. Most of the respondents had favourable perception of the health benefits of consuming indigenous leafy vegetables
4. Awareness and Constraints significantly influenced consumption pattern.
5. There was a significant difference in consumption frequency among households in the rural, semi-urban, and urban selected areas.
6. The study revealed that the respondents had a low level of consumption pattern of Indigenous leafy vegetables. This implies that there is low level of consumption pattern of indigenous leafy vegetables among households in Ibadan zone, Oyo State

RECOMMENDATIONS

1. Nutritionist should promote nutrition education awareness on consumption indigenous leafy vegetables to sensitize the urban, semi urban and rural households on the importance of consumption of indigenous leafy vegetables.
2. Government policies and extension services should be developed to improve market availability at retail outlet, irrigation system and pricing strategies which will help reduce or overcome constraints of unavailability of vegetables and boost the consumption of indigenous leafy vegetables among households.
3. Advocating for the cultivation of home gardens in rural, semi-urban, and urban areas can also help increase the availability and consumption indigenous leafy vegetables.

REFERENCES

- Akinbode, S. O., & Ugbaja, R. N. (2020). Indigenous leafy vegetables in Nigeria: A review. *Journal of Food and Nutrition Research*, 58(2), Pp.141-148.
- Aune, D (2019). Plant Foods, Antioxidant Biomarkers, and the Risk of Cardiovascular Disease, Cancer, and Mortality: A Review of the Evidence. *Advance in Nutrition*, Volume 10, Supplement 4, Pp. 404-421. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz042>
- Diass, J.S. (2019). Nutritional Quality and Effect on Disease Prevention of Vegetables. *Food and Nutrition Science*. Vol.10 No.4, Pp. 369 – 402. <https://doi.org/10.4236/fns.2019.104029>
- [Deborah Tosin Fajobi](#), [Joshua Olusegun Ajetomobi](#), [Mufutau Oyedapo Raufu](#), [Moses Oluwatobi Fajobi](#), and [Prabhu Paramasivam](#) (2024). Effects of food price on nutrition outcomes among women in Nigeria. *Food Sci Nutr*. 2024 Jan; 12(1): 94–104. doi: [10.1002/fsn3.3737](https://doi.org/10.1002/fsn3.3737)
- [Navya Bairenen](#) and [Shobha Nagnur](#) (2024). Purchasing pattern of exotic vegetables by consumers. 33(4):550-554. DOI: [10.61475/jfm.v33i04.219](https://doi.org/10.61475/jfm.v33i04.219)
- Malebo, N. J.(2023). Nutritional and Functional Value of African Leafy Vegetables: Advantages and Limitations. *Intech. Open*. DOI: 10.5772/intechopen.112972
- Mayekiso Anele Mayekiso (2024). Exploring the determinants of indigenous leafy vegetables utilization as a development strategy for enhancing food and nutrition security in Alfred Nzo district, South Africa. *Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev*. 24(6): 26706-26724 <https://doi.org/10.18697/ajfand.131.24475>
- [Martha Clare Morris](#), ScD, [Yamin Wang](#), , [Lisa L. Barnes](#), [David A. Bennett](#), [Bess Dawson-Hughes](#), and [Sarah L. Booth](#), (2018). Nutrients and bioactives in green leafy vegetables and cognitive decline. *Natural Library of Medicine. Neurology*, 90(3). Pp. 214 - 222 doi: [10.1212/WNL.00000000000004815](https://doi.org/10.1212/WNL.00000000000004815)
- [Mungofa Nyarai](#), [July Johannes Sibanyoni](#), [Mpho Edward Mashau](#), and [Daniso Beswa](#).(2022). Prospective Role of Indigenous Leafy Vegetables as Functional Food Ingredients. *Molecules*. ; 27(22). doi: 10.3390/molecules27227995
- [Obembe Olawole](#), [Oluwakemi Adetutu Bello](#), [Oluwadurotimi Samuel Aworunse](#), [Jacob Olagbenro Popoola](#) (2018). In vitro Multiple Shoots Formation in Wild Lettuce (*Launaea taraxacifolia*) (Willd.) Amin ex C. Jeffrey. *Annual Research & Review in Biology* 19(6):18 DOI: [10.9734/ARRB/2017/36212](https://doi.org/10.9734/ARRB/2017/36212)
- [Odukoya Oluwakemi O](#), [Omoladun Odeiran](#), [Charles R Rogers](#), [Folasade Ogunsola](#), and [Kolawole S Okuyemi](#) (2022). Barriers and Facilitators of Fruit and Vegetable Consumption among Nigerian Adults in a Faith-Based Setting: A Pre-Intervention Qualitative Inquiry. *Asian Pac J Cancer Prev*.; 23(5): 1505–1511. doi: [10.31557/APJCP.2022.23.5.1505](https://doi.org/10.31557/APJCP.2022.23.5.1505)
- Oladeo, A. O., & Oluwatoni, O. O. (2019). Consumption pattern of neglected and underutilized vegetables among households in Akinyele Local Government, Ibadan. *Journal of Food and Nutrition Research*, 57(2), 141-148.
- Oyewole, M.F.(2016). Contributions of Indigenous Vegetable Production to the Income Generation of Rural Vegetable Farmers in Egbeda Local Government Area of Oyo State. *Journal of Home Economics Research*. Vol. 23, No.2: 175- 182.
- Racheal, A., Laura, M. P., Tafadzwa, M., Francia, M. D. B., & Laubie, R. (2021). A review of indigenous food crops in Africa and the implication for more sustainable and healthy food systems. *Journal of Sustainability*, 12(8), 3493.

- Richard, A. A., Jemima, D., Matthew, A. A., Sanne, B., Linda, D., Mildred, O., Gustav, K. M., & Irene, K. (2022). Types of indigenous vegetables consumed, preparation, preferences, and perceived benefits in Ghana. *Journal of Ethnic Foods*, 9(1), 38.
- Ugbaja, R. N., Akinbode, S. O., & Oladejo, J. A. (2023). Awareness and consumption of indigenous leafy vegetables among households in Oyo State, Nigeria. *Journal of Nutrition and Health*, 56(2), 141-148.

EFFECT OF TREATMENT ON THE PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF ACTIVATED CARBON FROM SOYA BEANS HUSK

Ibrahim Ahmed¹

a.ibrahim.ia68@gmail.com

¹ Chemical Engineering Department, Ahmadu Bello University

***Kazeem Ajadi Ibraheem¹**

***Corresponding Author's Email:** kazeemolawale634@gmail.com

ORCID ID: [HTTP://ORCID.ORG/0000-0002-2474-881X](http://ORCID.ORG/0000-0002-2474-881X)

¹ Chemical Engineering Department, Ahmadu Bello University

Abdullahunuraddeen bakori¹

nbabdullahi88@gmail.com:

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-6381-9449>

¹ Chemical Engineering Department, Ahmadu Bello University

Abstract

This research investigates the effect of different treatment in the production and characterization of activated carbon derived from soya bean husk, a waste material generated during soybean processing that accounts for approximately 10-15% of soybean weight. The increasing demand for efficient and cost-effective adsorbents in various industries has led to this exploration, soya bean husk presents a significant environmental disposal problem. This research aims to address these issues by investigating the potential of converting soya bean husk into activated carbon. Characterization results reveal that the base-activated carbon exhibits lower moisture content (4.21%) compared to the acid-activated counterpart (4.7%), indicating improved thermal stability and efficiency in adsorption processes. Additionally, ash content analysis shows an increase from 9.2% in untreated husk to 14.08% in base-activated carbon, suggesting its suitability for specific applications such as catalysis or ion exchange. In terms of bulk density, acid-treated carbon demonstrates a higher density, indicating a more compact structure, ideal for applications requiring higher surface area. Conversely, the lower bulk density of the base-activated carbon suggests advantages in water filtration and lightweight adsorption applications. The chemical treatment also influences surface chemistry: acid activation yields a neutral pH (7.4), making it suitable for diverse adsorption applications, while base activation results in an alkaline pH (8), enhancing the material's ability to adsorb acidic pollutants. FTIR analysis further supports these findings, indicating that base treatment enhances aromatic structures and introduces carbonate functionalities, whereas acid treatment significantly modifies cellulose and carbonyl groups, adding phosphate functionalities. These structural and chemical modifications are critical for improving the adsorption properties of the activated carbon, positioning it for potential applications in pollutant removal and catalysis. By comparing the effectiveness of soya bean husk-derived activated carbon utilizing acid and base chemical activation, this research shows the aspect both derived activated carbon can be use

and provides a low-cost alternative to conventional activated carbon, benefiting industries and promoting agricultural by-products' value addition.

Keywords:soya bean husk, FTIR, acid treatment, base treatment, bulk density, pH

INTRODUCTION

Activated carbon is a remarkable adsorbent for a variety of substance because of its large internal surface area and porous nature, (Ahn et al., 2009). As a multipurpose adsorbent, it finds use in a variety of industrial fields, including chemical processing (Wang et al., 2011), air filtration (Mohan & Pittman, 2006), and water purification (Gupta et al., 2013). The activation process, which includes carbonization and subsequent physical or chemical treatment to create a porous structure, is what gives it its special qualities (Li et al., 2020). The economic viability (Jain et al., 2016) and favorable environmental impact (Yahya et al., 2018) of producing activated carbon from easily accessible agricultural by-products have attracted a lot of research attention recently. Activated carbon has been utilized for medicinal and water purification purposes since ancient Egypt (Hassler, 1963). Its uses today are numerous and include: Treating water and wastewater by eliminating organic pollutants, taste-or odor-causing substances, and impurities (Gupta et al., 2013). Reducing smells, eliminating volatile organic compounds (VOCs), and cleaning industrial gases are all ways to purify the air (Mohan & Pittman, 2006). Recovery of gold through extraction from solutions (Amaral et al., 2015). Medical uses include wound care, detoxification, and medication delivery (Shi et al., 2013). For decolorization, purification, and odor elimination in the food and beverage industry (Nguyen & Tanner, 2017). About 10–15% of the total weight of soybeans is made up of soy bean husk, a waste product produced during the processing of soybeans (Kumar et al., 2017). It is a desirable precursor for the production of activated carbon due to its properties: High carbon content (40-50%) (Jain et al., 2016), Low cost and abundant availability (Yahya et al., 2018), Environmentally friendly (reduces waste disposal issues) (Kumar et al., 2017).

Materials and methodology

Materials

Materials: Waste soya beans husk was obtained from Samaru, Zaria. The soya beans husk was crushed, grinded and sieved to obtain a fraction having particle sizes of 1.7-2.8 mm.

Preparation of Activated Carbons

To lower the moisture content, soy bean husk was first sun-dried and then baked at 100 degrees Celsius for 24 hours. In order to create a carbon-rich substance, the dried sample was carbonized for two hours at 400 degrees Celsius in a furnace without oxygen. A 0.1M activating agent, such as potassium carbonate (K_2CO_3) and phosphoric acid (H_2PO_4) in a ratio of 1 to 4, or soy husk to solution, was used to activate the carbonized material. After two hours of heating at 400 degrees Celsius, the activated material should be filtered and rinsed with distilled water to get rid of any contaminants. After two hours of oven drying at 100 to 150 degrees Celsius, the activated carbon was ground into a fine powder.

Proximate analysis:

Proximate analysis, as defined by ASTM D 121, is the process of determining moisture, ash content, pH, and bulk density using specified techniques. The following process was used to perform the proximate analysis of the various types of activated carbon.

Moisture content:

After measuring the weight of a small sample of activated carbon (soy shell), it was placed in a petri dish. It was evenly distributed across the plate. After that, it was baked for 1.5 hours at

a temperature between 105 and 110 degrees Celsius. During the heating process, the petri dish was either left open or uncovered. Following heating, the petri dish was taken out and allowed to cool in a desiccator. The dried sample's weight was determined once it had cooled.

Moisture content $M=100(B-F)/(B-G)$

B=weight of petri dish +original sample

F=weight of petri dish+ dried sample

G= weight of petri dish

Ash content:

A silica crucible was filled with one gram of the sample. It was heated for one and a half hours to 750°C in a muffle furnace. The crucible was left open throughout this heating process. The crucible was cooled in a desiccator following the necessary heating, and the weight of the ash was then determined.

Ash content $A=100(F-G)/(B-G)$

G=Mass of empty crucible

B=Mass of crucible + sample

F=Mass of crucible+ ash sample

Bulk Density:

The weight of a material per unit volume is known as its bulk density. Basically, it is applied to powdered materials. The bulk density test indicates the solid sample's packaging quantity and flow consistency. The unit of measurement is kilograms per cubic meter (kg/m³). The mass of the measuring cylinder used in this experiment should be determined first. After that, the provided activated carbon sample was put inside the cylinder and weighed again. After that, it was placed on the aluminum plate and oven-dried for 60 minutes at 105°C. The dry sample's weight was determined after it had dried.

$DB= (m_2- m_1)/v$

M₁= mass of measuring cylinder in grams

M₂= mass of measuring cylinder + its contents

V= volume of the measuring cylinder in litre

pH

pH was determined using the standard method ASTM D 3838-80. 1g activated carbon of soya shell sample was put in a conical flask and 100ml distilled water was added to it. The mixture was stirred for 1hour. pH readings were taken using pH meter. Repeat the Procedure for the other two type of activated carbon.

Fourier Transformed Infra-red spectroscopy (FTIR)

Fourier transform infrared spectroscopy was used to determine the surface functional groups of the activated carbon obtained from soya beans husk.

RESULTS AND DISCUSION

After conclusion of the production process, the result showed that the AC gotten from the base-activated carbonized husk was darker and retained more water than the acid-activated carbonized husk.

Discussion of Physical Properties of the samples and Activated Carbon Moisture Content (%)

Table1: Table of Moisture Content of The Three Samples

S/N	Description	Moisture Content (%)
	Soya Bean Husk (Raw)	6
	Carbonized Soya Bean Husk with Acid Treatment (Phosphoric Acid)	4.7
	Carbonized Soya Bean Husk with Base (Potassium Carbonate)	4.21

From above table when compared to the untreated soy bean husk, the moisture content is significantly reduced by both acid and base treatments. This is to be expected since carbonization eliminates volatile substances, organic matter, and functional groups that aid in the absorption of moisture. Because hydroxyl and other polar groups are lost, the carbonized husks are typically more hydrophobic. The moisture content of the base-activated carbonized husk is marginally lower than that of the acid-activated husk. The type of surface functional groups that each treatment produced may be the cause of this. While base activation (potassium carbonate) produces a more non-polar and hydrophobic surface, which further reduces moisture uptake, acid activation (phosphoric acid) tends to introduce more oxygen-containing groups, which may still retain some moisture.

A crucial factor in materials used for filtration, energy storage, or adsorption is their moisture content. Because less energy is needed to remove moisture before use, a lower moisture content frequently indicates better thermal stability and higher efficiency in adsorption processes. The carbonized products, particularly the base-treated husk, have a lower moisture content, which makes them better suited for uses where water retention must be kept to a minimum, like in energy storage materials like super capacitors or adsorbents for gas and liquid phase purification. Overall, the gradual reduction in moisture content from raw soy bean husk to carbonized and chemically activated forms suggests that the activation and carbonization processes are successful in lessening the material's ability to retain moisture and its hydrophilicity.

Ash content (%)

The amount of inorganic residue that remains after full combustion, which usually consists of minerals like silica, potassium, calcium, and magnesium, is measured by the ash content of materials like soy bean husk and its carbonized forms (treated with acid and base). Since it influences the material's potential for use in processes like adsorption, catalysis, and filtration, the amount of ash is a crucial indicator of the material's purity and degree of activation, particularly when working with biochars or activated carbons.

Table 2: Table of Ash Content of The Three Samples

S/N	Description	Ash Content (%)
	Soya Bean Husk (Raw)	9.2
	Carbonized Soya Bean Husk with Acid Treatment	13.4
	Carbonized Soya Bean Husk with Base Treatment	14.08

Both base and acid activation raise the ash content, with base treatment producing the highest ash value. Depending on the type of inorganic components (phosphates or potassium compounds), a higher ash content can improve the material's application for particular uses, like catalysis or ion exchange, but it can also decrease the overall carbon yield and adsorption potential because the ash represents non-carbon residues. Since a high ash content may decrease the available surface area, a lower ash content in raw or mildly carbonized material is preferable for adsorption applications (such as the removal of dyes or pollutants). However, because of their increased chemical reactivity, phosphates or potassium residues may be advantageous for catalysis or specific specialized environmental applications.

Bulk Density

The mass of a material, including its solid components as well as any void spaces, per unit volume is referred to as its bulk density. Because it influences the packing density, porosity, and overall material performance, it is a crucial characteristic when assessing materials for a variety of applications, especially in adsorption, filtration, and catalysis. The following are the bulk density values for soy bean husk and its carbonized forms following chemical activation with an acid (phosphoric acid) and a base (potassium carbonate):

Table 3: Table of Bulk Density of The Three Samples

S/N	Description	Bulk Density (kg/m ³)
	Soya Bean Husk (Raw)	0.230
	Carbonized Soya Bean Husk with Acid Treatment	0.401
	Carbonized Soya Bean Husk with Base Treatment	0.387

Since phosphoric acid usually produces more micropores and condensed structures, whereas potassium carbonate produces a more open structure with macropores, resulting in a slightly lower bulk density, the higher bulk density of acid-activated carbon suggests it may be more suitable for applications requiring a higher surface area with compact packing, such as in adsorption or catalysis. The increase in bulk density following chemical activation is expected and indicates successful carbonization and activation, which removes volatile compounds and reorganizes the carbon structure. With a somewhat lower bulk density, base-activated carbon might be more appropriate for uses requiring lighter, more porous materials, like water filtration or as lightweight adsorbents. Thus, depending on its bulk density and pore structure both of which are impacted by the activation technique employed each type of carbonized soy bean

husk can be customized for particular uses.

Discussion of Chemical Properties of the samples and Activated Carbon pH Value

Table 4: Table of pH Values of The Three Samples

S/N	Description	pH Value
	Soya Bean Husk (Raw)	6
	Carbonized Soya Bean Husk with Acid Treatment	7.4
	Carbonized Soya Bean Husk with Base Treatment	8

Because soy bean husk contains naturally occurring organic acids like phenolic acids and carboxyl groups from cellulose, hemicellulose, and lignin, it usually has a slightly acidic nature (pH ~6). The pH of the substance is typically lowered by these organic acids. Because of its organic makeup, pH 6 is naturally slightly acidic, which restricts its adsorption potential in the absence of additional treatment. A more balanced surface chemistry is produced by carbonization with acid treatment (pH 7.4), which makes the material appropriate for a variety of uses, particularly in adsorption processes where neutral pH is advantageous. An alkaline character is imparted by carbonization with base treatment (pH 8), which enhances the material's capacity to adsorb acidic species. This is advantageous in environmental applications where the elimination of acidic pollutants is required. Each pH level is therefore appropriate for a distinct industrial or environmental use, reflecting how chemical treatments (acid vs. base) change the surface chemistry and possible uses of carbonized soy bean husk.

Figure 1 depicting the moisture content, ash content bulk density, and pH values for soya bean husk, carbonized soya bean husk with acid and base treatment.

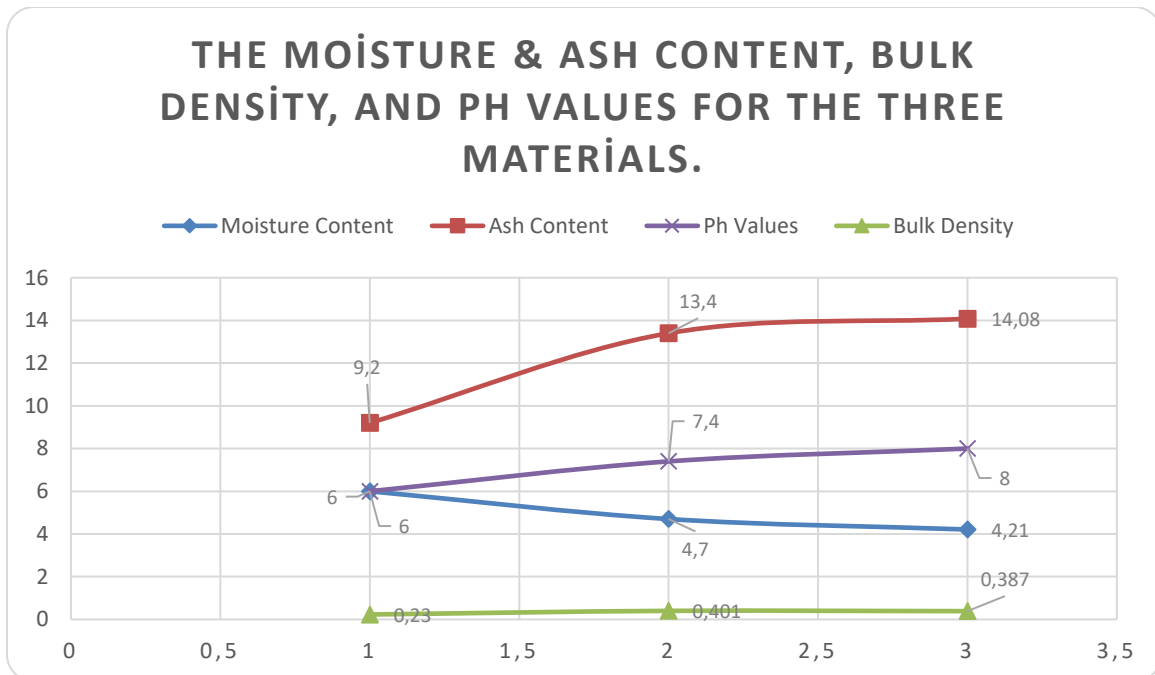


Figure1: Graph representation of The Moisture Content, Ash Content, Bulk Density, And Ph Values for The Three Materials.

The highest moisture content (10%) is found in soy bean husk, which drastically drops in both carbonized forms (3% for base treatment and 5% for acid treatment). Carbonization and treatment increase bulk density, which is 0.38 g/cm³ for raw husk, 0.54 g/cm³ for acid treatment, and 0.62 g/cm³ for base treatment. Following carbonization and chemical activation, this increase suggests a denser material. After being treated with acid, the pH rises from 6 in the raw husk to 7.4, indicating a more neutral pH. After being treated with base, the pH further rises to 8, indicating a basic environment.

Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) Analysis

The FTIR spectrum for untreated soya bean husk in figure 2 below shows characteristic peaks that provide insights into the molecular structure of the material. Breaking-down the key peaks and their possible assignments:

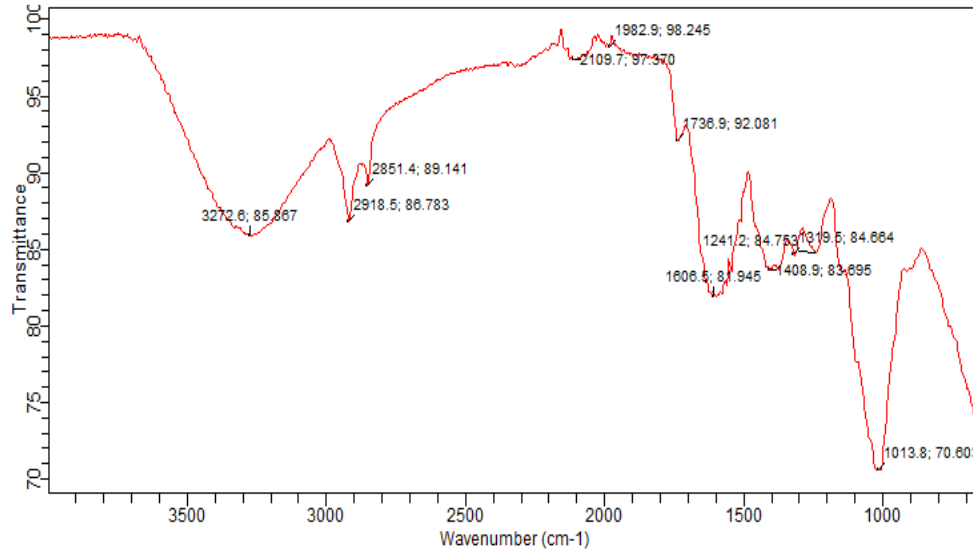


Figure 2: FTIR Spectra Of Untreated Soya Bean Husk
Carbonized Soya Bean Husk with Acid

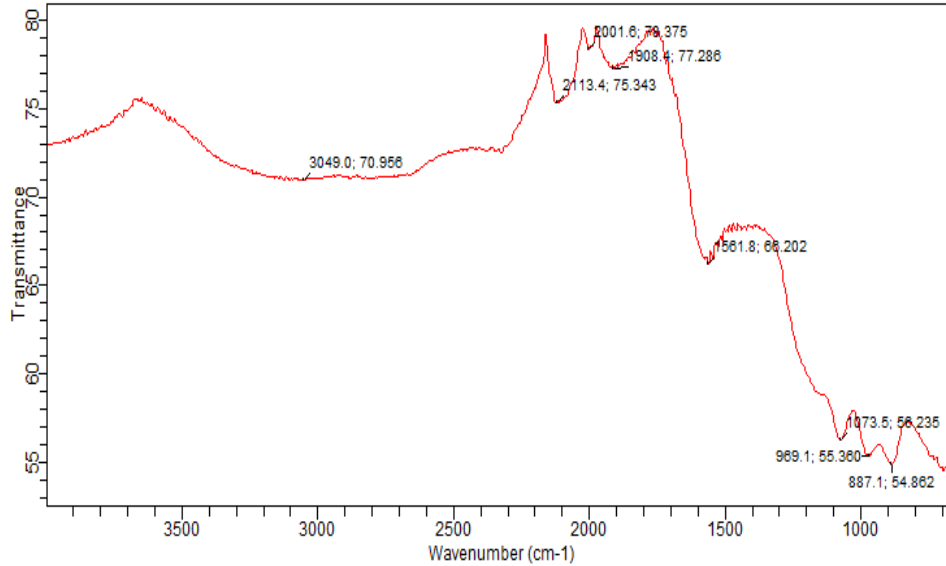


Figure 3: FTIR Spectra Of Carbonized Soya Bean Husk Activated With Phosphoric Acid
(H₃PO₄)

The FTIR spectrum of carbonized soya bean husk treated with potassium carbonate displays several key functional groups and transformations providing insights into the chemical structure changes that occurred due to the treatment.

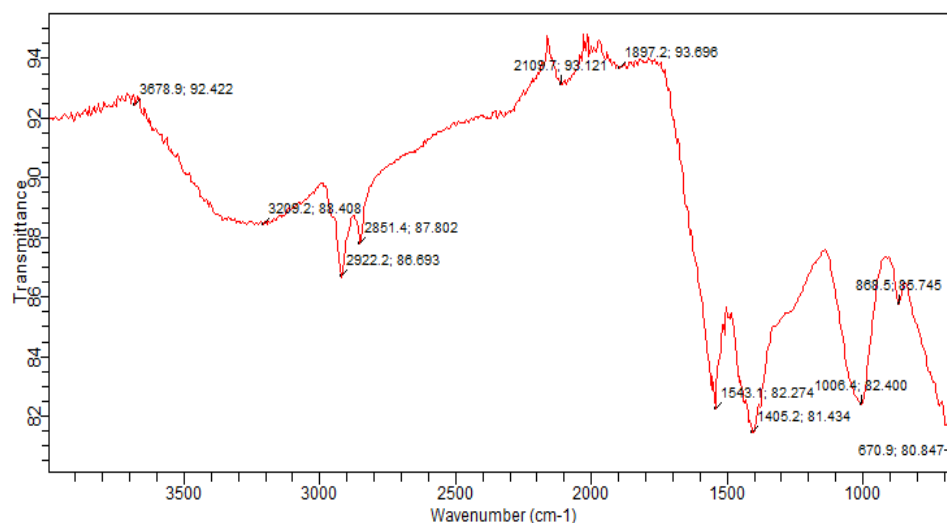


Figure 4: FTIR Spectra Of Carbonized Soya Bean Husk Activated With Potassium Carbonate (K_2CO_3)

Table 5: The summary of changes in FTIR spectra that includes both the base treatment (potassium carbonate) and acid treatment (phosphoric acid) of soya bean husk:

Functional Group	Untreated Husk	Treated Husk (Base Activated)	Treated Husk (Acid Activated)
O-H Stretching (~3272.8 cm^{-1})	Strong peak, indicating high hydroxyl content.	Reduced intensity, showing partial dehydration and structural changes.	Reduced intensity, indicating acid-catalyzed dehydration and breaking of hydroxyl groups (Adebayo & Gaspard, 2018; Foo & Hameed, 2012)..
C-H Stretching (2922.2 & 2851.4 cm^{-1})	Strong, indicating presence of aliphatic chains.	Present but weakened, showing partial degradation of hydrocarbons.	Slightly reduced, suggesting dehydration and partial breakdown of hydrocarbons (Jagtøyen & Derbyshire, 1998; Ioannidou & Zabaniotou, 2007)..
C=O Stretching (1738.9 cm^{-1})	Pronounced, suggesting high carbonyl content.	Reduced or shifted, indicating decarboxylation during activation.	Significantly reduced, indicating removal of carbonyl groups, possibly due to phosphoric acid oxidation (Khezami & Capart, 2005; Lua & Yang, 2004).
Aromatic C=C (1608.5 cm^{-1})	Less prominent, indicating lower aromaticity.	Enhanced, showing increased aromatic content due to lignin condensation.	Similar enhancement due to increased aromaticity from acid treatment and lignin restructuring (Budarin et al., 2010; Sun et al., 2012).
C-O Stretching (~1013.8 cm^{-1})	Strong, indicating high polysaccharide content.	Reduced intensity, indicating partial degradation of polysaccharides.	Significant reduction, showing degradation of cellulose and hemicellulose during acid treatment (Okman et al., 2014; Yahya et al., 2018).
New Peaks in base treatment (~670.9 cm^{-1})	Absent.	New peak indicates K-O bonds or carbonate residues introduced by base treatment.	New peaks associated with P-O and phosphate-related functional groups from phosphoric acid (Khezami & Capart, 2005; Yahya et al., 2018)..

From the table both base and acid treatments cause structural modifications in the soya bean husk, as observed through FTIR spectra. Base treatment enhances the aromatic nature and introduces carbonate-based structures, while acid treatment significantly affects cellulose and carbonyl groups and incorporates phosphate functionalities. The choice of activation method will influence the husk's final properties, making the carbonized material suitable for different applications, such as adsorption, based on the desired surface chemistry.

Conclusion

The study emphasizes that soy husk-based activated carbon's adsorption potential is improved by both acid and base treatments. Base activation produces a less dense but more porous structure with increased alkalinity, whereas acid activation produces a denser and more microporous material. These results are consistent with earlier studies on activated carbon derived from biomass, demonstrating that the physicochemical characteristics of the finished product are greatly influenced by chemical activation techniques.

References

- Adebayo, M. A., & Gaspard, S. (2018). *Characterization of base-activated carbon from biomass waste: Functional group analysis and adsorption properties*. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 6(4), 4570–4579.
- Ahn, W.-S., Park, H.-J., & Kim, D.-S. (2009). *Development of activated carbon for adsorption of volatile organic compounds*. *Journal of Hazardous Materials*, 164(1), 441–447.
- Amaral, L. R., Morais, L. C., & Lima, D. R. (2015). *Gold recovery from leach solutions using activated carbon produced from agro-industrial waste*. *Hydrometallurgy*, 157, 79–85.
- Budarin, V. L., Clark, J. H., & Deswarte, F. E. I. (2010). *The effect of acid and base activation on lignocellulosic biomass: A spectroscopic and structural study*. *Green Chemistry*, 12(6), 1186–1193.
- Foo, K. Y., & Hameed, B. H. (2012). *Preparation and characterization of activated carbon from lignocellulosic biomass: Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy analysis*. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 93, 24–30.
- Gupta, V. K., Ali, I., Saleh, T. A., Nayak, A., & Agarwal, S. (2013). *Chemical treatment technologies for wastewater recycling—An overview*. *RSC Advances*, 3(24), 8626–8640.
- Hassler, J. W. (1963). *Activated Carbon*. Chemical Publishing Co.
- Ioannidou, O., & Zabaniotou, A. (2007). *Agricultural residues as precursors for activated carbon production—A review*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(9), 1966–2005.
- Jagtøyen, M., & Derbyshire, F. (1998). *Activated carbons from biomass materials*. *Carbon*, 36(7-8), 1085–1097.
- Jain, A., Balasubramanian, R., & Srinivasan, M. P. (2016). *Hydrothermal conversion of biomass waste to activated carbon with high porosity: A review*. *Chemical Engineering Journal*, 283, 789–805.
- Khezami, L., & Capart, R. (2005). *Characterization of activated carbon produced from wheat bran by phosphoric acid activation*. *Bioresource Technology*, 96(14), 1467–1473.
- Kumar, R., Jena, H. M., & Mishra, P. (2017). *Preparation of high surface area activated carbon from waste biomass for adsorption of organic contaminants from wastewater*. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 5(3), 2671–2682.
- Li, W., Peng, J., Zhang, L., Yang, K., Xia, H., & Zhang, S. (2020). *Preparation of activated carbon from agricultural waste: Process and applications*. *Carbon*, 162, 29–49.
- Lua, A. C., & Yang, T. (2004). *Effect of activation temperature and impregnation ratio on chemical activation of biomass waste with phosphoric acid for activated carbon production*. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 72(2), 279–287.
- Mohan, D., & Pittman, C. U. (2006). *Activated carbons and low-cost adsorbents for remediation of tri- and hexavalent chromium from water*. *Journal of Hazardous Materials*, 137(2), 762–811.
- Nguyen, T. A. H., & Tanner, R. S. (2017). *Activated carbon in the food industry: Applications and future perspectives*. *Food Chemistry*, 235, 97–108.
- Okman, I., Karagöz, S., Tay, T., & Erdem, M. (2014). *Activated carbons from grape seeds by chemical activation with potassium carbonate and potassium hydroxide*. *Journal of Cleaner Production*, 81, 85–92.
- Shi, Q., Wang, J., Fang, Y., & Wei, Y. (2013). *Biomedical applications of activated carbon materials: Drug delivery, detoxification, and wound healing*. *Advanced Functional*

- Materials, 23(6), 749–758.
- Sun, K., Gao, B., Ro, K. S., Novak, J. M., Wang, Z., & Herbert, S. (2012). *Fourier Transform Infrared (FTIR) characterization of biochar from pyrolysis of wheat straw*. Environmental Science & Technology, 46(6), 3014–3020.
- Wang, H., Gao, B., Fang, J., & Ok, Y. S. (2011). *Production of biochar-based activated carbon for environmental applications: A review*. Journal of Environmental Management, 92(3), 463–477.
- Yahya, M. A., Al-Qodah, Z., & Ngah, C. W. Z. (2018). *Agricultural by-products as precursors for activated carbon production: Application in water and wastewater treatment*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 88, 106–122.☺

**ASSESSING THE IMPACT OF VARYING PHOSPHORUS FERTILIZER RATES ON
GROWTH PARAMETERS OF TWO COWPEA (*Vigna unguiculata*) VARIETIES IN
SUDAN SAVANNAH ECOLOGICAL ZONE**

Ahmed Ishiyaku

Jamila Bappah Yaya

Ibrahim Manu

Ruqayya H. Magaji

Department of Agricultural Education, Federal College of Education (Technical), Gombe
Corresponding author's Email: ahmedshiyaku@gmail.com

Abstract

The experiment was conducted in the Department of Agricultural Education, Federal College of Education (Technical), Gombe (10015N, 110 10E) in the Sudan savannah of Nigeria. During the 2022 rainy season, to assess the impact of varying phosphorus fertilizer rates on the growth parameters of two cowpea (*Vigna unguiculata*) varieties, IT98k-693 (V1) and IT89k-279 (V2). The study was designed as a 3x2 factorial experiment in a split-plot arrangement. The cowpea varieties constitute the main plot while the phosphorous levels are the sub-plots. The treatment consists of three levels of phosphorous (0, 100, and 200 kg/ha) applications presented as p0, p1, and p2, respectively, with six treatment combinations replicated three times. The growth parameters of this experiment include the number of leaves, plant height, and number of branches per plant. All the data collected were analyzed using mean and analysis of variance (ANOVA). Variety IT98-693 (V2) at 100 kg/ha, P application produces more leaves and appreciable height, while IT89k-279 (V1) produced more branches at 100 kg/ha P application. Therefore, farmers should apply 100 kg/ha P for higher output in cowpea cultivation, and variety IT98K-693 at 100 kg/ha P application performs better than other treatment combinations.

Keywords: Phosphorus Fertilizer, Growth parameters, Cowpea Varieties, Sudan Savannah, Ecological Zone

INTRODUCTION

Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) is the most ancient crop known to man (Kalloo & Bergh, 2012). Cowpea is a versatile, vascular, annual, and warm season legume. It belongs to the family Fabaceae. Cowpea originated in Africa, which, according to the Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database 2021, accounts for the majority of the world's production (96.7%), with Nigeria being the largest producer (3.6 million tons in 2019). The precise location of its center of domestication is still controversial (Osipitan *et al.*, 2021). About 64% of the area under cowpea is grown in central and east Africa. Cowpea is mostly cultivated in mixture with other crops such as millet, sorghum, mostly in Sahel and Sudan regions (Kumar, 2016).

It is an important crop because of its role in human and livestock nutrition. It is a source of protein which is less expensive than meat. Cowpea is of vital importance to the livelihood of several millions of people in east and central Africa. Cowpea has continued to be a popular crop among others because it provides high protein food for people especially the children. It also improves and sustains soil fertility and provides high quality fodder for livestock (Singh, 2020). In addition to the role it plays in mixture with cereals by supplying substantial amount of nitrogen, the crop is advantageous in terms of weed control, soil cover and protection from soil erosion. Cowpea is an important legume crop in the dry savannas of Africa, especially West Africa. According to Dube and Fanadzo (2013) out of the 12.5 million hectares devoted to cowpea cultivation worldwide over 12.61 million ha are grown to cowpea worldwide, with an annual grain production of about 5.59 million tons (FAO, 2014).

Phosphorus (P) is among the most needed element for crop production in many tropical soils, however many tropical soils are P-deficient (Mardamootoo, Preez, & Barnard, 2021). All growing plants require P for growth and development in significantly large quantity. P deficiency is the most limiting soil fertility factor for cowpea production. It is critical to cowpea yield particularly for improve photo period insensitive cultivars because of its multiple effects on nutrition. It also increases seed yields and nodulation (Mohammed, 2020). It has been reported that phosphorus application influence the contents of other nutrients in leaves and seeds (Taliman, *et al.*, 2019). The deficiency can be so acute in some soils that plant growth ceases as the P stored in the seed is exhausted (Karthika, Rashmi, & Parvathi, 2018).

Plants need phosphorus for growth, utilization of sugar and starch photosynthesis, nucleus formation and cell division, fat and albumen formation (Engels, Kirkby, & White, 2012). Malhotra, *et al.*, (2018) opined that phosphorus compounds are involved in the transfer and storage of energy within plant from photosynthesis and metabolism of carbohydrates stored in phosphate compound for later use in growth and production. Phosphorus is readily translocate within the plants moving from older to younger tissues as the plants form cells and develops roots, stems and leaves (Bechtaoui, *et al.*, 2021). According to Gutiérrez-Gamboa, Zheng, and de Toda, (2021) adequate "P" results in rapid growth and early maturity which is important in the areas where frost is a concern. The quality of vegetative growth is improved. A good supply of phosphorus has been associated with increase root growth which means a plant can explore more soil for nutrients and moisture. Phosphorus occurs in most plants in concentration between 0.1 and 0.4 percent (Saeed, *et al.*, 2021). Liu, (2021) observed that deficiency of 'P' will slow overall plant growth.

Despite the importance of cowpea in human diet and feed for animals, the yield obtained by most farmers is very low. In Nigeria for instance, the average yield per hectare is 0.43 (Manda, *et al.*, 2019). Because of the rapid increase in population there is a higher demand for food and

therefore there is the need to augment the production of cowpea, N is no critical for legume because it fixes atmospheric nitrogen through symbiotic association with strains of rhizobians species. Phosphorus is the second most important nutrient after nitrogen and could be used to increase production of cowpea as most soil in the tropics is deficient in phosphorus. Phosphorus is known to increase the yield of cowpea by increasing nitrogen fixation through nodulation and the utilization of nitrogen fertilizer (Kyei-Boahen, *et al.*, 2017). Due to the importance of phosphorus in the growth of cowpea there is the need to determine the most beneficial level of phosphorus requirement by cowpea for maximum growth and development. Thus, this study was conducted to evaluate the effect of different levels of phosphorus fertilizer on the growth and yield of two cowpea varieties. The specific objective of the study is to determine the growth performance of two cowpea varieties under different levels of phosphorus application.

MATERIALS AND METHODS

The study was conducted at the demonstration farm, Federal College of Education (Technical) Gombe (10° 15'N, 11° 10'E) in the Sudan savannah of Nigeria during the 2022 raining season. The farm is located in the northern eastern part of the college less than 2km away from the school administrative area. The soil is sandy loamy with less organic matter content, the rainfall is seasonal and the duration is between May-November. The temperature is high throughout the duration of rainfall. The vegetation is usually shrubs with grasses that are resistant to drought and few distributions of *Parkia* trees. Cowpea seeds used for planting were obtained from the Department of Agricultural Education of the College.

The experimental design used for this study was Complete randomized design (CRD) laid out as 2 x 3 factorial experiment in split-plot arrangements with three replications. The experimental site measured 8m x 9m divided into three plots. Cowpea varieties (IT98K-693 and IT89-279) constituted the main plot while the P treatments were the sub-plots. The three different levels of phosphorus applied are (0, 100 and 200 kg ha⁻¹). The land was cleared and ridged after which cowpea seeds were sown on 3th September, 2022. The seed rate was 2-3 seeds per hole at a spacing of 25 cm x 75 cm. The germinated seeds were thinned to 2 per stand after two weeks of planting. Other agronomic practices such as weeding and pest control were carried out at the appropriate time. The plots were sprayed with the mixture of Dimethoate and Cypermetrin to control Aphids and other insects at flowering and pod-producing stages.

Data collected include number of leaves, plant height, and number of branches. All the data collected were subjected to analysis of variances (ANOVA) using SPSS Statistical model. Significant differences between treatments were further analyzed using least significant difference test (LSD) at 5% significant level for means separation.

RESULT AND DISCUSSION

Table 1: Analysis of Variance on Effect of Different Levels of P on the Number of Leaves of V₁ (IT98-693)

Source of variance	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between groups	40.2370422	2	0.11852	0.365226	0.701495	3.885294
Within groups	661.0222	12	55.08519			
Total	701.2593	14				

With a sample size of 5 observations, the probability that the differences we see among P₀-P₂ treatments are due to chance alone is 0.701495 that is the P-value equals 0.701495. The null

hypothesis that the treatments have no effect on number of leaves of V₁ is therefore accepted and the alternative hypothesis that the treatment does affect number of leaves is rejected; this means that the differences are statistically insignificant.

Table 2: ANOVA on the Effect of Different Levels of Phosphorus on Number of Leaves of V₂ (IT89-279)

Source of variance	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between groups	106.5037	2	53.25185	0.474318	0.633495	3.885294
Within groups	1347.244	12	112.2704			
Total	1453.748	14				

With a sample size of 5 observations, the probability that the differences we see among P₀ to P₂, treatments are due to chance alone is **0.633495**. That is, the **p-value** equals **0.633495**. The null hypothesis that the treatments have no effect on number of leaves of V₂ is therefore accepted, and the alternative hypothesis that the treatments do affect number of leaves is rejected. This means that the differences are statistically insignificant.

Table 3: ANOVA on the Weekly Effect of Different Levels of Phosphorus on Number of Leaves

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	18.34837	4	458.7093	32.23621	1.56E-09	2.75871
Within Groups	355.7407	25	14.22963			
Total	2190.578	29				

With a sample size of 6 observations, the probability that the differences we see among Weeks 2 to 6, variation of treatments are due to chance alone is **1.56E-09**. That is, the **p-value** equals **1.56E-09**. The null hypothesis that the treatments have no effect on weekly variation in number of leaves of both varieties is therefore rejected, and the alternative hypothesis that the treatments do affect weekly variation of number of leaves is accepted. This means that the differences are statistically significant.

Table 4: ANOVA on the Effect of Different Levels of Phosphorus on Number of Leaves of V₁ and V₂

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Sample	112.0222	2	56.01111	0.669367	0.521334	3.402826
Columns	35.57037	1	35.57037	0.425087	0.520605	4.259677
Interaction	34.71852	2	17.35926	0.207454	0.814093	3.402826
Within	2008.267	24	83.67778			
Total	2190.578	29				

The “Sample” p-value tells us whether or not there are statistically significant differences between levels of the first Independent Variable which in this case, is P₁ vs.P₂ vs.P₀ treatments which is **insignificant**. The “Column” p-value tells us whether or not there are statistically significant differences between levels of the second Independent Variable which in this case, is V₁ vs. V₂ which is **insignificant**. The “Interaction” p-value tells us whether there was a

statistically significant interaction between the two Independent Variables is **insignificant**.

Table 5: ANOVA on the Effect of Different Levels of P on Plant Height of V1

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	22.05926	2	11.02963	0.122109	0.886137	3.885294
Within Groups	1083.911	12	90.32593			
Total	1105.97	14				

With a sample size of 5 observations, the probability that the differences we see among P0 to P2, treatments are due to chance alone is **0.886137**. That is, the **p-value** equals 0.886137. The null hypothesis that the treatments have no effect on plant height of V1 is therefore accepted, and the alternative hypothesis that the treatments do affect plant height is rejected. This means that the differences are statistically insignificant.

Table 6: ANOVA on the Effect of Different Levels of Phosphorus on Plant Height of V2

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	84.99259	2	42.4963	0.46508	0.638946	3.885294
Within Groups	1096.489	12	91.37407			
Total	1181.481	14				

With a sample size of 5 observations, the probability that the differences we see among P0 to P2, treatments are due to chance alone is **0.638946**. That is, the **p-value** equal 0.638946. The null hypothesis that the treatments have no effect on plant height of V2 is therefore accepted, and the alternative hypothesis that the treatments do affect plant height is rejected. This means that the differences are statistically insignificant.

Table 7: ANOVA on the Weekly Effect of Different Levels of Phosphorus Plant Height

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	2156.615	4	539.1537	102.8774	3.81E-15	2.75871
Within Groups	131.0185	25	5.240741			
Total	2287.633	29				

With a sample size of 6 observations, the probability that the differences we see among Weeks 2 to 6, treatments are due to chance alone is **3.81E-15**. That is, the **p-value** equal 3.81E-15. The null hypothesis that the treatments have no effect on plant height of both varieties is therefore rejected, and the alternative hypothesis that the treatments do affect plant height is accepted. This means that the differences are statistically significant.

Table 8:ANOVA on the Effects of Different Levels of Phosphorus on Plant Height of V1 and V2

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Sample	96.35556	2	48.17778	0.5303	0.595165	3.402826
Columns	0.181481	1	0.181481	0.001998	0.964721	4.259677
Interaction	10.6963	2	5.348148	0.058868	0.942967	3.402826
Within	2180.4	24	90.85			
Total	2287.633	29				

The “Sample” p-value tells us whether or not there are statistically significant differences between levels of the first Independent Variable which in this case, is P1 vs.P2 vs.P0 treatments which is **insignificant**. The “Columns” p-value tells us whether or not there are statistically significant differences between levels of the second Independent Variables which in this case, isV1 vs. V2which is **insignificant**.

Table 9:ANOVA on the Effect of Different Levels of P on Number of Branches per Plant of V1

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	3.733333	2	1.866667	0.051168	0.950326	3.885294
Within Groups	437.7778	12	36.48148			
Total	441.5111	14				

With a sample size of 5 observations, the probability that the differences we see among P0 to P2, treatments are due to chance alone is **0.950326**. That is, the **p-value** equals0.950326.The null hypothesis that the treatments have no effect on Number of branch per plant of V1 is therefore accepted, and the alternative hypothesis that the treatments do affect number of branch per plant is rejected. This means that the differences are statistically insignificant.

Table 10:ANOVA on Effect of Different Levels of P on Number of Branches per Stand of V2

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	0.933333	2	0.466667	0.010385	0.989678	3.885294
Within Groups	539.2444	12	44.93704			
Total	540.1778	14				

With a sample size of 5 observations, the probability that the differences we see among P0 to P2, treatments are due to chance alone is **0.989678**. That is, the **p-value**equal0.989678.The null hypothesis that the treatments have no effect on Number of branch per stand of V2 is therefore accepted, and the alternative hypothesis that the treatments do affect number of branches per stand is rejected. This means that the differences are statistically insignificant.

Table 11: ANOVA on the Weekly Effect of Different Levels of P on the Number of Branches per Stand

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	951.5407	4	237.8852	197.2635	1.62E-18	2.75871
Within Groups	30.14815	25	1.205926			
Total	981.6889	29				

With a sample size of 6 observations, the probability that the differences we see among Weeks 2 to 6, treatments are due to chance alone is **1.62E-18**. That is, the **p-value** equals 1.62E-18. The null hypothesis that the treatments have no effect on number of branch per stand of both varieties is therefore rejected, and the alternative hypothesis that the treatments do affect number of branch per stand is accepted. This means that the differences are statistically significant.

Table 12: ANOVA on the Different Levels of P on the Number of Branches per Stand

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Sample	0.866667	2	0.433333	0.010645	0.989417	3.402826
Columns	-4.5E-13	1	-4.5E-13	-1.1E-14	#NUM!	4.259677
Interaction	3.8	2	1.9	0.046672	0.954486	3.402826
Within	977.0222	24	40.70926			
Total	981.6889	29				

The “Sample” p-value tells us whether or not there are statistically significant differences between levels of the first Independent Variable which in this case, is P1 vs. P2 vs. P0 treatments which is **insignificant**. The “Columns” p-value tells us whether or not there are statistically significant differences between levels of P the second Independent Variables which in this case, is V1 vs. V2 which is **insignificant**. The “Interaction” p-value tells us whether there was a statistically significant interaction between the two Independent Variables which is **insignificant**.

CONCLUSION

Cowpea is a leguminous crop which is of high economic importance. Most parts of the crop can put into one use or the other and every characteristic stage in its growth can be effectively and efficiently utilized. The cowpea variety (IT98-693) results in higher yield characteristics than variety (IT89-279). Phosphorus applied at 100 kg/ha gives appreciable growth performance to crop. This study, conclude that farmer with interest in more leaf production should use variety V2 with phosphorus applied at 100 kg/ha and also farmer with interest in higher plant height should use variety 1, and treat with P at 100 kg/ha, and if variety 2 should treat with P as for V1, but on the average V2 at 100 kg/ha is recommended. A farmer interested in the variety that produced more branches should use V1 at 100 kg/ha P application

RECOMMENDATIONS

Based on the findings of this experiment, the following recommendations were made:

1. Farmers should be encouraged to apply phosphorus to cowpea to improve the growth performance of the crop.
2. Extension agents should educate farmers that under or over application of phosphorus fertilizer to cowpea should be avoided
3. The optimum level of phosphorus application for cowpea is 100 kg/ha and this is thus recommended for farmers.
4. Further research should be carried out to determine the appropriate P levels for other varieties or same varieties of cowpea in other ecological zones of Nigeria.

REFERENCES

- Bechtaoui, N., Rabiou, M. K., Raklami, A., Oufdou, K., Hafidi, M., & Jemo, M. (2021). Phosphate-dependent regulation of growth and stresses management in plants. *Frontiers in Plant Science*, 12, 679916.
- Dube, E., & Fanadzo, M. (2013). Maximising yield benefits from dual-purpose cowpea. *Food security*, 5, 769-779.
- Engels, C., Kirkby, E., & White, P. (2012). Mineral nutrition, yield and source-sink relationships. In *Marschner's mineral nutrition of higher plants* (pp. 85-133). Academic Press.
- FAO (2014) FAOSTAT, <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E/1/04/2014>.
- Gutiérrez-Gamboa, G., Zheng, W., & de Toda, F. M. (2021). Current viticultural techniques to mitigate the effects of global warming on grape and wine quality: A comprehensive review. *Food Research International*, 139, 109946.
- Kaloo, G., & Bergh, B. O. (Eds.). (2012). Genetic improvement of vegetable crops. Newnes.
- Karthika, K. S., Rashmi, I., & Parvathi, M. S. (2018). Biological functions, uptake and transport of essential nutrients in relation to plant growth. *Plant nutrients and abiotic stress tolerance*, 1-49.
- Kumar, N. (2016). Sowing methods and varying seed rates of cowpea on production potential of sorghum, sudan grass hybrid and cowpea: A review. *Agricultural Reviews*, 37(4), 290-299.
- Kyei-Boahen, S., Savala, C. E., Chikoye, D., & Abaidoo, R. (2017). Growth and yield responses of cowpea to inoculation and phosphorus fertilization in different environments. *Frontiers in plant science*, 8, 646.
- Liu, D. (2021). Root developmental responses to phosphorus nutrition. *Journal of Integrative Plant Biology*, 63(6), 1065-1090.
- Malhotra, H., Vandana, Sharma, S., & Pandey, R. (2018). Phosphorus nutrition: plant growth in response to deficiency and excess. *Plant nutrients and abiotic stress tolerance*, 171-190.
- Manda, J., Alene, A. D., Tufa, A. H., Abdoulaye, T., Wossen, T., Chikoye, D., & Manyong, V. (2019). The poverty impacts of improved cowpea varieties in Nigeria: A counterfactual analysis. *World Development*, 122, 261-271.
- Mardamootoo, T., Du Preez, C. C., & Barnard, J. H. (2021). Phosphorus management issues for crop production: A review. *African Journal of Agricultural Research*, 17(7), 939-952.
- Mohammed, K. C. (2020). Quantifying Genotypic Variation and the Effect of Phosphorus on Root System Architecture, P Use Efficiency, Yield and Physiological Seed Quality of Cowpea Genotypes (Doctoral dissertation, University of Cape Coast).
- Osipitan, O. A., Fields, J. S., Lo, S., & Cuvaca, I. (2021). Production systems and prospects of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in the United States. *Agronomy*, 11(11), 2312.
- Saeed, M. F., Jamal, A., Muhammad, D., Shah, G. M., Bakhat, H. F., Ahmad, I., ... & Wang, J. (2021). Optimizing phosphorus levels in wheat grown in a calcareous soil with the use of adsorption isotherm models. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21, 81-94.
- Singh, B. (Ed.). (2020). Cowpea: the food legume of the 21st century (Vol. 164). John Wiley & Sons.
- Taliman, N. A., Dong, Q., Echigo, K., Raboy, V., & Saneoka, H. (2019). Effect of phosphorus fertilization on the growth, photosynthesis, nitrogen fixation, mineral accumulation, seed yield, and seed quality of a soybean low-phytate line. *Plants*, 8(5), 119.

**DETERMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE HIGH OF POTTED
SEEDLINGS AND POMOLOGY IN THE FIRST GROWTH PERIOD OF
ROOTSTOCKS USED AS ROOTSTOCKS IN PISTACHIO**

Mehmet YILMAZ (ORCID: 0009-0002-3799-7572)

Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Gaziantep-Türkiye,
Email: mehmet.ylmz@tarimorman.gov.tr

Prof. Dr. Mehmet SÜTYEMEZ (ORCID: 0000-0003-0417-6495)

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü
Kahramanmaraş – Türkiye, **Email:** sutyemezmeahmet@gmail.com

Huri TAŞCI (ORCID: 0000-0002-9474-3272)

Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Gaziantep -Türkiye
Email: huri.balci@tarimorman.gov.tr

Abstract

This study was carried out in 2024 in the Land Gene Bank parcel of the Directorate of Pistachio Research Institute in Gaziantep province. *P. atlantica*, *P. palaestina*, *P. vera*, *P. khinjuk*, *P. terebinthus*, *P. chinensis*, *P. integerrima* and *P. khinjuk* species and their 44 genotypes were used as seed source. Seed width (mm), seed length (mm), seed thickness (mm) and seed weight (g) were measured pomologically. After the seeds were folded in perlite at +4 °C for 30 days, they were sown in plastic tubes in a temperature-controlled greenhouse on 01.02.2024 in 3 replicates with 12 plants in each replicate. After seed sowing, germination rate (%) and high of potted seedlings (cm) were measured on 30.03.2024, the first growth period. Germination rates of the genotypes varied between 97.22% (genotype PT3) and 26.33% (genotype PT4). High of potted seedlings varied between 25.12 cm (PV2 genotype) and 1.98 cm (PT4 genotype) in the measurements made between the genotypes on 30.03.2024. There was a positive correlation between high of potted seedlings and pomological data. The coefficient of correlation was 0.68 between the high of potted seedlings and seed width, 0.77 between seed length and high of potted seedlings, 0.77 between seed thickness and high of potted seedlings, and 0.76 between seed weight and high of potted seedlings. According to this study, it was determined that as the width, length, thickness and weight of the seeds increased, the high of potted seedlings obtained increased. There was no correlation between pomological data and germination rate (%). It was concluded that the width, length, thickness and weight of the seeds did not affect the germination rate.

Keywords: Pistachio, *Pistacia*, Rootstock, Seedling, Pomology

ANTEP FISTIĞINDA ANAÇ OLARAK KULLANILAN ÇÖĞÜRLERİN İLK GELİŞME DÖNEMİNDE BİTKİ BOYU VE POMOLOJİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ

Özet

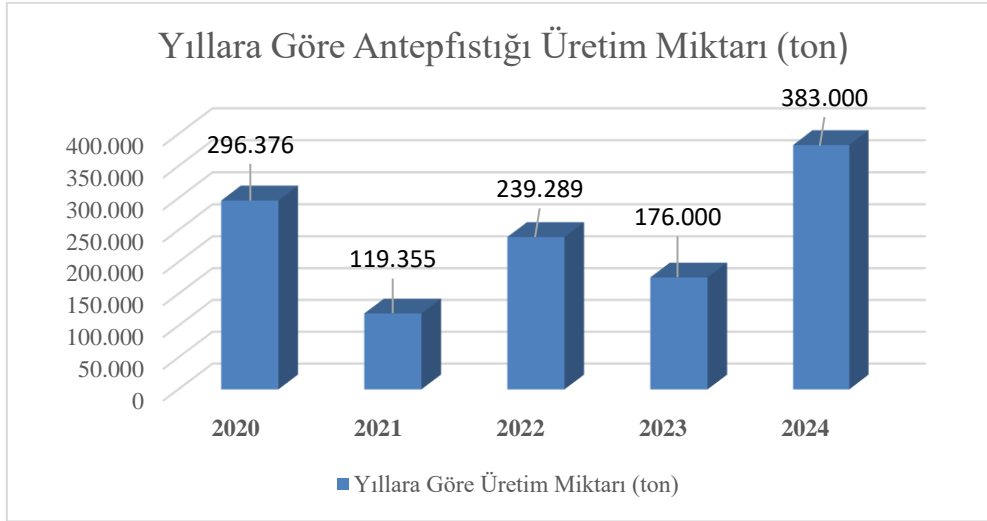
Bu çalışma 2024 yılında Gaziantep ili Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Arazi Gen Bankası parselinde yürütülmüştür. Parselde bulunan ve antepfıstığında anaç olarak kullanılabilen *P. atlantica*, *P. palaestina*, *P. vera*, *P. khinjuk*, *P. terebinthus*, *P. chinensis*, *P. integerrima* ve *P. khinjuk* türleri ile bunlara ait 44 genotip ağaç tohum kaynağı olarak kullanılmıştır. Bu materyal genotiplerin pomolojikolarak tohum eni (mm), tohum boyu (mm), tohum kalınlığı (mm) ve tohum ağırlığı (g) ölçülmüştür. Daha sonra tohumlar 30 gün süre ile +4 °C ortamda perlit içinde katlamaya alındıktan sonra ısı kontrollü sera içinde plastik tüplere 3 tekerrürlü her tekerrürde 12 bitki olacak şekilde 01.02.2024 tarihinde ekilmiştir. Ekimden sonra çimlenme oranı (%) ve ilk gelişim dönemi olan 30.03.2024 tarihinde bitki boyu (cm) ölçülmüştür. Genotiplerin çimlenme oranları %97.22 (PT3 genotipi) ile %26.33 (PT4 genotipi) arasında değişmiştir. Genotipler arasında 30.03.2024 tarihinde yapılan ölçümlerde bitki boyu 25.12 cm (PV2 genotipi) ile 1.98 cm (PT4 genotipi) arasında değişmiştir. Ayrıca fidanların ilk gelişim dönemlerinde bitki boyu ile pomolojik veriler arasında pozitif yönlü kolerasyon tespit edilmiştir. Kolerasyon katsayısı; bitki boyu ile tohum eni arasında 0.68, tohum boyu ile bitki boyu arasında 0.77, tohum kalınlığı ile bitki boyu arasında 0.77, tohum ağırlığı ile bitki boyu arasında 0.76 bulunmuştur. Bu çalışmaya göre tohumların eni, boyu, kalınlığı ve ağırlığı arttıkça elde edilen çöğürlerin ilk gelişim döneminde bitki boylarında artış olduğu belirlenmiştir. Pomolojik veriler ile çimlenme oranı (%) arasında ise kolerasyon bulunamamıştır. Tohumların en, boy, kalınlık ve ağırlıklarının çimlenme oranına etki etmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Antepfıstığı, *Pistacia*, Anaç, Çöğür, Pomoloji

GİRİŞ

Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan ve önemli meyvelerden biri olan antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) *Anacardiaceae* familyası, *Pistacia* cinsi içinde yer almaktadır (Zohary, 1952; İlikçioğlu, 2022). Yapılan çalışmalar *Pistacia* türlerinin dünya üzerinde kuzey ve güney yarım kürelerinin 30°-45° paralelleri arasında yetişebildiğini göstermektedir (Bilgen, 1985). Antepfıstığı yetiştiriciliği eski çağlardan beri yapılmaktadır (İlikçioğlu, 2022). Arkeolojik kazılarda ulaşılan veriler Antepfıstığı üretiminin Antik Pers İmparatorluğu'nda yaygın olduğunu göstermektedir. Asur'da, M.Ö. 10. yy. dolaylarında Seba Kraliçesi kendi özel kullanımı için antepfıstığı yetiştirdiği bildirilmiştir (Whitehouse, 1957).

Ülkemizde yetiştirilen antepfıstığı üretim miktarı Şekil 1'de verilmiştir. Buna göre 2020 yılında 296.376 ton; 2024 yılında ise 383.000 ton antepfıstığı üretimi gerçekleştirilmiştir.



Şekil Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı. 2: Türkiye'de Antepfıstığı Üretim Miktarı (Anonim, 2025)

Dünya Antepfıstığı üretimi Çizelge 1'de verilmiştir. Amerika, Türkiye ve İran dünyadaki en önemli antepfıstığı üreten ülkelerdir. 2018-2022 yıllarında dünyada Amerika en çok antepfıstığı üreten ülke olmuştur. Ülkemiz antepfıstığı üretiminde Amerika'dan sonra gelmektedir (Anonim, 2024).

Çizelge 1: 2018-2022 antepfıstığı üretimi (ton) (Anonim, 2024)

Ülkeler	2018	2019	2020	2021	2022
Amerika	447.700	336.112	474.000	523.900	400.070
İran	143.695	337.815	190.000	429.909	241.669
Türkiye	240.000	85.000	296.376	119.355	239.289
Çin	76.233	82.116	82.650	80.333	81.700
Suriye	61.631	31.813	69.403	43.104	45.467
Diğer	16.027	18.230	17.521	18.136	18.602
Toplam	985.287	891.086	1.129.950	1.214.737	1.026.797

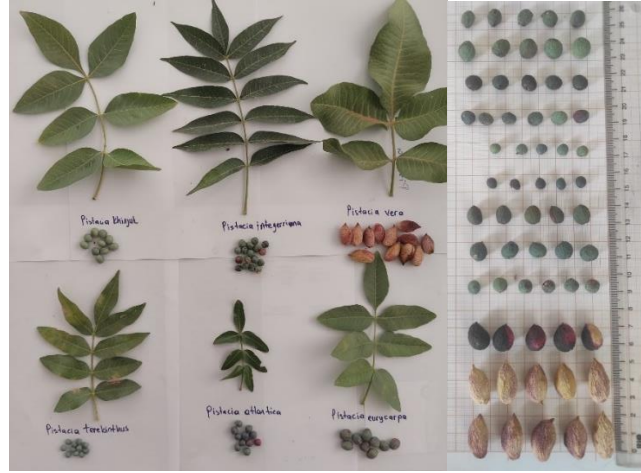
Antepfıstığı toprak isteği ve arazi şartları bakımından pek seçici değildir. Eğimli, taşlık, kıraç ve kayalık arazilerde yetiştirilebilmektedir. Bu nedenle antepfıstığı besin maddelerince yoksul koşullarda yetiştirilebilme imkânına sahiptir (Spiegel, 1977). Antepfıstığı yetiştiriciliğinde bahçe tesisi doğada yayılım gösteren ve kendiliğinden bahçede yetişen *Pistacia* türlerinin üzerine kültür çeşitlerinin aşılınması ya da bahçeye çöğür-aşılı fidan dikimi yoluyla yapılabilmektedir (Açar ve ark. 2001). Bahçe tesisinde anaç seçimi dikkat edilmesi gereken hususlardan biridir. Küresel ısınma, kuraklık, ani yağışlar, sel, don, iklimlerde meydana gelen ani değişimler gibi etkilerin bitkide getirdiği olumsuz sonuçlar, doğru anaç kullanımı sayesinde ortadan kalkmakta veya etkileri azalmaktadır (Bolat ve İkinci 2019; Özçağırın, 1974). Bu durum antepfıstığında kullanılan tohum anacının önemini ortaya koymaktadır.

Antepfıstığında anaç olarak; *Pistacia* türleri kullanılmakla birlikte standart olarak *Pistacia vera*, *Pistacia khinjuk*, *Pistacia atlantica* ve *Pistacia terebinthus* türlerine ait genotipler kullanılmaktadır (Özbek ve Ayfer, 1959; Özbek, 1978; Tekin ve Arpacı, 2001; Bilgen, 1985; Bilgen, 1973). Ek olarak *Pistacia integerrima*, *Pistacia eurycarpa*, *Pistacia palaestina* ve *Pistacia chinensis* türü de antepfıstığında anaç olarak değerlendirilmektedir (Ferguson ve Bedee, 2016; Özusu ve ark. 2009; Yalıtık, 1967). Anaç olarak kullanılan bu türlerin pomolojik verileri, çöğür gelişimleri ve çimlenme durumları birbirinden farklıdır. Fidan yetiştiriciliğinde tohum ekimi yapmadan önce üreticiler pomolojik veriler göz önünde bulundurulduğunda bu tohumların çimlenme oranları (%) ile kültürel bakım işlemlerinin başladığı ilk dönem gelişme durumunu tahmin edememektedir. Bunun sonucu olarak üreticiler iri tohumların çimlenme oranının daha yüksek olması beklentisi ile yanılgıya düşmektedir. Bunun yanında tohum ekiminden sonra çöğürlerin gelişim dönemi tahmin edilemediğinden dolayı kültürel bakım işlemleri zamanlama olarak bazen aksayabilmektedir.

Bu çalışmada Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Arazi Gen Bankası Parselinde bulunan ve antepfıstığı yetiştiriciliğinde anaç olarak kullanılan *Pistacia vera*, *Pistacia khinjuk*, *Pistacia atlantica*, *Pistacia integerrima*, *Pistacia palaestina*, *Pistacia eurycarpa* ve *Pistacia terebinthus* türleri kullanılmıştır. Çalışmada tohum kaynağı ağaçların tohumlarının pomolojik verileri ile çimlenme yüzdeleri ve çöğürlerinin boyu arasındaki ilişki incelenmiştir.

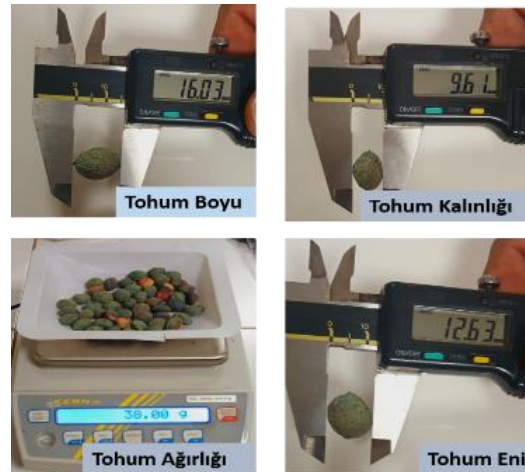
MATERYAL VE METOT

Çalışmada kullanılan bitkisel materyaller Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Arazi Gen Bankası parselinde yer alan ve antepfıstığı yetiştiriciliğinde anaç olarak kullanılan *Pistacia vera*, *Pistacia khinjuk*, *Pistacia atlantica*, *Pistacia integerrima*, *Pistacia palaestina*, *Pistacia eurycarpa* ve *Pistacia terebinthus* türlerine ait genotiplerin tohumları kullanılmıştır. Çalışmanın tüm aşamaları Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü üretim seralarında yürütülmüştür.



Şekil 2: Ekimi yapılan bazı tohumlar

Tohumların ölçümleri IPGRI tarafından hazırlanan Descriptor'e göre yapılmıştır (Anonymous, 1998). (Şekil 3).



Şekil 3: Pomolojik ölçümler

Kabuğu soyulan tohumlar 01 Ocak 2024 tarihinde 4 °C de perlit ortamında yaklaşık 1 ay süre ile katlamaya alınmıştır. Katlama işlemi sonunda tohumlar 01.02.2024 tarihinde sera içinde 4 tekerrür, her tekerrürde 12 adet bitki olacak şekilde 3 lt'lik plastik tüplere ekimi yapılmıştır. Çöğürlerin boy (cm) ölçümleri, cetvel ile gelişme dönemi içinde 2 aylık periyotlarla bitkinin topraktan sonraki kısmı ile tepe tomurcuğuna kadar olan kısmı ölçülmüştür (Atlı ve Kaşka 2003). Tohumların çimlenme yüzdesi, 32 bölümlük viyollere ekilen ve çimlenen tohumların sayıları hesaplanarak aşağıda belirtilen formül yardımı ile bulunmuştur (Atlı ve Kaşka 2003).

Çimlenme Yüzdesi (%) = (Çimlenen Tohum Sayısı/Toplam Ekilen Tohum Sayısı)*100
Elde edilen veriler JMP^RPro 13.0.0 istatistik programı kullanılarak değerlendirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tohumların Pomolojik Verileri

Ekimleri yapılacak olan tohumların en, boy, kalınlık ve ağırlıkları ölçülerek çizelge de verilmiştir. Pomolojik değerleri en yüksek *P. vera* türünde, en az ise *P. chinensis* ile *P. terebinthus* türünde gerçekleşmiştir. Diğer türler ise arada kalmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2: Tohumların Pomolojik Ölçümleri

Türler	Tohum Eni (mm)	Tohum Boyu (mm)	Tohum Ağırlığı (50 adet gr)	Tohum Kalınlığı (mm)
<i>P. vera</i>	11,03	17,31	28,23	9,71
<i>P. khinjuk</i>	9,69	10,67	19,88	7,4
<i>P. atlantica</i>	6,62	7,23	6,76	5,38
<i>P. terebinthus</i>	5,34	6,46	4,12	4,38
<i>P. palaestina</i>	6,74	6,74	5,66	5,03
<i>P. eurycarpa</i>	10,6	8,69	16,29	6,95
<i>P. chinensis</i>	4,78	5,5	3,18	4,15
<i>P. integerrima</i>	6,11	6,5	6,54	6,32

Tohumların Çimlenme Oranları (%)

Pistacia türleri ve bunlara ait genotiplerden toplanan tohumlarda çimlenme oranları (%) elde edilmiştir. Genotiplerin en yüksek çimlenme oranı %97,22 ile PT3 genotipinde; en az çimlenme oranı ise %26,32 ile PT4 genotipinde gerçekleşmiştir. Diğer genotiplerin çimlenme oranları bu iki değer arasında değişmiştir (Çizelge 3).

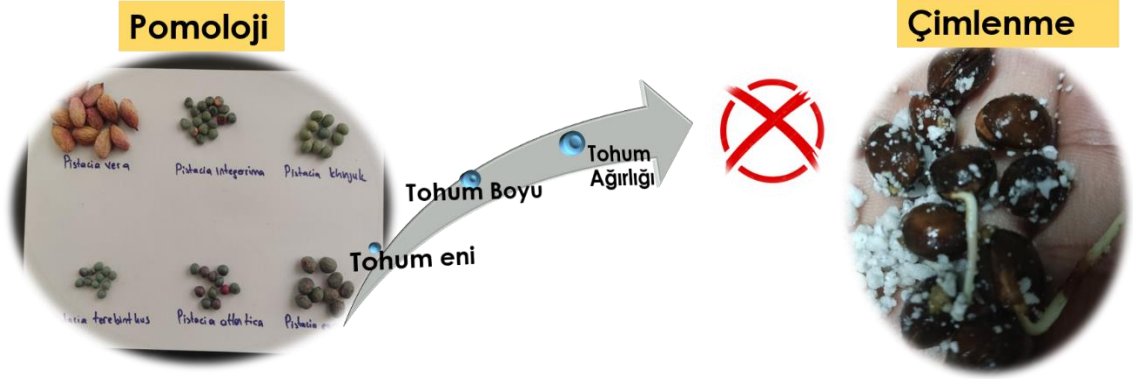
Çizelge3: *Pistacia* genotiplerinde çimlenme oranı (%)

Tür	Tür Kodu	Çimlenme Oranı (%)	Tür	Tür Kodu	Çimlenme Oranı (%)
<i>P. atlantica</i>	PA1	94,09 ab	<i>P. eurycarpa</i>	PE1	89,58 ab
	PA2	87,50 a-c		PE2	76,04 a-f
	PA3	52,08 f-h		PE3	86,59 a-c
	PA4	81,52 a-c		PE4	71,87 b-g
	PA5	63,54 b-g		PE5	80,00 a-c
	PA6	84,72 a-c	<i>P. vera</i>	Pİ1	82,29 a-c
	PA7	79,51 a-c		PV1	78,12 a-d
	PA8	92,36 ab		PV2	83,33 a-c
	PA9	88,02 ab		PV3	76,73 a-e
	PA10	90,27 ab		PV4	50,00 g-1
	PA11	86,80 a-c		PV5	92,70 ab
<i>P. chinensis</i>	PC1	84,72 a-c	PV6	75,00 a-f	
			PV8	75,00 a-f	
<i>P. khinjuk</i>	PK1	90,97 ab	PV9	73,95 a-g	
	PK2	53,12 d-h	<i>P. terebinthus</i>	PT1	41,25 h1
	PK3	75,00 a-f		PT2	88,88 ab
	PK4	80,20 a-c		PT3	97,22 a
	PK5	80,20 a-c		PT4	26,32 ı
	PK6	55,20 c-h		PT5	92,36 ab
	PK7	86,45 a-c		PT6	72,91 a-g
	PK8	79,16 a-d	<i>P. Palaestina</i>	PP2	91,66 ab
	PK9	83,33 a-c		PP3	88,88 ab
<i>P. Palaestina</i>	PP1	88,19 ab			

P<0,05 önemli, aynı harfler arasında istatistiki fark yoktur. (t=1,9781)

Pomolojik Veriler ile Çimlenme Oranı Arasındaki İlişki

Pomolojik veriler (çizelge 2) ile genotiplerin çimlenme oranları (çizelge 3) incelendiğinde iri boyutlu olan *P. vera* tohumlarının çimlenme oranlarının %73 ile %92 arasında değiştiği belirlenmiştir. Küçük boyutlu *P. terebinthus* ve *P. palaestina* türü tohumların çimlenme yüzdesi %26 ile %97 arasında değiştiği belirlenmiştir.



Şekil 4: Pomolojik veriler ile çimlenme oranı (%)

Pomolojik veriler ile çimlenme arasındaki kolerasyon durumuna bakıldığında ise anlamlı bir ilişki olmadığı çizelge 4'te anlaşılmaktadır. Bu verilere göre tohumların en, boy, kalınlık ve ağırlık verileri ile bu tohumların çimlenme oranı (%) arasında ilişki bulunamamıştır.

Çizelge 4: Pomolojik veriler ile çimlenme oranı arasındaki istatistiksel ilişki

Pairwise Correlations						
Variable	by Variable	Correlation	Count	Lower 95%	Upper 95%	Signif Prob
Tohum boy ort. (mm)	Tohum En ort. (mm)	0,8378	176	0,7875	0,8771	<.0001*
Tohum Kalınlık ort. (mm)	Tohum En ort. (mm)	0,9389	176	0,9186	0,9543	<.0001*
Tohum Kalınlık ort. (mm)	Tohum boy ort. (mm)	0,9289	176	0,9054	0,9468	<.0001*
Tohum 50 Tane ağırlık (gr)	Tohum En ort. (mm)	0,9282	176	0,9045	0,9462	<.0001*
Tohum 50 Tane ağırlık (gr)	Tohum boy ort. (mm)	0,9544	176	0,9390	0,9659	<.0001*
Tohum 50 Tane ağırlık (gr)	Tohum Kalınlık ort. (mm)	0,9699	176	0,9597	0,9776	<.0001*
Çimlenme Oranı (%)	Tohum En ort. (mm)	-0,0550	176	-0,2013	0,0936	0,4682
Çimlenme Oranı (%)	Tohum boy ort. (mm)	-0,0501	176	-0,1965	0,0986	0,5094
Çimlenme Oranı (%)	Tohum Kalınlık ort. (mm)	-0,0676	176	-0,2134	0,0812	0,3729
Çimlenme Oranı (%)	Tohum 50 Tane ağırlık (gr)	-0,0486	176	-0,1951	0,1001	0,5222

Çöğürlerin Gelişme Dönemi Başlangıcında Boy Gelişimleri

Mart dönemi sonunda tüm genotipler arasında en fazla boylan genotip 25,12 cm ile PV2 olurken en az boylan genotip 1,98 cm ile PT4 olmuştur. Diğer genotipler bu iki değer arasında sıralanmıştır. *P. vera* türüne ait çöğürlerin boyları genel olarak diğer türlerden üstün bulunurken; *P. terebinthus* ve *P. palaestina* türlerine ait çöğürlerin boyu daha kısa kalmıştır. (Çizelge 5).

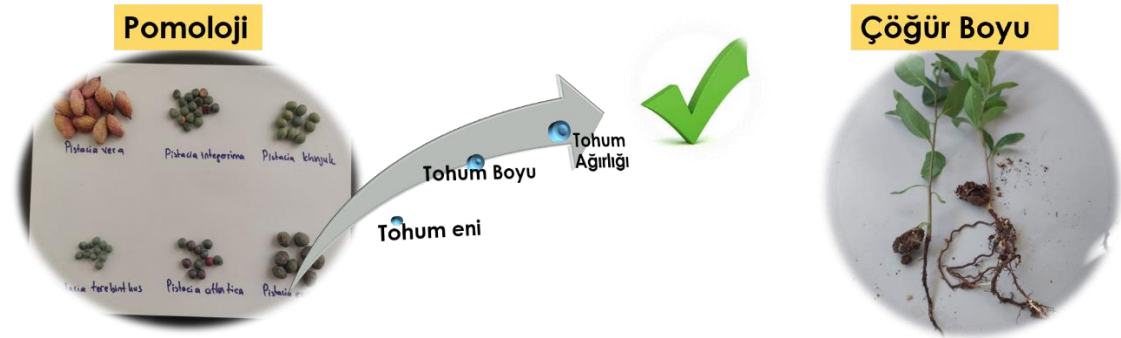
Çizelge 5: *Pistacia* genotiplerinin Mart ayı sonunda boy gelişimleri (cm)

Tür	Genotip	Boy (cm)	Tür	Genotip	Boy (cm)	Tür	Genotip	Boy (cm)
<i>P. atlantica</i>	PA1	7,79h-l	<i>P. vera</i>	PV1	19,37b	<i>P. khinjuk</i>	PK1	6,65l-o
	PA2	7,94o-r		PV2	25,12a		PK2	9,82d-g
	PA3	5,28h-l		PV3	10,23def		PK3	9,87d-g
	PA4	7,94qr		PV4	9,96d-g		PK4	13,92c
	PA5	4,73f-l		PV5	13,5c		PK5	7,04k-n
	PA6	9,23f-j		PV6	7,67j-m		PK6	9,63efg
	PA7	9,22klm		PV8	19,61b		PK7	13,35c
	PA8	7,42l-o		PV9	7,92h-l		PK8	11,23d
	PA9	6,6de		PE1	9,44e-h		PK9	14,11c
	PA10	10,96g-k	PE2	8,48g-k	<i>P. palaestina</i>	PP1	3,08st	
	PA11	8,48n-q	PE3	9,65efg		PP2	6,33m-p	
<i>P. chinensis</i>	PC1	5,62pqr	PE4	11,27d		PP3	5pqr	
<i>P. integerrima</i>	PI1	4,95rs	PE5	7,56klm	<i>P. integerrima</i>	PI1	4,95pqr	
<i>P. terebinthus</i>	PT1	3,8def	<i>P. terebinthus</i>	PT3	4,15qrs	<i>P. terebinthus</i>	PT5	5,65n-q
	PT2	10,73		PT4	1,98t		PT6	3,92rs

P<0,05 önemli, aynı harfler arasında istatistikî fark yoktur (t=1,9781)

Pomolojik Veriler ile Çöğür Boyları Arasındaki İlişki

Pomolojik veriler (çizelge 2) ile genotiplerin gelişme döneminde boy ölçümleri verileri (çizelge 5) incelendiğinde iri boyutlu olan *P. vera* tohumlarının boylarının 7 cm ile 25 cm arasında değiştiği belirlenmiştir. Küçük boyutlu *P. terebinthus* ve *P. palaestina* türü tohumların boyları ise 1,98 cm ile 10,73 cm arasında değiştiği belirlenmiştir.



Şekil 5: Pomolojik veriler ile Çöğür Boyu

Pomolojik veriler ile çöğür boyları arasındaki kolerasyon durumuna bakıldığında ise anlamlı bir ilişki olduğu çizelge 6'da anlaşılmaktadır. Bu verilere göre tohumların en, boy, kalınlık ve ağırlık verileri ile bu tohumlardan elde edilen çöğürlerin boyları arasında kolerasyon tespit edilmiştir. Tohumların en, boy, kalınlık ve ağırlıkları arttıkça Mart dönemi sonunda çöğürlerin boyları (cm) pozitif yönde artmıştır. Kolerasyon katsayıları çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6: Pomolojik veriler ile Mart ayı sonu çöğür boyu arasındaki istatistiksel ilişki

Pairwise Correlations						
Variable	by Variable	Correlation	Count	Lower 95%	Upper 95%	Signif Prob
Tohum boy ort. (mm)	Tohum En ort. (mm)	0,8378	176	0,7875	0,8771	<.0001*
Tohum Kalınlık ort. (mm)	Tohum En ort. (mm)	0,9389	176	0,9186	0,9543	<.0001*
Tohum Kalınlık ort. (mm)	Tohum boy ort. (mm)	0,9289	176	0,9054	0,9468	<.0001*
Tohum 50 Tane ağırlık (gr)	Tohum En ort. (mm)	0,9282	176	0,9045	0,9462	<.0001*
Tohum 50 Tane ağırlık (gr)	Tohum boy ort. (mm)	0,9544	176	0,9390	0,9659	<.0001*
Tohum 50 Tane ağırlık (gr)	Tohum Kalınlık ort. (mm)	0,9600	176	0,9507	0,9676	<.0001*
Boy 30.03.2024	Tohum En ort. (mm)	0,6869	176	0,5999	0,7578	<.0001*
Boy 30.03.2024	Tohum boy ort. (mm)	0,7757	176	0,7091	0,8285	<.0001*
Boy 30.03.2024	Tohum Kalınlık ort. (mm)	0,7767	176	0,7103	0,8293	<.0001*
Boy 30.03.2024	Tohum 50 Tane ağırlık (gr)	0,7684	176	0,7001	0,8228	<.0001*



Şekil 6: Çöğürlere ait Görseller

SONUÇ

Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre pomolojik veriler ile tohumların çimlenme oranları arasında istatistiksel bir ilişki bulunmadığını göstermektedir. Pomolojik veriler ile çöğür gelişimleri arasında ise pozitif korelasyon bulunduğu; tohumların en, boy, kalınlık ve ağırlıkları arttıkça ilk gelişim dönemlerinde boyları arttığını göstermektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre antepfıstığı fidan yetiştiriciliğinde tohum ekimi yapmadan önce tohum boyutlarına göre çöğür gelişimlerinin tahmini olarak belirlenmesi ve buna paralel olarak kültürel bakım işlemlerini zamana göre planlanmasına olanak sağlayacaktır. Ayrıca antepfıstığı anaç çalışmalarında (abiyotik-biyotik stres, mikroaşılama, besleme, vb) konularda çalışmaların yıl içinde uzun döneme yayılabilmesi açısından pomolojik veriler ve çöğürlerin gelişimleri dikkate alınarak materyal seçimi yapılabilecektir. Çöğürlerin vejetasyon dönemi sonunda geriye kalan diğer gelişme parametrelerinin belirlenmesi için ayrı bir çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır.

Bilgi ve Teşekkür: Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümünde henüz hazırlanmakta olan 10605784 nolu Bazı *Pistacia* Türlerinden Elde Edilen Genotiplerin (Çöğürlerin) Anaçlık Özelliklerinin Belirlenmesi adlı yüksek lisans çalışması verilerinden elde edilmiştir. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne ve Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Açar İ., Tekin H., Arpacı S., (2001). Bahçe Tesisi. Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No:13. Sf.57. Gaziantep.
- Anonim (2024). Food and Agriculture Organization (FAO). Erişim Tarihi: 17.05.2024. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Anonim (2025). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). Erişim Tarihi: 25.02.2025. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>
- Anonymous, (1998). Descriptors for *Pistacia* spp. International Plant Genetic Resources Institute Rome, Italy.
- Atlı H. S., Kaşka N., (2003). *Pistacia Vera Ve Pistacia Khinjuk'un Karşılıklı Melezlemesi* Yoluyla Anaç Islahı. Antep Fıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 18. Gaziantep.
- Bilgen A. M.,(1973). Antepfıstığı. Tarım Ve Orman Bakanlığı Yayınları Sf. 143.
- Bilgen A.M. (1985). Değişik Antepfıstığı Anaçlarıyla Bunlar Üzerine Aşılı Antepfıstığı Çeşitleri Arasında Topraktan Besin Maddesi Alımları Bakımından Karşılıklı Etkileşimler. Doktora Tezi. Adana.
- Bolat İ., İkinci A., (2019). Meyvecilikte Anaç Kullanımı 1. Uluslararası Harran Multidisipliner Çalışmalar Kongresi Şanlıurfa.
- Ferguson L., Beede R. H., (2016). *Pistacia* Rootstock. *Pistacia Production Manual* Regents of The University of California. Sf: 65-73.
- İlikçioğlu E. (2022). Antepfıstığının Kültür Tarihi, Sistematığı Genealogisi Ve Ülkemizdeki Yayılış Alanları. Antepfıstığı Yetiştiriciliği Kitabı. İksad Yayınevi. ISBN: 978-625-6955-54-7. Ankara s. 3-16.
- Özbek, S. ve Ayfer, M., (1959). Türkiye'de Antepfıstığı Anaçları ve Aşı Tekniği. A.Ü. Ziraat Fak. Ders Kitabı No: 128. Ankara s. 28.
- Özbek S.,(1978). Özel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 128, Ders Kitabı: 11, Sayfa 486.
- Özçağırın, R., (1974). Meyve Ağaçlarında Anaç ile Kalem Arasındaki Fizyolojik İlişkiler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. İzmir, 243s.
- Özuslu, E., İskender, E., Tel, A. Z., & İlçim, A. (2009). Taxonomic situations of two subspecies of *Pistacia* (*P.terebinthus* ssp. *terebinthus* and *P.terebinthus* subsp. *palaestina*) by morphological and area remarks. *Biological Diversity and Conservation*, 2(2), 100-109.
- Spiegel-Roy, P., Mazigh, D., Evenari, M., (1977). Response Of Pistachio To Low Soil Moisture Conditions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102 (4), 470-473.
- Tekin H., Arpacı S., (2001). Anaçlar, Antep Fıstığı Yetiştiriciliği (2001). Yayın No: 13 Sf. 31.
- Whitehouse, W.E., 1957. The pistachionut: A New Crop For the Western United States. *Econ Bot*, 11: 281 e321.
- Yaltırık, F. 1967. Türkiye Florası İçin Yeni Bir Tür. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 14 (1), 148-153.
- Zohary, M. (1952). A Monographical Study Of The Genus *Pistacia*. *Palestine Journal Of Botany* (Jerusalem Series), 5(4), 187-228.

ANTEP CHEESE

Sümeyya ÖGE (ORCID: 0009-0002-4492-5921)

Cukurova University, Faculty of Engineering, Food Engineering, Adana-Türkiye
Email: sumeyyakturk@gmail.com (Responsible Author)

Prof. Dr. Nuray GÜZELER (ORCID: 0000-0001-5246-2491)

Cukurova University, Faculty of Engineering, Food Engineering, Adana-Türkiye
Email: nguzeler10@gmail.com

Abstract

Antep cheese is a local cheese variety produced in the province of Gaziantep, which received a geographical indication in 2018. Antep cheese, also known as Gaziantep cheese, Antep squeeze cheese, Pişken and Kelle cheese, is traditionally made with cow, sheep, goat milk or a mixture of these milks. It is a cheese whose curd is boiled, semi-hard, and produced and consumed fresh without brine or ripened in brine. Antep cheese resembles Kashar cheese due to the heat treatment applied to the curd, and resembles White cheese due to the fact that it is stored in brine. The appearance of Antep cheese is homogeneous, non-porous, smooth, firm, does not crumble when cut, semi-hard, flexible, easily disperses in the mouth and clean in appearance. It leaves a squeaking feeling in the mouth when chewing. Its color is between gray and white. Antep cheese has an irregular oval and palm-like shape due to the fact that it is traditionally produced by shaping it in the palm of the hand. The distance between the two long ends of the oval shape is 6 to 10 centimeters. It is a cheese type with a unique aromatic flavor, homogeneous texture, non-porous, smooth, firm structure, does not crumble when cut, well-boiled, slightly hard, flexible, easily disperses in the mouth and has a clean appearance, sharp odor and taste. Antep cheese is consumed abundantly by the people of the region. It is consumed especially with sesame pita for breakfast. Sugary pastry and vegetable pastry are made outside of breakfast. In addition, unsalted Antep cheese is frequently used in semolina dessert in the region. In this study, it is aimed to promote Antep cheese in order to protect our products that are identified with our rich cultural heritage and to pass this heritage on to future generations.

Keywords: Antep cheese, Antep squeeze cheese, geographical indication.

ANTEP PEYNİRİ

Özet

Antep peyniri, 2018 tarihinde coğrafi işaret alan Gaziantep ilinde üretilen yöresel bir peynir çeşididir. Gaziantep peyniri, Antep sıkma peyniri, Pişken ve Kelle peyniri olarak da bilinen Antep peyniri geleneksel olarak inek, koyun, keçi sütü veya bu sütlerin karışımlarıyla yapılmaktadır. Telemesi haşlanan, yarı sert, salamura yapılmadan taze veya salamurada olgunlaştırılmış olarak üretilen ve tüketilen bir peynirdir. Antep peyniri telemeye uygulanan ısı işleminden dolayı Kaşar peynirine, salamurada saklanmasından dolayı ise Beyaz peynire benzemektedir. Antep peynirinin görünümü homojen, gözeneksiz, pürüzsüz, sıkı, kesilince ufalanmayan, yarı sert, esnek, ağızda kolayca dağılan ve görünümü temizdir. Çiğnenmesi esnasında ağızda gıcırdama hissi bırakmaktadır. Rengi gri ve beyaz arasındadır. Antep peyniri, geleneksel olarak avuç içerisinde şekillendirilerek üretilmesinden dolayı düzgün olmayan oval ve el ayası benzeri bir şekile sahiptir. Oval şeklin uzun olan iki ucu arasındaki mesafe 6 ile 10 santimetredir. Lezzeti kendine özgü aromatik, tekstürü homojen, gözeneksiz, pürüzsüz, yapısı sıkı, kesilince ufalanmayan, iyice kaynamış, biraz sert, esnek, ağızda kolayca dağılabilen ve görünümü temiz, keskin kokusu ve tadı olan bir peynir çeşididir. Antep peyniri, bölge insanı tarafından bolca tüketilmektedir. Özellikle kahvaltıda susamlı pide ile birlikte tüketilir. Kahvaltı dışında şekerli böreği ve sebzeli böreği yapılır. Ayrıca ırmık tatlısında tuzsuz Antep peyniri bölgede sıkça kullanılır. Bu çalışmada zengin kültürel mirasımız ile özdeşleşmiş ürünlerimize sahip çıkmak ve bu mirası gelecek nesillere aktarmak amacıyla Antep peynirinin tanıtılması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antep peyniri, Antep sıkma peyniri, coğrafi işaret.

GİRİŞ

Gıda maddelerinin çoğunun üretimi asırlık uygulama ve geleneklere dayanmaktadır (Kamber, 2008). Süt ve süttten elde edilen ürünler uzun yıllardır insanların diyetinde yer alan önemli bir gıda grubu olmuştur (Karaca, 2016). Peynirin keşif süreci de yaklaşık olarak süt kadar eskidir. Tarihsel sürecine göz atıldığında, sütün işlenmesiyle ilgili verilerin, Mezopotamya'ya kadar gittiği görülmektedir (DurluÖzkaya & Gün, 2007). Peynirin ilk defa nerede bulunduğu, kim tarafından ve nasıl üretildiği net olarak bilinmemektedir (Kamber, 2015). Uzmanlar, tarihte peynir yapımının Mezopotamya, Anadolu, Orta Doğu ve Orta Asya'da 10.000 ila 18.000 yıl öncesine dayandığını tahmin etmektedir (Licitra et al., 2018). Peynirin Türkçeye Farsçadan geçtiği ve ilk defa Memlûklülerde karşılaştığı bilinmektedir. Ek olarak 12. ve 13. yüzyılda kaleme alındığı bilinen Dede Korkut kitabında da rastlanmaktadır (DurluÖzkaya & Gün, 2007). Peynir pek çok farklı tat, doku ve formda üretilen fermente bir süt ürün grubudur ve dünyada 1000'den fazla çeşidi bulunmaktadır (Sgarbi, 2012). İnsanlığın medeniyete geçişinin ilk sembollerinden biri olarak kabul edilen peynir tüm süt ürünleri arasında en fazla çeşide sahip türdür (Kamber 2008). Peynir yapımı nesilden nesile aktarılan birikmiş bilgilerin bir sonucu olarak ortaya çıkmış ve çeşitlendirilmiştir (Alichanidis & Polychroniadou 2008).

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliğine göre peynir; "Hammaddenin uygun bir pıhtılaştırıcı kullanılarak pıhtılaştırılması ve pıhtıdan peyniraltı suyunun ayrılmasıyla ya da sütün permeatının ayrılmasından sonra pıhtılaştırılmasıyla elde edilen, farklı sertliklerde ve yağ içeriklerinde, salamura ile ya da kuru tuzlama ile tuzlanarak ya da tuzlanmadan, starter kültür kullanarak ya da kullanmadan, telemesi haşlanarak ya da haşlanmadan, çeşnili ya da çeşnisiz olarak, tekniğine uygun olarak üretilen, olgunlaştırılmadan ya da olgunlaştırıldıktan sonra, çeşidine özgü karakteristik özellikleri gösteren süt ürünleri" olarak belirtilmektedir (TGK, 2015). Peynir, tüm dünya ülkelerinde üretilen ve tüketilen bir gıda maddesidir. Peynir dokuların onarılması, organizmaların büyümesi ve sağlıklı bir hayat sürdürülmesi için gereken yağ, protein ve mineralleri bulundurması açısından zengin bir gıda maddesidir (Karaca, 2016). Süt sadece insanlar için değil, mikroorganizmalar için de zengin ve değerli bir besindir. Dolayısıyla saklanmasında yaşanan problemlerden dolayı, insanlar raf ömrünü uzatmak ve nakliyesini kolaylaştırmak için uzun zamandır sütü işleyerek çeşitli ürünler elde etmişlerdir (Kamber, 2015). Peynir üretiminin başlamasıyla süt, daha dayanıklı ve taşınabilir bir forma dönüştürülmüştür. Hem dayanıklı olması hem de geniş bir tüketici kesimine hitap etmesi nedeniyle peynir değerli bir gıda ürünüdür (Karaca, 2016).

Peynirlerin sınıflandırılması oldukça karmaşık ve zor bir konudur. Birçok ülkede değişik özellikteki peynirlerin üretilmesi, üretilen her peynirin kendi içinde şekil ve özellik bakımından birbirlerinden ayrılması, kullanılan süt türünün değişmesi gibi nedenler net bir sınıflandırmayı çok da mümkün kılmamaktadır (Üçüncü, 2013). Birçok ülkede telemesi haşlanarak veya haşlanmadan üretilen yarı sert veya sert tipteki peynirler, farklı isimler altında çiğ süttten geleneksel yollarla üretilmektedir. Dünya'da ve Türkiye'de kültürel zenginliklere bağlı olarak çok fazla sayıda geleneksel peynir çeşidi mevcuttur. Bu tip peynirlerde, peynirin üretildiği yöre, kullanılan sütün çeşidi ve üretim tekniği son ürünün kalitesini etkileyen başlıca faktörler arasındadır (Kamber, 2015). Yapılan çalışmalara göre farklılıklar olsa da Türkiye'de üretilen yaklaşık olarak 130'un üzerinde peynir çeşidi olduğu fakat tüketimin yalnızca %11'inin geleneksel peynirlerden oluştuğu bildirilmektedir. (Kamber, 2005; Kamber, 2015).

Gaziantep ili Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu bölgesindedir. Bulunduğu bölgenin en büyük, Türkiye'nin ise altıncı büyük ilidir (Parlak Kalkan, 2015). Gaziantep ilinde coğrafi işaret tescili almış 106 adet ürün bulunmaktadır. Menşe adı alan 12 adet ürün, mahreç işareti alan 94 adet

ürün bulunmaktadır. Gaziantep ilinde coğrafi işaretli ürünler içerisinde yemekler ve çorbaların payı %48,11, fırıncılık ve pastacılık mamulleri, hamur işleri, tatlıların payı %16,98, işlenmiş ve işlenmemiş meyve sebzeler ile mantarların payı %15,09, peynirlerin payı ise %0,94'tür. Gaziantep ili en çok coğrafi işaret tesciline sahip ildir. Gaziantep ilinin coğrafi işaret tescili almış peyniri ise 1 adettir. Bu peynir Antep Peyniri/Gaziantep Peyniri/ Antep Sıkma Peyniridir. Antep Peyniri/ Gaziantep Peyniri/ Antep Sıkma Peyniri Coğrafi İşaretli Ürünler kategorisinde Türk Patent Enstitüsü tarafından 6769 sayılı Sınai Mülkiyet Kanununun 41'nci Maddesi kapsamında 20.04.2017 tarihinden itibaren korunmak üzere 04.06.2018 tarihinde mahreç işareti grubunda tescil edilmiştir (Türkiye Patent Enstitüsü, 2018).

Pişken ve Kelle peyniri olarak da bilinen Antep peyniri geleneksel olarak inek, koyun, keçi sütü veya bu sütlerin karışımlarıyla yapılmakta olup, endüstriyel üretiminde inek sütünden yapılmaktadır (Kaya et al., 1999). Telemesi istenildiğinde haşlanabilen yapısı yarı sert olabilen salamura edilerek veya edilmeyerek üretilebilmekte ve tüketilebilmektedir. Sütün mayalanması; kimyasal maya, şirden ya da incir sütü kullanılarak yapılabilmektedir (Yalman et al., 2004; Tekinşen, 2001).

Antep peyniri telemeye uygulanan ısı işleminden dolayı kaşar peynirine, salamurada saklanmasından dolayı ise beyaz peynire benzemektedir (Kamber & Terzi, 2008). Antep peyniri, salamura yapıldıktan sonra oda koşullarında tüketim süresi 6 aya kadar uzayabilmektedir.

Lezzeti kendine özgü (tuzlu ve aromatik), tekstürü homojen, gözeneksiz, pürüzsüz, yapısı sıkı (kesilince ufalanmayan, iyice kaynamış, biraz sert, esnek, ağızda kolayca dağılabilen) ve görünümü temiz, keskin kokusu ve tadı olan bir peynir çeşididir.

Antep peyniri Gaziantep'in yöresel ve organik ürünlerindedir. Bölge insanı tarafından bolca tüketilmektedir. Antep peyniri Gaziantep'linin kahvaltısındaki vazgeçilmezidir. Özellikle kahvaltıda küncülü ekmeği (susamlı pide) ile birlikte tüketilir. Kahvaltı dışında dövülmüş Antep fıstığı, şeker, yumurta ve tuzsuz taze Antep peyniri ile Gaziantep'teki pide fırınlarında şekerli böreği yapılır. Maydanoz, taze soğan, yeşil biber, domates ve çeşitli baharatlar eklenerek sebze böreği yapılır. Ayrıca ırmık tatlısında tuzsuz Antep peyniri bölgede sıkça kullanılır (Albak Yalınız, 2019).

ANTEP PEYNİRİNİN FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Antep Peynirinin görünümü homojen, gözeneksiz, pürüzsüz, sıkı, kesilince ufalanmayan, yarı sert, esnek, ağızda kolayca dağılan ve görünümü temizdir. Çiğnenmesi esnasında ağızda gıcırdama hissi bırakmaktadır. Rengi gri-beyaz arasındadır. Antep Peyniri düzgün olmayan oval (el ayası benzeri) bir şekle sahiptir. Bu şekil peynirlerin geleneksel olarak avuç içerisinde şekillendirilerek üretilmesinden dolayıdır. Oval şeklin uzun olan iki ucu arasındaki mesafe 6 ile 10 santimetredir.

Antep Peynirinde sütün yağ oranı önemlidir. Antep Peyniri yapımından kullanılan çiğ sütün yağ oranının azaltılması peynirin fiziksel özelliklerini ve aromasını etkilemektedir. Bu nedenle Antep Peyniri yapılırken, yağ oranı düşürülmemeli ve Tablo 1.'de belirtilen sınırlar içerisinde kalmalıdır. Tablo 2.'de Antep peynirine ait bazı kimyasal özellikler verilmiştir.

Tablo 1. Taze ve Salamura edilmiş Antep Peynirine ilişkin değerler (Türkiye Patent Enstitüsü, 2018).

	Taze	Salamura
Kuru madde (%)	45 – 50	53 - 60,2
Yağ (%)	18,5 - 19	20,5 - 23,3
Protein (%)	17,3 – 17,5	20,25 - 20,3
Tuz (%)	max 1	3,25 - 9,9
pH	6,2 – 6,5	6,2-6,5

Tablo 2. Antep peynirine ait bazı kimyasal özellikler (Aydın, 2017)

Kurumadde (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Tuz (%)	Asidite* (%)	Kaynak
43,71	14,06	22,59	6,25	-	Kaya, 2002*
53,10	17,08	24,21	8,94	-	Kaya, 2002**
53,00	20,25	23,28	3,24	1,71	Çağlar ve ark., 1998
50,35	26,13	19,14	3,78	-	Çelikbilek, 2010

*: Laktik asit cinsinden % asitlik

** : %15'lik NaCl içeren salamurada 90 günlük depolama sonunda

***: %20'lik NaCl içeren salamurada 90 günlük depolama sonunda

Geleneksel peynirlerin büyük bir çoğunluğunda çiğ süt kullanılmaktadır. Çiğ süt sahip olduğu doğal mikroflora sayesinde pastörize süte kıyasla daha fazla miktarda tat ve aroma bileşenleri içermektedir. Bu sebeple çiğ süttten yapılan peynirler de karakteristik tat ve aroma bileşenleri bakımından daha zengindir. Bu yüzden çiğ süttten yapılan peynirler lezzet profili açısından daha zengin olmaktadır (Ocak et al., 2015).

Antep Peynirinde 49 farklı aroma aktif bileşen tespit edilmiştir. Aromaya etkide bulunan maddelerin sayısı ise 64'dür. Antep Peynirinde nötral/bazik fraksiyonuna ait uçucu bileşenler; ketonlar, esterler, alkoller, laktonlar, terpenler, aldehitler ve aromatik hidrokarbonlar olmak üzere yedi değişik sınıfa ait toplam 48 adet uçucu bileşen belirlenmiştir. Antep Peynirinde 3-hidroksi-2-bütanon (asetoin) ve 2-nonanon olarak 2 adet keton belirlenmiştir. 3-hidroksi-2-bütanon, laktik asit bakterileri tarafından sitrat metabolizması yoluyla meydana gelen ve diasetil-redükdaz enzimi vasıtasıyla indirgenerek oluşan tereyağ aroması veren bir ketondur. 2-nonanon ise meyvemsi ve sıcak süt aromasının oluşumunu sağlayan bileşiktir. Bu bileşiklerden dolayı Antep Peynirinde meyvemsi ve sıcak süt aroma tatları bulunur. Antep Peyniri nötral/bazik fraksiyonunda en fazla sayıda bulunan bileşikler esterlerdir ve toplam 19 adet ester bulunmaktadır. Antep Peynirinde ester 12 karbonlu etil dekanat ortak olarak bulunmaktadır.

Bu bileşenin gıdaya üzüksü aroma verdiğiinden Antep Peynirinde üzüksü bir tat vardır. Antep Peynirinde 3 adet alkol bileşeni tespit edilmiştir: Etanol, 3-metil-1-bütanal ve 2-feniletanol. Antep Peynirinde; hekzalakton, oktalakton, undekalakton ve dodekalakton olmak üzere 4 adet lakton bileşeni bulunmaktadır. Antep Peynirinde oktalakton ortak bileşen bulunmaktadır. Antep Peynirinde 2 adet aldehit bulunmaktadır: Nonanal ve 2-4 heksadienal. Antep Peynirinde 8 hidrokarbon bileşeni bulunmaktadır. Antep Peynirinde toplam 9 adet terpen bileşeni bulunmaktadır. Terpenler yeşil yem bitkilerinin yapısında yer aldığından, özellikle çayır ve meralarda yeşil ot yiyen hayvanların sütlerine ve bu sütlerden üretilen peynirlere geçmektedir. Bu sayede peynir sütünün elde edildiği üretildiği coğrafya ve hayvanın beslenmesi hakkında ipucu vermektedir. Antep Peynirinde β - ve α -karyofilen ortak terpen bulunmaktadır. Ayrıca, saptanan bu bileşenler dağlarda yabancı olarak yetişen kekik ve nane gibi aromatik yem bitkilerinin bünyesinde bulunmaktadır. Antep Peynirinin asidik fraksiyonunda 17 adet serbest yağ asidi bulunmaktadır. Dallanmış yağ asitleri koyun ve keçi peynirlerinin karakteristik yağ asitleridir. Nötral/bazik fazda; α -pinen, dimetildisülfid, stiren, asetoin, 2-nonanon, α -kopaen, karyofilen ve etil dekaonat bileşenlerinin Antep Peynirinin aroma profilini karakterize etmektedir (Türkiye Patent Enstitüsü, 2018). Peynirin mikroflorasının çeşitliliği, telemenin haşlanması ve salamura tuz konsantrasyonunun yanı sıra kuru maddede yağ oranı da peynirin reolojik ve fonksiyonel özelliklerini etkilemektedir (Kahyaoglu & Kaya, 2003).

ANTEP PEYNİRİ ÜRETİM METODU

Antep Peyniri yapımında çiğ süt kullanılmaktadır ve süt sağıldığı yerde meme sıcaklığında (yaklaşık 35°C'de) şirden, kimyasal maya veya incir sütü ile mayalanır. Eski dönemlerde süt sadece incir sütü ile mayalanırdı. Çiğ sütün incir mayası ile mayalanması işlemi günümüzde nadir görülmekle birlikte genellikle çobanlar tarafından dağda otlatma esnasında gerçekleştirilen bir işlemdir. İncirin olgunlaşmamış haline "kerik" (yöresel ağız ile "kerrik") adı verilmekte olup, olgunlaşmamış incir dalından kopartılarak kopma esnasında elde edilen koyu beyaz kıvamlı incir sütü maya olarak kullanılır. Mayalama aşamasında 1/2 litre çiğ süt için 4 ya da 5 adet kerik kopartılıp süte damlatılır. Mayalanan süt pıhtılaşması için 1-2 saat bekletilir. Oluşan pıhtı kırılmadan bez torbalara aktarılır. Torbalar meyilli bir yüzey üzerine konularak kendi halinde süzölmeye bırakılabilir veya üzerine taş konularak suyu süzdürölür. Yapılacak baskının peynir yapımında kullanılan sütün ağırlığının 1/10 ile 1/5'i arasında değişen bir oranda olması gerekmektedir. Süzme işlemi pıhtı suyunu tamamen atıncaya kadar devam edilmektedir. Teleme sertleşince, telemeden kaşıkla parçalar alınıp şeşbezi veya cibinlik olarak isimlendirilen tülbentten yapılmış küçük süzek torbalara konulur. Torbaların ağız hafifçe bükölüp sıkılarak peynirin dışının yağlandırılması sağlanır.

Telemeden süzölen peyniraltı suyu bir kazana alınarak kaynatılır. Daha sonra torbalardaki peynir parçaları sıcaklığı 80 °C ile 90 °C arasında değişmekte olan peyniraltı suyuna atılarak 1 dakika haşlanır. Peynir parçaları kazandan alınıp tepsilere konur ve soğuması için bekletilir. El yakmayacak sıcaklığa gelince peynirler avuç arasında sıkılarak şekillendirilir ve bu sıkma işlemi esnasında aynı zamanda haşlama suyunun da uzaklaştırılması sağlanır. Elde edilen peynir parçaları iki farklı şekilde tuzlanır. Uzun süre saklanmak istenen ve genellikle kış tuzlaması olarak adlandırılan tuzlama şeklinde; peynir kellelerinin üzerine kuru kaya tuzu serpilmiştir. Tuz oranı %2 ile %4 arasında değişmektedir. Kuru tuzun serpilmesinden sonra peynir kelleleri tuz içerisinde 2 gün boyunca karıştırılarak bekletilir. Bu esnada peynirlerden bir miktar daha acı su çıkmaktadır. İki günün sonunda açığa çıkan atık peynir altı suyu

dökülmekte ve peynir kelleleri kuru tuzlama yapılan kaptan alınarak tuz oranı %15 ile %20 arasında değişen salamura suyuna konularak satışa sunulur.

Kısa sürede (10-15 gün) tüketilecek olan ve genellikle yaz aylarında yapılan tuzlamada kuru kaya tuzu kullanılır. Ancak bu tuzlama şeklinde kullanılan tuz oranı %1 ile %2 arasında değişir. Peynir kelleleri kuru tuzda 2 saat kadar karıştırılarak bekletilir. Bu aşamada yine bir miktar peynir altı suyu açığa çıkar. Bu sürenin sonunda çıkan atık peynir suyu dökülmekte ve peynir kelleleri kuru tuzlama yapılan kaptan alınarak salamura yapılmadan soğutucuda (3-5°C) saklanır. Bu uygulama genellikle Antep yöresinde yaşayan ailelerin kendi tüketimleri için kullanılır.

Geleneksel üretimde salamuranın tuz oranının ayarlanması için taze çiğ yumurta ve zeytin tanesi kullanılır. Eğer peynirler kışlık olarak saklanacaksa salamuranın tuz oranının daha yoğun olması istenmekte bu nedenle tuz oranı çiğ yumurta kullanılarak yapılır. Tuzlu su (salamura) hazırlandıktan sonra içerisine taze çiğ yumurta atılır, eğer yumurtanın belli bir kısmı (büyük madeni para kadar bir kısmı) yüzeye çıkarsa tuz oranı uygun olur. Hemen tüketilecek olan peynirler için hazırlanan salamura suyu daha düşük tuz yoğunluğuna sahiptir. Bu nedenle çabuk tüketilecek ürünün salamura suyunun tuz ayarlamasında yumurta yerine zeytin tanesi kullanılır. Salamura edilmiş peynirler tenekelerin ağzı lehimlendikten sonra 2-3 ay soğuk hava deposunda (3-5 °C) bekletilmekte ve daha sonra tüketime sunulmaktadır. Antep Peyniri dayanıklı bir peynir olup, 2-3 yıl kadar muhafaza edilmesi mümkündür.

Antep Peyniri yarı sert ve tuzlu bir yapıya sahiptir. Tüketilmek istendiğinde yaklaşık 8-10 saat soğuk suda sabaha kadar bekletilir (Türkiye Patent Enstitüsü, 2018).

ANTEP PEYNİRİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Antep peyniri ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. Çağlar et al., (1998), Kahramanmaraş piyasasından topladıkları 34 sıkma peynirin bileşimini ortalama olarak %53,0 kurumadde, %43,9 kurumadde yağ, %20,3 protein, %3,3 suda eriyebilir protein, %6,1 kurumadde tuz miktarı %1,7 titrasyon asitliği (% laktik asit cinsinden), %17,05 olgunluk derecesi olarak belirlemiştir.

Akar & Öner (1994) incir sütünü, iyon değiştirme kromatografisi metodu ile saflaştırarak Antep peyniri yapımında kullanmışlardır. Sonuçları rennet ile yapılan peynirlerle karşılaştırmışlardır. Kimyasal ve duyu özelliklerinden belirgin bir fark gözlemlenmediğini bildirmişlerdir.

Kaya & Öner (1995), laboratuvar ortamında üretilen Gaziantep peynirinde su aktivitesi 0,95 olarak bulmuştur. Laboratuvar koşullarında üretilen Antep peynirinde tuz konsantrasyonunun (90, 170, 200 ve 230 mg/100 g), farklı sıcaklıklarda (4, 10 ve 20°C) oksidatif ve hidrolitik ransidite üzerine etkisi incelendiğinde, depolama boyunca oksidatif ransiditenin artan sıcaklık ve tuz konsantrasyonu ile artış, hidrolitik ransiditenin ise artan sıcaklık ve tuz konsantrasyonu ile sırasıyla azalışı ve artış gösterdiği bildirilmiştir (Kaya et al., 1999). Sonuçlar, oksidatif ransiditenin hidrolitik ransiditeden daha yüksek olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar, oksidatif ransiditeyi en aza indirmek için saklama sıcaklığının 10°C den fazla olmaması, tuz konsantrasyonu binde 9'dan yüksek, binde 23'den düşük olması gerektiğini önermektedirler. İki aylık bir depolama sürecinde, 20°C sıcaklıkta, 90, 170, 230 mg tuz çözeltisi içinde depolandıktan sonra, 1 meq/kg peroksit değerinde bile peynirin tadında kabul edilebilir seviyede değişiklikler gözlemlenmiş ve peynirin tekstürel özelliklerinin tuzlu su derişimine bağlı olarak değiştiği görülmüştür.

Kahyaoğlu (2002), Gaziantep peynirinin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine yağ miktarının azaltılmasının, ısı işlemlerin ve saklama sıcaklığının etkilerini incelemiştir. Yağ miktarının

azaltılmasının peynirin sertliğini ve elastikiyetini arttırdığını belirleyen araştırmacı, peynirin erime sıcaklığının yağ miktarı ve ısı işlemin sıcaklığı ile ters orantılı olduğunu bildirmiştir.

Değişik tuz konsantrasyonlarında (%5, %10, %15, %20 ve %25) hazırlanan salamuralarda depolanan Antep peynirlerinde, yüksek tuz içerikli salamuraların (%20 ve %25) peynir kitlesini önemli ölçüde sertleştirdiği, düşük tuz içerikli salamuralardakilerin (%5 ve %10) ise peynire salamuradan su geçişi neticesinde, tekstürde yumuşamaya neden olduğu gözlenmiştir (Kaya, 2002). Nitekim, %5, %10, %15, %20 ve %25 tuz içeren salamuralarda depolanan Antep peynirlerinin 13. gününde belirlenen sertlik değerleri sırasıyla 3.31, 8.19, 11.89, 44.60, 52.45 N olarak belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonu ile L değerinde azalmaya bağlı olarak peynirin beyazlığında azalmalar meydana geldiği saptanmıştır.

Antep peynirinin tuz içeriği gibi, yağ içeriği (%50,4, %33,4 ve %13,5) ve haşlama sıcaklığı (75°C, 85°C ve 95°C) da peynirin reolojik ve fonksiyonel özellikleri üzerinde önemli rol oynamaktadırlar. Öncelikle, yağ oranındaki azalma, proteinde ve nem miktarında önemli artışlara sebep olmuş ve yağsız kuru maddedeki nem miktarında azalmayla sonuçlanmıştır (P<0,05). Yağ içeriğindeki artış, haşlama işlemi ile birlikte elastik kesme modulünü artırmaktadır. Yağ içeriğindeki azalış ise peynirlerin erime sıcaklığını artırmakta, ancak erime kabiliyetini azaltmaktadır. Haşlama işlemi, peynirlerin diğer tekstürel özelliklerinden sertlik, sakızimsılık, ve yapışkanlık özelliklerini de artırmıştır. Artan yağ miktarı peynirlerin L ve b değerlerin düşürmüş, haşlama işlemi ise L değerini artırıp b değerini önemli ölçüde azaltmıştır (Kahyaooğlu & Kaya, 2003).

Karatop (2010), Gaziantep'in geleneksel peynir çeşitlerinden biri olan Antep peynirinin aroma profili belirlemiştir. Peynir örneklerinde, 48'i nötral/bazik fraksiyonda (2 keton, 19 ester, 3 alkol, 4 lakton, 2 aldehit, 8 hidrokarbon ve 9 terpen), 17'si asidik fraksiyonda (4 dallanmış, 12 düz zincirli, 1 aromatik) olmak üzere 65 uçucu bileşen belirlenmiş ve bağıl miktarları saptanmıştır. Olfaktometre portunda, gaz kromatografisi/kütle spektrometresinde belirlenemeyen 8 bileşik ile birlikte, 26'sı nötral/bazik, 15'i asidik fraksiyonda olmak üzere toplam 49 aroma aktif bileşen belirlenmiştir. Aroma dilüsyon analiz sonuçları, peynir aroması üzerinde bitki kaynaklı bileşiklerin ve nötral/bazik fraksiyona kıyasla asidik fraksiyonun daha etkili olduğunu göstermiştir.

Uğurlu et al. (2022), farklı süt türlerinin karışımlarıyla (inek, koyun ve keçi sütleri) üretilen Antep peynirlerinin olgunlaşmasının farklı dönemlerinde (0., 1., 3. ve 5. aylarında) örnekler alınarak, örneklerin suda çözünür ekstraktlarında 2 farklı yöntemle antioksidan aktivite (serbest radikal süpürme ve demir iyonlarını bağlama kapasiteleri) analizleri yapılmıştır. Peynir örneklerinin, antioksidan aktivite sonuçları proteoliz düzeyi ile kısmen ilişkilendirilmiş ve sonuçlara bağlı olarak verimli sonuçlar elde edilmiştir.

Erkaç (2021), Gaziantep ilinden toplanan antep peyniri ve çiğ sütlerde aflatoksin varlığı ve insan sağlığı risk değerlendirmesiyle ilgili çalışma yapmıştır. Peynir numunelerinde AFM1 düzeylerinin süt numunelerine göre 3 kat daha fazla olduğunu tespit etmiştir. Peynir ve süt numuneleri için HI değeri 1'in altında hesaplamıştır, dolayısıyla bu ürünlerin tüketilmelerinin risk oluşturmadığı sonucuna varmıştır.

Firmalar açısından coğrafi işaretli ürünler prestiji arttırmakta, sağladığı kalite ve güven unsuru ile doğru orantılı olarak fiyat, gelir, pazarlama gibi faktörleri etkilemektedir. Demir (2020), yaptığı çalışmada çoğu kamu ve özel sektörün coğrafi işaretli ürünleri tercih edilmesinin pazar payına ve ürünlerin tanınmasına katkı sağlayacağını belirtmiştir. Nazıkgül & Ödemiş (2024), yaptıkları çalışmada coğrafi işaretli ürünlerin işletmelere turizm açısından katkı sağlayacağını vurgulamışlardır. Yılmaz & Sünnetçioğlu (2024) yaptıkları çalışmada coğrafi işaretli ürünlerin

işletmelerde kullanılması ile birlikte yerel üreticinin pazar payını artıracığını belirtmiştir. Coğrafi işaretli ürünlerin sağladığı avantajlar baz alınarak işletmelerin müşteri seviyesini artırmakla birlikte işletmelerde kalite algısını yaratarak işletmeleri bir adım öne taşıyacağı belirtilmektedir.

Uzar et al. (2022), çalışmalarında Sırbistan'da yaşamakta olan tüketicilerin coğrafi işaretli peynir satın alma niyetlerini ortaya koymayı amaçlamıştır. Tüketicilerin %48,3'ü gelecek altı ay içerisinde coğrafi işaretli peynir satın almayı düşündüklerini belirtmiştir. Gelenekselliği önemseyen tüketicilerin coğrafi işaretli peynirleri satın almaya yönelimleri daha fazladır. Ayrıca coğrafi işaret hakkında bilgi sahibi olan tüketiciler coğrafi işaretli peynirleri daha fazla satın almak istemektedir.

Koşar (2024), Gaziantep kent merkezindeki tüketicilerin coğrafi işaretli peynir tüketimini etkileyen faktörlerin analizini yapmıştır. Gaziantep kent merkezinde yaşayan 384 tüketici ile yapılan anketlerde; tüketicilerin %94,8'inin peynir tükettiği, %39,1'inin coğrafi işaret kavramını bildiği, %25,8'inin coğrafi işaret hakkında yeterli bilgiye sahip olduğu ve %34,6'sının coğrafi işaretli ürün tükettiğini tespit etmiştir.

SONUÇ

Geleneksel peynirlerimizin coğrafi işaret ile koruma altına alınması ve tanınmamış lezzetlerin gün yüzüne çıkması için özellikle yerel üretim yapan işletmelerin korunması gastronomi turizmi açısından oldukça önemlidir. Bu amaçla ülkemizin zengin geleneksel ürünlerinin endüstriyel boyuta taşınması hususunda da oldukça hassas davranmak gerektiği açıktır.

Üretildiği şehir veya bölge adı ile anılan, kendine has lezzet karakteristikleri taşıyan peynirlerimizin daha fazla tanınması ve tüketiminin yaygınlaşması amacıyla süt endüstrisine büyük görev düşmektedir. Fabrikasyon boyutunda bir üretim söz konusu olduğunda yöresel peynirlerimize has tat, lezzet, aroma profilinin korunması önem arz ederken kalite artışının ürünün orijinal yapısında değişikliklere sebebiyet vermemesi gerekmektedir.

Kendine özgü karakteristiklerini kaybetmeden, ülke geneline tanıtılmış ve endüstriyel boyutta üretilen coğrafi işaretli lezzetler hem tüketicinin daha kolay ulaşmasına imkân tanyacak hem de üreticiyi memnun edecektir.

KAYNAKÇA

- Akar, B. & Öner, M. D. (1994). İncir Sütünün Saflaştırılması ve Antep Peyniri Yapımında Kullanılması. *Gıda* 19 (5) 329-331.
- Albak Yalınız, F. (2019). Gaziantep Mutfağında Antep Peynirinin Kullanım Alanları. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(6), 655-656.
- Alichanidis, E. & Polychroniadou, A. (2008). Characteristics of Major Traditional Regional Cheese Varieties of East-Mediterranean Countries: A Review. *Department of Food Science and Technology*, 2008, 88:495-510.
- Aydın, F. (2017). Yöresel Bazı Peynirlerdeki Enterococcus Cinsi Bakterilerin MALDI-TOF-TOF-MS Yöntemi ile Tanımlanması. *Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*.
- Çağlar, A., Türkoğlu, H., Ceylan, Z. G. & Dayısoylu, K. S. (1998). Sıkma Peynirinin Yapılışı ve Bileşimi. V. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, 274-281, 21-22 Mayıs, Tekirdağ.
- Çelikkbilek, İ. (2010). Sıkma Peynirinin Özellikleri Üzerine Pastörizasyon İşlemi ve Pıhtılaşma Süresinin Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Demir, İ. (2020). Coğrafi İşaretlerin Sosyoekonomik Etkileri. T.C. Türk Patent ve Marka Kurumu Coğrafi İşaretler Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Durlu Özkaya, F. & Gün, İ. (2007). Anadolu'da Peynir Kültürü. ICANAS 38. Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi. Ankara: Türkiye, 10-15 Eylül 2007, 485-505. ISBN: 978-975-16-2103-0.
- Erkaç, Ş. (2021). Gaziantep İlinden Toplanan Antep Peyniri ve Çiğ Sütlerde Aflatoksin Varlığı ve İnsan Sağlığı Risk Değerlendirmesi. *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakoloji ve Toksikoloji Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*.
- Kahyaoğlu, T. (2002). Rheological Properties of Reduced-Fat Gaziantep Cheese. *Msc. Thesis. Food Engineering Department, University of Gaziantep*, 76s.
- Kahyaoğlu, T. & Kaya, S. (2003). Effects of Head Treatment and Fat Reduction on the Rheological and Functional Properties of Gaziantep Cheese. *International Dairy Journal*, 13 (11): 867-875.
- Kamber, U. (2005). Geleneksel Anadolu Peynirleri, Miki Matbaacılık, İvedik, Ankara.
- Kamber, U. (2008). The Traditional Cheeses of Turkey: Cheeses Common to All Regions. *Food Reviews International* 2008, 24:1-38.
- Kamber, U. (2015). Traditional Turkey Cheeses and Their Classification. *Van Veterinary Journal*, 2015, 26(3):161-171.
- Kamber, U. & Terzi, G. (2008). The Traditional Cheeses of Turkey: Southeast Anatolia Region, *Food Reviews International*, 24, 62-73.
- Karaca, O., B. (2016). Geleneksel Peynirlerimizin Gastronomi Turizmindeki Önemi (The Importance of Our Traditional Cheeses in Gastronomy Tourism). *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 2016, 4(2):17-39.
- Karatop, T. (2010). Antep Peynirinin Aroma Profilinin Belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*.
- Kaya, S., ve Öner, M.D., 1995. Water Activity and Moisture Sorption Isotherms of Gaziantep Cheese. *Journal of Quality*, 19 (2): 121-132.
- Kaya, S., Kaya, A. & Öner, M.D. (1999). The Effect of Salt Concentration on Rancidity in Gaziantep Cheese. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79 (2): 213-219.

- Kaya, S. (2002). Effect of Salt on Hardness and Whiteness of Gaziantep Cheese During Short-Term Birining. *Journal of Food Engineering*, 52 (2): 155-159
- Koşar, P. (2024). Gaziantep Kent Merkezindeki Tüketicilerin Coğrafi İşaretli Peynir Tüketimini Etkileyen Faktörlerin Analizi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Licitra, G., Caccamo, M., Valence, F. & Lortal, S., (2018). Traditional Wooden Equipment Used for Cheese Making and their Effect on Quality. Ed. Photis Papademas, Thomas Bintsis, John Wiley & Sons, Ltd, 2018, 157-172.
- Nazıkgül, M. & Ödemiş, M. (2024). Coğrafi İşaretli Ürünlerin Gastronomi Turizmi Açısından İncelenmesi: Bayburt Örneği. *Safran Kültür ve Turizm Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 151-177.
- Ocak, E., Javidipour, I. & Tunçtürk, Y. (2015). Volatile Compounds of Van Herby Cheeses Produced with Raw and Pasteurized Milks from Different Species, *Journal of Food Science and Technology*, 52, 7, 4315-4323.
- Parlak Kalkan, G. (2015). "Gaziantep" Adı Üzerine. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(9), 101-107.
- Sgarbi, E. (2012). Non Starter Lactic Acid Bacteria During Cheese Ripening: Survival, Growth and Production of Molecules Potentially Involved in Aroma Formation. Faculty of Agriculture Ph.D. in Food Science and Technology XXIV cycle, 2009-2011, Università Degli Studi di Parma 2012.
- Tekinşen, K.K. (2001). Maraş Peyniri Üretiminde Baskılama Ağırlığı ve Haşlama Suyu Sıcaklığının Standardizasyonu Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- TGK. (2015). Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği. 8 Şubat 2015, sayı: 29261.
- Türkiye Patent Enstitüsü. (2018). Antep Peyniri / Gaziantep Peyniri / Antep Sıkma Peyniri. <https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/%20%2038271>
- Uğurlu, Ö., Ertekin, M. & Erbay, Z. (2022). Farklı Süt Karışımlarıyla Elde Edilen Antep Peynirlerinin Antioksidan Aktivitelerindeki Değişim. Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Gıda Mühendisliği, Türkiye 14. Gıda Kongresi 19-21 Ekim 2022.
- Uzar, D., Dunderski, D. & Pejanovic, V. (2022). Consumers Intention to Buy Cheeses with Geographical Indications: the Case of Serbia. *Economics of Agriculture*, 71(2), 819-832.
- Üçüncü, M. (2013). Süt ve Mamülleri Teknolojisi, Meta Basım, İzmir, Türkiye.
- Yalman, M., Özdikmen Tepeli, S. & Demirel Zorba, N.N. (2004). Türkiye'de Geleneksel Yöntemlerle Üretilen Peynirlerin Küf Florası. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2004, (11):926-933.
- Yılmaz, G. & Sünnetçioğlu, A. (2024). Sürdürülebilir Gastronomide Menü Yönetimi: Bursa ili Örneği. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Turizm Fakültesi Dergisi*, 27(1), 123-149.

FOODS WITH GAZİANTEP GEOGRAPHICAL INDICATION POTENTIAL

Sümeyya ÖGE (ORCID: 0009-0002-4492-5921)

Cukurova University, Faculty of Engineering, Food Engineering, Adana-Türkiye
Email: sumeyyakturk@gmail.com (Responsible Author)

Prof. Dr. Nuray GÜZELER (ORCID: 0000-0001-5246-2491)

Cukurova University, Faculty of Engineering, Food Engineering, Adana-Türkiye
Email: nguzeler10@gmail.com

Abstract

Geographical indications are signs that show the product that is integrated with its distinctive features, reputation, and the region or country where it originates, and that express the source of the product. Turkey is a country with a high variety of agricultural and animal products due to its geographical location, as well as a rich culinary culture due to the coexistence of societies from different cultures. In order to protect this rich regional heritage, registration procedures are currently carried out by the Turkish Patent and Trademark Office and geographical indications are applied to products. Gaziantep is the province with the most geographical indication registrations in Turkey. Gaziantep is located in the Southeastern Anatolia region of Turkey. It is the largest province in its region and the sixth largest province in Turkey. There are 106 products registered with geographical indications in Gaziantep. There are 12 products with a name of origin and 94 products with a source indication. In Gaziantep, the share of dishes and soups in products with geographical indications is 48,11%, the share of bakery and pastry products, pastries, desserts is 16,98%, the share of processed and unprocessed fruits, vegetables and mushrooms is 15,09%, and the share of cheese is 0,94%. Products with geographical indications are high value-added products that differ from their counterparts and owe this difference to the region where they gained their fame. Geographical indications, which indicate products that are identified with the region where they originate due to their characteristics or fame, provide significant economic contributions to both their producers and regions and to our country. In this study, it was aimed to introduce foods with Gaziantep geographical indication potential.

Keywords: Geographical indication, Gaziantep cuisine, traditional foods.

GAZİANTEP COĞRAFİ İŞARET POTANSİYELİNE SAHİP GIDALAR

Özet

Coğrafi işaretler, belirgin özellikleri, ünü, kökeninin bulunduğu bölge veya ülkeyle bütünleşmiş ürünü gösteren, ürünün kaynağını ifade eden işaretlerdir. Türkiye, coğrafi konumu itibarıyla tarımsal ve hayvansal ürün çeşitliliğinin fazla olduğu ve bunun yanı sıra farklı kültürlerden gelen toplumların bir arada bulunmasıyla zengin mutfak kültürünün olduğu bir ülkedir. Sahip olduğumuz bu zengin yöresel mirasın korunabilmesi için tescil işlemleri günümüzde Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından yürütülmekte ve ürünlerde coğrafi işaretleme uygulaması yapılmaktadır. Gaziantep, Türkiye'nin en çok coğrafi işaret tesciline sahip ilidir. Gaziantep Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu bölgesindedir. Bulduğu bölgenin en büyük, Türkiye'nin ise altıncı büyük ilidir. Gaziantep ilinde coğrafi işaret tescilli almış 106 adet ürün bulunmaktadır. Menşe adı alan 12 adet ürün, mahreç işareti alan 94 adet ürün bulunmaktadır. Gaziantep ilinde coğrafi işaretli ürünler içerisinde yemekler ve çorbaların payı %48,11, fırıncılık ve pastacılık mamulleri, hamur işleri, tatlıların payı %16,98, işlenmiş ve işlenmemiş meyve sebzeler ile mantarların payı %15,09, peynirlerin payı ise %0,94'tür. Coğrafi işaretli ürünler benzerlerinden farklılaşmış ve bu farklılığı ününü kazandığı yöreye borçlu olan katma değeri yüksek ürünlerdir. Özellikleri veya ünü itibarıyla, kaynaklandığı yöre ile özdeşleşmiş ürünleri gösteren coğrafi işaretler hem kendi üreticilerine hem de yörelerine hem de ülkemize önemli ekonomik katkı sağlar. Bu çalışmada, Gaziantep coğrafi işaret potansiyeline sahip gıdaların tanıtılması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi işaret, Gaziantep mutfağı, geleneksel gıdalar.

GİRİŞ

Coğrafi işaret kavramı ilk olarak uluslararası “Ticaret ile Bağlantılı Fikri ve Sınai Mülkiyet Hakları Sözleşmesi”nde kullanılmıştır (Aksoy & Sezgi, 2015). Bu sözleşmeye göre coğrafi işaretler: “Üye bir ülkenin toprağından veya bu toprak üzerinde yer alan bir bölge veya yöreden kaynaklanan, belirgin bir niteliğı, ünü veya diğere özellikleri itibariyle esas olarak bu coğrafi menşeye atfedilen ürünleri tanımlamak için kullanılan işaretlerdir” şeklinde tanımlanmaktadır (Çalışkan & Koç, 2012; Cei et al., 2018). Kısaca coğrafi işaret kavramı, yerel ürünlerin bozulmadan gelecek nesillere aktarılması amacıyla yasal tedbirlerle koruma altına alınmasıdır (Şahin, 2013).

Coğrafi işaretleme adına yasal düzenleme Avrupa Birliğı (AB) ölçeğinde 1992’de uygulamaya girmiştir. Avrupa Birliğı, kendi gıda ürünlerini korumak ve tanıtmak adına orijinin korunmuş adı (menşe adı) ve korunmuş coğrafi gösterge (mahreç) olarak bilinen sistemleri kurmuştur. Türkiye’de geleneksel ürünlerin korunmasına yönelik AB mevzuatları göz önünde bulundurularak, 1995 yılında Coğrafi İşaretlerin Korunması Hakkında Kanun Hükmünde Kararname ile başlamıştır (Karaca, 2016). Türkiye’de coğrafi işaretlerin tescili ile ilgili sorumlu kurum Türk Patent ve Marka Kurumu’dur. (Kan & Gülçubuk, 2008).

6769 sayılı Sınai Mülkiyet Kanununun 34’üncü maddesine göre coğrafi işaret; “Belirgin bir niteliğı, ünü veya sahip olduğı diğere özellikleri bakımından kökenin bulunduğı yöre, alan, bölge veya ülke ile özdeşleşmiş olan bir ürünü gösteren işarettir.” Coğrafi işaretler, mahreç işareti ve menşe adı olarak ikiye ayrılmaktadır:

Mahreç İşareti: Coğrafi sınırları belirlenmiş bir yöre, bölge veya ülkeden kaynaklanan, belirgin bir niteliğı, ünü veya diğere özellikleri bakımından bu coğrafi alan ile özdeşleşen, üretimi, işlenmesi ve diğere işlemlerinden en az biri belirlenmiş coğrafi alanın sınırları içinde gerçekleşen ürünleri tanımlayan işarettir.

Menşe Adı: Coğrafi olarak sınırları belirlenmiş bir yöre, bölge veya istisnai durumlarda ülkeden kaynaklanan, tüm veya esas özelliklerini bu coğrafi bölgeye özgü doğal ve beşerî unsurlardan alan, üretimi, işlenmesi ve diğere tüm işlemleri bu coğrafi alanın sınırları içinde gerçekleşen ürünlere verilen addır.

Geleneksel Ürün Adı: Türk Patent ve Marka Kurumu (2024) tarafından menşe adı veya mahreç işareti kapsamına girmeyen ilgilipiyasada bir ürünü tarif etmek için geleneksel olarak en az otuz yıl süreyle kullanıldığı kanıtlanan adlar olarak tanımlanmıştır.

Türkiye’de coğrafi işaretli ürün sayısı her geçen gün artmaktadır (Taş et al., 2023). Türkiye genelinde Türk Patent ve Marka Kurumu web sitesinde yer alan coğrafi işaret tescilli ürünlerin sayısı araştırmanın gerçekleştirildiğı tarih itibariyle 1516’dır. Coğrafi işaret tescil başvuru aşamasında olan ürün sayısı 643’tür. Türkiye genelinde mahreç işareti ile tescillenen ürün sayısı 1128, menşe ürün adı ile tescillenen ürün sayısı 379 ve geleneksel ürün adı ile tescillenen ürün sayısı 6’dır. Tescillenen ürünler 18 farklı ürün grubundan oluşmaktadır. Bu ürün grupları; dokumalar, halılar ve kilimler, halılar, kilimler ve dokumalar dışında kalan el sanatı ürünleri ve gıda (yemekler ve çorbalar, peynirler, işlenmiş işlenmemiş et ürünleri vb.) ürünlerinden oluşmaktadır (Türk Patent ve Marka Kurumu, 2024). Özellikle bu ürünler, yöre halkının geliştirdiğı mutfak teknikleri, kültürel gelenekleri ve bölgenin sahip olduğı tarımsal ürün çeşitliliğı içerisinde inşa edilen kalitesiyle, yerel kaynakların kullanılarak üretildiğı, sosyal ve ekonomik etkileşimlerin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Sgroi, 2021).

Gıda ürünlerinin coğrafi işaret ile tescillerinin sağlanması bölgelere ve ülkelere ekonomik olarak, sosyal olarak ve kültürel olarak birçok yarar sağlamaktadır. Ülke veya bölgelerin sahip oldukları gıda ürünlerinin coğrafi işaret ile korunması bir yandan gastronominin sürdürülebilirliğine katkıda bulunurken, diğer yandan bir bölge veya ülkeye özgü gıda ürünlerinin korunarak gelecek nesillere aktarılmasına yardımcı olabilmektedir (Kavas, 2023).

Coğrafi İşaretli Ürünlerin Katkıları:

1. Ticaret ve Tanıtım: Coğrafi işaret, yerel ürünlerin daha geniş pazarlara açılmasına yardımcı olur. Kendine özgü özellikleriyle coğrafi işaret almaya hak kazanan ürünler, aynı zamanda bölge halkına ve yöreye önemli katkılar sunmaktadır (Ayber, 2005; Özer & Kesenkaş, 2014).

2. Tüketici Güvenliği: Coğrafi işaretleme, küreselleşme süreciyle birlikte farklı bölgelere özgü gıdalara erişim sağlayan tüketicilerin, tükettikleri gıdaların kökenine dair bilgi edinme ihtiyacından doğmuş bir kavramdır (İlıcılı, 2009; Ekinci, 2014; Cassago et al., 2021). Coğrafi işaret, tüketicilerin ürünlerin gerçek ve özgün olduğunu bilmesini sağlar, böylece daha güvenli bir tüketim sağlar.

3. Yerel Üreticilerin Desteklenmesi: Coğrafi işaretler, küçük üreticilerin ürünlerini daha geniş pazarlara sunmalarını sağlar. Bu da yerel üreticilerin ekonomik olarak güçlenmelerine yardımcı olur. Coğrafi işaretli ürünler, şehre olan ilgiyi artırır. Bu da gastronomi turizminin gelişmesini sağlar, yerel esnaf ve restoranlar için faydalıdır.

4. Turizm ve Yatırım Çekiciliği: Coğrafi işaretli yöresel ürünleri tatmak, yapım aşamalarını görmek ya da yemek festivalleri ve gastronomi temalı müzeler gibi unsurlar gastronomi amaçlı seyahatlerde motivasyon aracı olmaktadır. Bu nedenle gastronomi kavramı ile ilişkili olan coğrafi işaret kavramı gastronomi turizmi açısından da önem taşımaktadır (Savaşkan & Kınır, 2020). Gastronomi turizmi kapsamında ürünler, bölgeye turistlerin gelmesi için önemli bir çekim unsuru hatta başlı başına bir destinasyon tercihi olabilmektedir. Bu nedenle bölgesel kimliğin unsurlarını taşıyan yiyeceklerin coğrafi işaret olarak tescillenmesi destinasyonun gastronomi imajını güçlendirmesi açısından önemlidir (Yazıcıoğlu et al., 2019).

5. Kültürel Zenginlik ve Koruma: Ürünün tek bir bölgeye olan aidiyeti aslında yöresel gıdalar hakkında uzun vadede birikmiş geleneksel bilginin de tutulmasını kolaylaştırmaktadır (Tashiro et al. 2018). Yöresel ürünler, tarihi bir derinliğe sahip olup yöresel kültürün önemli bir parçasını oluşturmaktadır (Yıkılmış ve Ünal, 2016). Geleneksel ürünleri ve tariflerinin korunmasına yardımcı olur. Coğrafi işaret, gastronomik mirası nesilden nesile aktarılmasına katkı sağlar.

6. Biyolojik Çeşitliliği Koruma: Coğrafi işaret, yerel üreticilere kültürlerini ve çevresel kaynaklarını korumak için küreselleşmeden yararlanma imkânı sağlamaktadır (Akkaşoğlu, 2024). Yerel tohumlar, tarım çeşitliliği ve yerel ürünlerin korunmasını sağlar.

7. Uluslararası Tanıtım: Yurt dışındaki pazarlarda tanınmayı ve rekabet avantajı sağlamayı mümkün kılar. Coğrafi işaret kavramı tüketicilerin seyahat motivasyonlarını, destinasyon tercihlerini ve satın alma niyetlerini de etkileyebilir. Coğrafi işaret sahibi ülkeler, bölgeler ve şehirler bu sayede daha belirgin hale gelmektedir (Ademoğlu, 2024).

8.Sürdürülebilirlik ve Kalite: Coğrafi işaret, kaliteyi korumak ve sürdürülebilir üretim yöntemlerini teşvik etmek için önemli bir araçtır. Ürünlerin taklit edilmesini engellemek, mahsulleri haksız rekabetten korumak, ürün isimlerinin yanlış kullanımını önlemek ve ürünlerin özellikleri hakkında tüketiciyi bilgilendirmek amacıyla çeşitli yasal düzenlemeler getirilmiştir (Türk Patent ve Marka Kurumu, 2024).

GAZİANTEP'İN COĞRAFİ İŞARETLİ ÜRÜNLERİ

Gaziantep ili Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu bölgesindedir. Bulunduğu bölgenin en büyük, Türkiye'nin ise altıncı büyük ilidir (Parlak Kalkan, 2015). Gaziantep şehri kurulduğu günden bugüne Anadolu coğrafyasında kurulan birçok millet için büyük önem arz etmiştir (Gaziantep Valiliği, 2025). Gaziantep şehri karasal ve Akdeniz iklimlerinin ortak özelliklerini gösterdiğinden, ılıman ve sıcak havakoşullarına sahiptir. Gaziantep bölgesi gelişen yemek kültürü, insanların yaşantı tarzları, tarihi ve ikliminin yanı sıra gelişen sanayisi ile 2015 yılında UNESCO yaratıcı şehirler ağına Türkiye'den dahil olan ilk şehirdir (GastroAntep, 2025).

Gaziantep, mutfağıyla dünya çapında tanınan bir şehirdir. Gaziantep mutfağında 291 çeşit yemek bulunmaktadır. Bu yemek çeşitlerine çorbalar, tatlılar, içecekler ve kebablar eklediğinde ise mutfaktaki yemek sayısının 495'e yaklaştığı değerlendirilmektedir (Gaziantep Sanayi Odası, 2022). Burada geleneksel yöntemlerle üretilen birçok gıda, coğrafi işaret ile tescillenmiş veya tescillenmeye aday ürünler arasında yer almaktadır.

Gaziantep ili Türkiye'nin en çok coğrafi işaret tesciline sahip ilidir. Gaziantep ilinde coğrafi işaret tescili almış 106 adet ürün bulunmaktadır. Menşe adı alan 12 adet ürün, mahreç işareti alan 94 adet ürün bulunmaktadır. Gaziantep ilinde coğrafi işaretli ürünler içerisinde yemekler ve çorbaların payı %48,11, fırıncılık ve pastacılık mamulleri, hamur işleri, tatlıların payı %16,98, işlenmiş ve işlenmemiş meyve sebzeler ile mantarların payı %15,09, yiyecekler için çeşni/lezzet vericiler ve sosların payı %4,72, alkolsüz içeceklerin payı %1,89, çikolata, şekerleme ve türevleri ürünlerin payı %1,89, balın payı %0,94, peynirlerin payı %0,94, tereyağı dahil katı ve sıvı yağların payı %0,94, dokumalar, halılar, kilimler ve diğer el sanat ürünlerinin payı %3,78, diğer ürünlerin payı ise %4,72'dir (Türk Patent ve Marka Kurumu, 2024). Gaziantep ili ürün gruplarına göre coğrafi işaret tescil sayıları Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Gaziantep İli Ürün Gruplarına Göre Coğrafi İşaret Tescil Sayıları

Ürün Grubu	Tescil Sayıları	%
Yemekler ve çorbalar	51	48,11
Fırıncılık ve pastacılık mamulleri, hamur işleri, tatlılar	18	16,98
İşlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar	16	15,09
Yiyecekler için çeşni/ lezzet vericiler ve soslar	5	4,72
Alkolsüz içecekler	2	1,89
Çikolata, şekerleme ve türevi ürünler	2	1,89
Bal	1	0,94
Peynirler	1	0,94
Tereyağı dahil katı ve sıvı yağlar	1	0,94
Dokumalar, halılar, kilimler ve diğer el sanat ürünleri	4	3,78
Diğer ürünler	5	4,72
Toplam	106	100,00

Gaziantep'in geleneksel ve özgün lezzetlerinin tescillenmesi, şehri hem gastronomi turizmi açısından cazip hale getirir hem de yerel üreticilere ekonomik fayda sağlar. Gaziantep coğrafi işaret tesciline sahip ürünler, ürün gruplarına göre aşağıdaki tablolarda verilmiştir. Tablolardaki veriler Türk Patent ve Marka Kurumu 2024 yılı verilerine göre oluşturulmuştur.

Tablo 2. Gaziantep'in Coğrafi İşaretli Yemekleri ve Çorbaları

Ürünler	Tescil Tarihi	Coğrafi İşaret Türü
1 Antep Allı Yeşilli Dolma	01.07.2021	Mahreç
2 Antep Beyranı	13.01.2017	Mahreç
3 Gaziantep/Antep Bakla Tavası	08.02.2023	Mahreç
4 Gaziantep Malhıtalı Aşı/Lapası	19.12.2022	Mahreç
5 Gaziantep/Antep Çağla Aşı	24.01.2022	Mahreç
6 Gaziantep/Antep Sebzeli Kebap	31.01.2022	Mahreç
7 Gaziantep/Antep Maş Çorbası	07.03.2022	Mahreç
8 Gaziantep/Antep Maş Piyazı	02.09.2021	Mahreç

9	Gaziantep/Antep Keme Kebabı	18.05.2021	Mahreç
10	Gaziantep/Antep Firikli Acur Dolması	26.03.2021	Mahreç
11	Gaziantep/Antep Firik Pilavı	19.04.2021	Mahreç
12	Gaziantep/Antep Erik Tavası	30.04.2021	Mahreç
13	Gaziantep/Antep Ayvalı Ekşili Taraklık	18.04.2022	Mahreç
14	Gaziantep/Antep Alaca Çorba	09.06.2021	Mahreç
15	Gaziantep Öz Çorba/Antep Öz Çorba	09.02.2021	Mahreç
16	Antep Yuvarlaması / Antep Yuvalaması	13.01.2017	Mahreç
17	Antep Şiveydizi	15.03.2018	Mahreç
18	Gaziantep / Antep Altı Ezmeli Kebap	20.08.2021	Mahreç
19	Gaziantep Akıtmalı Ufak Köfte	17.01.2022	Mahreç
20	Gaziantep / Antep Yarım Tava	13.04.2022	Mahreç
21	Gaziantep Alenaziği	04.05.2021	Mahreç
22	Gaziantep Arap Köftesi	19.10.2021	Mahreç
23	Gaziantep İçli Köftesi	12.07.2021	Mahreç
24	Gaziantep Yoğurtlu Taze Fasulye	10.02.2022	Mahreç
25	Gaziantep Yoğurtlu Patates	15.05.2021	Mahreç
26	Gaziantep Yenidünya Kebabı	30.04.2021	Mahreç
27	Gaziantep Yağlı Köfte	01.07.2021	Mahreç
28	Gaziantep Tene Katması	20.04.2021	Mahreç
29	Gaziantep Süzek Yapması	15.05.2021	Mahreç
30	Gaziantep Sini Köftesi	11.04.2022	Mahreç
31	Gaziantep Simit Kebabı	19.04.2021	Mahreç
32	Gaziantep Sarımsak Kebabı	16.11.2020	Mahreç
33	Gaziantep Sarımsak Aşısı	16.11.2020	Mahreç
34	Gaziantep Pirpirim Aşısı	06.12.2021	Mahreç
35	Gaziantep Buhara Pilavı	23.02.2022	Mahreç
36	Gaziantep Börek Çorbası	02.07.2021	Mahreç
37	Gaziantep Börk Aşısı	04.10.2021	Mahreç

38	Gaziantep Çağirtlak Kebabı	09.08.2021	Mahreç
39	Gaziantep Damat Dolması	14.02.2022	Mahreç
40	Gaziantep Omacı	18.04.2022	Mahreç
41	Gaziantep Nohut Dürümü	17.12.2020	Mahreç
42	Gaziantep Mumbar Dolması	06.08.2021	Mahreç
43	Gaziantep Simit Aşı / Antep Simit Aşı	21.07.2023	Mahreç
44	Gaziantep Malhıtalı Köftesi	09.02.2021	Mahreç
45	Gaziantep Lebeniye Çorbası	15.05.2021	Mahreç
46	Gaziantep Küşleme Kebabı	09.02.2021	Mahreç
47	Gaziantep Doğrama/Antep Doğrama	15.05.2021	Mahreç
48	Gaziantep Fasulyeli Kabak Dolması	20.04.2021	Mahreç
49	Gaziantep Haveydi Köfte	21.04.2021	Mahreç
50	Gaziantep Haylan Kabağı Dolması	07.04.2022	Mahreç
51	Gaziantep Kabaklama/Antep Kabaklama	03.06.2021	Mahreç

Tablo 3. Gaziantep'in Coğrafi İşaretli Fırıncılık ve Pastacılık Mamulleri, Tatlıları

Ürünler	Tescil Tarihi	Coğrafi İşaret Türü
1 Antep Baklavası	04.01.2008	Mahreç
2 Gaziantep Şöbiyeti	06.04.2022	Mahreç
3 Gaziantep Şekerli Peynirli Böreği	06.08.2021	Mahreç
4 Antep Katmeri	07.12.2017	Mahreç
5 Antep Kurabiyesi	18.06.2019	Mahreç
6 Antep Kübban Ekmeği	07.03.2022	Mahreç
7 Antep Peynirli İrmik Helvası	10.02.2022	Mahreç
8 Antep Tırnaklı Pidesi	31.10.2017	Mahreç
9 Gaziantep Yeşil Zeytin Böreği	16.11.2018	Mahreç
10 Gaziantep Sütlü Zerdesi	26.11.2020	Mahreç
11 Gaziantep Sebzeli Peynirli Böreği	06.08.2021	Mahreç
12 Gaziantep Bülbül Yuvası	06.04.2022	Mahreç

13	Gaziantep Dolangel Tatlısı	15.11.2021	Mahreç
14	Antep Lahmacunu	20.11.2017	Mahreç
15	Antep Köy Kahkesi	25.12.2017	Mahreç
16	Gaziantep Pirinçli Böreği	20.02.2024	Mahreç
17	Gaziantep Şirin Tarhanası	15.04.2022	Mahreç
18	Gaziantep Kuymağı/Antep Kuymağı	07.12.2020	Mahreç

Tablo4.Gaziantep'in Coğrafi İşaretli İşlenmiş ve İşlenmemiş Meyveleri ve Sebzeleri

	Ürünler	Tescil Tarihi	Coğrafi İşaret Türü
1	Antep Dolmalık Biber Kuru	10.05.2021	Menşe
2	İslahiye Biberi	05.01.2022	Menşe
3	Oğuzeli Kurutmaliği	13.12.2020	Mahreç
4	Nizip Patlıcanı	20.11.2020	Menşe
5	Nizip Mızar Havucu	24.01.2024	Mahreç
6	Antep Haylan Kabağı Kuru	07.04.2022	Mahreç
7	Antep Karası Kuru Üzümlü	07.04.2022	Mahreç
8	Antep Kuruluk Patlıcanı	14.08.2018	Menşe
9	Araban Sarımsağı	01.09.2020	Menşe
10	Gaziantep Oğuzeli Narı	02.09.2019	Menşe
11	Sof Domatesi	25.12.2023	Mahreç
12	Antep Biber Salçası	14.09.2022	Mahreç
13	Antep Fıstığı	17.05.2000	Menşe
14	Antep Pekmezi / Gaziantep Pekmezi	24.07.2020	Mahreç
15	Gaziantep Haylan Kabağı Reçeli	13.05.2024	Mahreç
16	Gaziantep Acur-Biber Turşusu	31.03.2022	Mahreç

Tablo5.Gaziantep'in Coğrafi İşaretli Yiyecekler İçin Çeşni/ Lezzet Vericileri ve Sosları

Ürünler	Tescil Tarihi	Coğrafi İşaret Türü
1 Oğuzeli Nar Ekşisi	03.12.2020	Mahreç
2 Gaziantep Koruk Ekşisi	11.04.2022	Mahreç
3 Antep Sumağı	08.07.2021	Mahreç
4 Nizip Nanesi	12.03.2020	Menşe
5 Gaziantep Muhammarası	11.04.2022	Mahreç

Tablo6.Gaziantep'in Coğrafi İşaretli Alkolsüz İçecekleri

Ürünler	Tescil Tarihi	Coğrafi İşaret Türü
1 Antep Meyan Şerbeti	01.07.2019	Mahreç
2 Antep Urmu Dut Şurubu	28.09.2020	Menşe

Tablo7.Gaziantep'in Coğrafi İşaretli Çikolata, Şekerleme ve Türevi Ürünleri

Ürünler	Tescil Tarihi	Coğrafi İşaret Türü
1 Antep Muskası(Gaziantep Muskası)	13.06.2018	Mahreç
2 Antep Fıstık Ezmesi(Antepfıstığı Ezmesi)	20.11.2017	Mahreç

Tablo8.Gaziantep'in Coğrafi İşaretli Balı

Ürünler	Tescil Tarihi	Coğrafi İşaret Türü
1 Antep Zahter Balı / Gaziantep Zahter Balı	24.03.2022	Menşe

Tablo9.Gaziantep'in Coğrafi İşaretli Peynirleri

Ürünler	Tescil Tarihi	Coğrafi İşaret Türü
1 Antep Peyniri / Gaziantep Peyniri	04.06.2018	Mahreç

Tablo10.Gaziantep'in Coğrafi İşaretli Tereyağı dahil Katı ve Sıvı Yağları

Ürünler	Tescil Tarihi	Coğrafi İşaret Türü
1 Nizip Zeytinyağı	05.06.2012	Mahreç

Tablo 11. Gaziantep'in Coğrafi İşaretli Dokumalar, Halılar, Kilimler ve El Sanat Ürünleri

Ürünler	Tescil Tarihi	Coğrafi İşaret Türü
1 Antep Kutnu Kumaşı	25.08.2016	Mahreç
2 Gaziantep Bakır El İşlemciliği	05.06.2012	Mahreç
3 Gaziantep Sedef El İşlemciliği	05.06.2012	Mahreç
4 Antep İşi	06.12.2016	Mahreç

Tablo 12. Gaziantep'in Coğrafi İşaretli Diğer Ürünleri

Ürünler	Tescil Tarihi	Coğrafi İşaret Türü
1 Antep Firiği	24.11.2017	Menşe
2 Antep Zahter Çayı / Gaziantep Zahter Çayı	18.05.2022	Mahreç
3 Nizip Sabunu	20.03.2018	Mahreç
4 Antep Bulguru / Gaziantep Bulguru	25.12.2017	Mahreç
5 Antep Menengiç Kahvesi	16.12.2020	Menşe

GAZİANTEP COĞRAFI İŞARET POTANSİYELİNE SAHİP GIDALAR

Gaziantep, mutfağıyla ünlü ve pek çok geleneksel ürünüyle dikkat çeken bir şehirdir. Birçok ürün, coğrafi işaret almak için tescillenmeye aday durumdadır. Gaziantep tescillenmeye aday olabilecek ürünler aşağıda verilmiştir:

Gaziantep Kısır: Kısır, Gaziantep mutfağında özellikle yaz aylarında tercih edilen soğuk bir salattır. Gaziantep'in kısır tarifi, yöresel baharatlar ve nar ekşisi gibi özel malzemelerle yapılır. Gaziantep'in kısır, tescillenmeye aday lezzetlerden biridir ve şehre özgü özelliğiyle fark yaratır.

Soğan Aşı: Arpacık soğan ile yapılan Gaziantep'e özgü salçalı yemek çeşididir. Nohut ve et ile lezzetlendirilir. Nar ekşisiyle beraber tüketilir.

Yoğurtlu Soğan Aşı: Arpacık soğan ile yapılan Gaziantep'e özgü yoğurtlu yemek çeşididir. Nohut ve et ile lezzetlendirilir.

Yapma: Gaziantep İçli Köftesinin dış harcı ile yapılmaktadır. Kızartılarak tüketilmektedir.

Domates Kurusu (Çarpana): Domates tepsilere dilimlenir ve üzerine tuz serpilir. Güneşte kurutulur. Yemeklerde ve salatalarda kullanılır.

Çörek Otu Yağı: Gaziantep'in tarım ürünlerinden biri olup, geleneksel olarak sağlık amacıyla kullanılmaktadır. Çörek otunun soğuk sıkım yöntemiyle elde edilen yağı, bitkisel yağ sektöründe özel bir yere sahiptir. Bu ürün, coğrafi işaret almak için aday olan bir diğer gıda

ürünüdür.

Kavrulmuş Menengiç: Çitlembik, çıtımık, melengiç gibi çeşitli isimlerle anılmaktadır. Toplandıktan sonra saplarından ayıklanarak, bol suda yıkanan menengiçler, kısık ateşte yavaş yavaş kavrulmuş olarak tüketime hazırlanır. İsteğe göre tuz ile de kavurma işlemi yapılır. Çerez olarak tüketilir.

Karpuz Çekirdeği: Karpuz çekirdekleri kurutulduktan sonra çiğ ya da kavrulmuş olarak kullanılmaktadır. Gaziantep halkı tarafından çerez olarak tüketilmektedir.

SONUÇ

Gaziantep, zengin mutfağı ve coğrafi işaretli gıdalarıyla hem kültürel hem de ekonomik açıdan büyük bir potansiyele sahip bir şehirdir. Coğrafi işaretlerin, sadece ürünü korumakla kalmayıp, yerel ekonomi için de büyük önemi vardır. Gaziantep'in geleneksel gıda ürünlerinin tescillenmesi, marka değeri yaratır, yerel üreticiyi destekler ve tüketiciye güven verir. Coğrafi işaretler yalnızca yerel üreticilerin çıkarlarını korumakla kalmayıp, aynı zamanda turizm açısından da büyük potansiyel taşımaktadır. Ayrıca bu ürünler sürdürülebilir üretimi sağlamakta ve yerel halkın bilinçlenmesine destek olmaktadır. Bu ürünler, Gaziantep'in zengin mutfağını ve geleneksel lezzetlerini dünya çapında tanıtarak, şehir için ekonomik ve kültürel faydalar sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Ademoğlu, A. (2024). Türk Mutfak Kültüründe Coğrafi İşaret Tescil Belgesine Sahip Peynirler Üzerine Bir Araştırma. *International Journal of Contemporary Tourism Research*, 8(2), 112-122. <http://doi.org/10.30625/ijctr.1595330>
- Akkaşoğlu, S. (2024). “Türkiye’de Coğrafi İşaret Tescili Almış İçecekler Üzerine Bir İnceleme”, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 65, 285-297.
- Ayber, İ. (2005). Sınai Mülkiyet Hakları ile İlgili Uluslararası Kuruluşlar (WIPO, DTÖ, AB, TPE.) (Uzmanlık tezi). Türk Patent Enstitüsü Markalar Dairesi Başkanlığı.
- Aksoy, M., & Sezgi, G. (2015). Gastronomi Turizmi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi Gastronomik Unsurları. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 3(3), 79-89.
- Cassago, A. L. L., Artêncio, M. M., de Moura Engracia Giraldo, J., & Da Costa, F. B. (2021). Metabolomics as a Marketing Tool For Geographical Indication Products: A Literature Review. *European Food Research and Technology*, 247(9), 2143-2159.
- Cei, L., Defrancesco, E., & Stefani, G. (2018). From Geographical Indications to Rural Development: A Review of the Economic Effects of European Union Policy. *Sustainability*, 10(3745), 1-21.
- Çalışkan, V., & Koç, H. (2012). Türkiye’de Coğrafi İşaretlerin Dağılım Özelliklerinin ve Coğrafi İşaret Potansiyelinin Değerlendirilmesi, *Doğu Coğrafya Dergisi*, 17(28), 193-214.
- Ekinci, M. B. (2014). Coğrafi İşaretlemede Kullanılan Moleküler Biyolojik Teknikler. 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 17-19 Nisan 2014, Adana, 395.
- GastroAntep, (2025). IV. Uluslararası Gaziantep Gastronomi Festivali. <https://gastroantepfest.com/tr/Manage/GastroAntep>, Erişim Tarihi: 01.02.2025.
- Gaziantep Sanayi Odası, (2022). Antep Baklavası. <https://www.gso.org.tr/tr/genelsayfa/cografi-tescil-isaretli-urunlerimiz/antep-baklavasi-16.html>.
- Gaziantep Valiliği, (2025). Gaziantep. <http://www.gaziantep.gov.tr/ilimiz-gaziantep>, Erişim Tarihi: 01.02.2025.
- Ilıcalı, G. (2009). Yöresel ve Geleneksel Ürünler İçin Coğrafi İşaret ve Geleneksel Özellikli Ürün Adı Koruması. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Mayıs 27-29, 2009, Van, 257.
- Kan, M., & Gülçubuk, B. (2008). Kırsal Ekonominin Canlanmasında ve Yerel Sahiplenmede Coğrafi İşaretler, *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 57-66.
- Karaca, O. B. (2016). Geleneksel Peynirlerimizin Gastronomi Turizmindeki Önemi. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 4(2), 17-39.
- Kavas, S. (2023). Coğrafi İşaretli Köftelerin Bölge Gastronomisindeki Yeri ve Önemi: Ege Bölgesi Örneği. (Tez no. 814875) Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Özer, E., & Kesenkaş, H. (2014). Coğrafi İşaretleme ve Geleneksel Peynirlerimiz. 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Nisan 17-19, 2014, Adana, 48-51.
- Parlak Kalkan, G. (2015). “Gaziantep” Adı Üzerine. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(9), 101-107.
- Savaşkan, Y., & Kınır, S. (2020). Sakarya İli Gastronomik Unsurlarının Coğrafi İşaret Kapsamında Değerlendirilmesi. *Alanya Akademik Bakış*, 4(3), 939-961.
- Sgroi, F. (2021). Territorial Development Models: A New Strategic Vision to Analyze the Relationship Between the Environment, Public Goods and Geographical Indications. *Science of the Total Environment*, 787, 1-7.
- Şahin, G. (2013). Coğrafi İşaretlerin Önemi ve Vize (Kırklareli)’nin Coğrafi İşaretleri, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15, 23-37.
- Tashiro, A., Uchiyama, Y. & Kohsaka, R. (2018). Internal Processes of Geographical Indication

- and their Effects: An Evaluation Framework for Geographical Indication Applicants in Japan. *Journal of Ethnic Foods*, 5, 202-210.
- Taş, N., Düzgün, M. & Olcay, A. (2023) Coğrafi İşaret ile Tescil Edilmiş Antep Baklavasının Turistik Destinasyon Tanıtımına Yönelik Etkisi. *Journal of Travel and Hospitality Business* 20(3):406-426.
- Türk Patent ve Marka Kurumu. (2024). Coğrafi İşaretler Listesi. <https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/liste?il=&tur=&urunGrubu=48&adi=> (Erişim tarihi: 01.12.2024).
- Yazıcıoğlu, İ., Işın, A. & Yalçın, E. (2019). Coğrafi İşaretli Ürünlerin Gastronomi Turizmi Kapsamında Değerlendirilmesi: Akdeniz Bölgesi Örneği. *Journal of Gastronomy and Travel Research Özel Sayı 3*, (4): 861-871.
- Yıkılmış, S., & Ünal, A. (2016). The Importance of Geographical Indication in Gastronomy Tourism: Turkey. *International Journal of Agricultural and Life Sciences*, 2(4), 73-79.

**EFFECT OF EXOGENOUS APPLICATION OF CHITOSAN IN ALLEVIATING
SALINITY STRESS ON PHYSICAL AND CHEMICAL CHANGES IN CABBAGE
(*Brassicaoleracea*)**

Dr. Öğr. Üyesi Necibe KAYAK (ORCID: 0000-0001-7104-8544)

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Sakarya University of Applied Sciences,
Sakarya- Türkiye, **Email:** necibekayak@subu.edu.tr (Responsible Author)

Lisans Öğrencisi Buse GÜZEL (ORCID: 0009-0002-6888-006X)

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Sakarya University of Applied Sciences,
Sakarya- Türkiye, **Email:** b210402003@subu.edu.tr

Abstract

This study was carried out to ascertain the effects of various exogenous chitosan (K1: 0, K2: 0.25%, K3: 0.50%, K4: 0.75%) and salt (T1: 0, T2: 50, T3: 100, and T4: 200 mM) treatments on the physical and biochemical characteristics of Sweet F1 cabbage seedlings under salt stress. Physical characteristics including aboveground fresh weight, belowground fresh weight, aboveground dry weight, and belowground dry weight were assessed in the study, as were biochemical measures like total chlorophyll content, malondialdehyde, and leaf relative water content. It was found that large doses of chitosan (K3 and K4) improved development at low salt levels (T1 and T2). In contrast, chitosan's impact was minimal at high salt concentrations (T3 and T4). According to the results, chitosan treatments help cabbage under salt stress by supporting physiological and biochemical processes.

Keywords: Chitosan, Cabbage, Salinity, Malondialdehyde

TUZLULUK STRESİ KOŞULLARINDA KİTOSAN UYGULANAN LAHANA (*Brassicaoleracea*) BİTKİSİNDE BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL DEĞİŞİMLER

Özet

Bu çalışma, farklı dozlarda tuz (T1:0, T2:50, T3:100, T4:200 mM) ve dışsal kitosan (K1:0, K2:% 0.25, K3:% 0.50, K4:% 0.75) uygulamalarının Sweety F1 lahanada, tuz stresine karşı fiziksel ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada fiziksel parametreler; toprak üstü yaş ağırlık, toprak altı yaş ağırlık, toprak üstü kuru ağırlık ve toprak altı kuru ağırlık ve biyokimyasal parametreler olarak ise yaprak oransal su içeriği, Malondialdehit, toplam klorofil içeriği değerlendirilmiştir. Düşük tuz seviyelerinde (T1 ve T2), yüksek kitosan dozlarının (K3 ve K4) büyümeyi artırdığı görülmüştür. Buna karşın, yüksek tuz seviyelerinde (T3 ve T4), kitosan etkisi sınırlı kalmıştır. Yüksek kitosan dozlarının (K3 ve K4), özellikle düşük tuz seviyelerinde (T1 ve T2), daha olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bulgular, kitosan uygulamalarının, tuz stresine maruz kalan lahanada fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmaları desteklediğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kitosan, lahanada, tuzluluk, malondialdehit

1. Giriş

Bitkiler, yaşam döngüleri süresince buldukları çevrenin canlı (biyotik) ve cansız (abiyotik) stres faktörlerine maruz kalmaktadır. Stres faktörleri bitkilerin büyüme ve gelişmesini engelleyerek bitkisel ürün miktarının ve kalitesinin azalmasına neden olmaktadır (Fujita ve ark., 2006; Gül, 2022). Abiyotik stres faktörleri olarak yüksek ve düşük sıcaklık, kuraklık, su basmaları, toprak tuzluluğu gibi birçok çeşitli faktörler örnek olarak verilebilir. Toprak tuzluluğu, bitki yaşamını etkileyen önemli abiyotik streslerden birisidir (Koç ve ark., 2022).

Dünya'daki toplam arazinin %7'si, ekili tarım alanlarının %20'si ve sulanan arazilerin yaklaşık yarısı toprak tuzluluğundan etkilenmektedir (Kibria ve Hoque, 2019). Toprak tuzluluğu, bitki büyümesini sınırlayan olumsuz etkilere neden olmaktadır. Tuzluluk, tohum çimlenmesi, vejetatif büyüme ve üreme gelişimi gibi temel fizyolojik süreçleri olumsuz etkileyerek bitkilerin büyümesini ve verimliliği sınırlar (Akbarimoghaddam ve ark., 2011). Yüksek toprak tuzluluk, seviyesine maruz kalan bitkilerde ilk gözlenen tepki, yaprak büyüme hızının yavaşlamasıdır. Bitki, yüksek tuz stresi koşullarında sürgün ve kök büyümesindeki azalması sonucu kuru biyokütle birikiminde belirgin bir düşüş yaşar (Amirjani, 2011). Tuzluluk, klorofil içeriğinde ve stoma iletkenliğinde azalmaya neden olarak fotosentezi olumsuz etkiler; ayrıca, fotosistem II verimliliğini de daha az ölçüde azaltır (Nia ve ark., 2012).

Tuz stresi nedeniyle ortaya çıkan olumsuz etkileri hafifletmek amacıyla, bitki büyümesini ve verimliliğini artırmak için geleneksel sentetik bir malzeme veya nanoparçacık olarak kitosan kullanımı yaygınlaşmıştır (Alenazi ve ark., 2024). Kitosan, kitinin deasetilasyonu ile oluşan bir polisakkarittir (Gürsoy, 2022; Premi, 2018). Kitin selülozdan sonra doğada en bol bulunan aminopolisakkarittir. Elde edilen kitosan, kitinin deasetilasyonu (Çelebi ve Özdemir, 2014) sonucunda meydana gelir ve deniz kabukluları (örneğin yengeç, karides, kerevit) gibi *Crustacea* familyasına ait organizmalarda bol miktarda bulunur. Ayrıca, eklembacaklılar, kabuklu hayvanlar, mantarlar ve mayalar gibi farklı organizmalarda da bulunabilir (No ve ark., 2002). Kitosanın tarım ürünlerinde toprak ve yaprak patojenlerinin gelişimini engelleyerek, bitkilerde direnç mekanizmasını artırması ve ürünlerin raf ömrünü uzatması gibi özellikleri belirtilmiştir (İmamoğlu, 2011). Bu nedenle, son yıllarda kitosanın bitkilerin savunmasını güçlendirmesi, patojenlere karşı etkili olması ve ürün verimini artırması gibi özellikleri nedeniyle, bu alanda yoğun araştırmaların yapıldığı gözlenmektedir (Kurtuluş ve Vardar, 2020). *Triticum aestivum* L. (buğday) ve *Zeamays* L. (mısır) bitkilerinde tuzluluk stresi karşısında, tohumların 3 saat kitosan çözeltisi ile muamele edildikten sonra yetiştirilmeleri, antioksidan enzim aktivitesini ve prolin içeriğini artırarak bitkilerde strese karşı iyileştirici etki gösterdiği belirtilmiştir (Shams, 2018). Domateste tuz stresi için uygulanan kitosanın anlamlı derecede SOD, CAT ve MDA enzim seviyelerini etkilediği tespit edilmiştir (Bulut ve Öztürk, 2023). Pirinçte tohumlara kitosan uygulanması pirinç verimini önemli ölçüde artırdığı bildirilmiştir (Lizárraga-Paulín ve ark., 2011). Kısıtlı sulama koşulları altında fasulyede kitosan uygulamaları stresin yarattığı olumsuz etkilerin ortadan kaldırdığını bildirilmiştir (Abu-Muriefah, 2013). Ghoname ve ark. (2010) tatlı biberde yapraktan uygulanan kitosanın bitki başına meyve sayısını, ortalama meyve ağırlığını ve meyvenin kalite özelliklerini önemli ölçüde artırdığını bildirmiştir. Farklı bitki türünde ve farklı gelişme dönemlerinde farklı dozlarda uygulanan melatonin etkileri yapılan araştırmalarda farklı olduğu tespit edilmiştir.

Brassicaceae ailesine ait iki yıllık bitki olan Lahana (*Brassica oleracea*), geniş alanlarda yetiştirilen ve büyük ekonomik öneme sahip bitkilerin başında gelmektedir. Lahana, mevsimin yüksek sıcaklıklar hariç bütün döneminde ve her bölgede rahatlıkla yetiştirilen ve insan beslenmesinde sevilerek tüketilen önemli bir sebze türüdür. Bununla birlikte, lahana tuza orta

derecede duyarlı bir bitki olarak kabul edilir ve yüksek tuz stresi, bitkinin büyümesi ve biyokütle verimliliği üzerinde olumsuz etkilere yol açabilir.

Bu nedenle, bu çalışmanın temel amacı, kitosanın (K1:0, K2: % 0.25, K3:% 0.50, K4:% 0.75) ekzojen uygulamasının tuz stresi altında (T1:0, T2:50, T3:100, T4:200 mM) Sweety F1 lahanası fidesinde fiziksel ve biyokimyasal bileşikler üzerindeki etkisini araştırmaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışma, 2024 yılında Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait sera ve laboratuvarında yürütülmüştür. Denemede bitkisel materyal olarak yaprak kalitesi yüksek ve verimli bir çeşit olan Sweety F1 (Sakata Tohum) lahanası (*Brassica oleracea*) fidesi kullanılmıştır.

Tuz ve Kitosan Uygulamaları

Bu çalışmada ticari üretim yapan Adaga firmasından temin edilen %95 deastilasyon dereceli % 2 Chitosan® kullanılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Fideler, farklı dozlarda NaCl (0, 50, 100 ve 150 mM) içeren su ile sulanmıştır. Fide dikiminden 10 gün sonra tuzluluk uygulamalarına başlanmıştır. Çalışma boyunca NaCl uygulaması haftada iki kere olmak üzere dört kere yapılmıştır. Kitosan solüsyonu % 0, % 0.25, % 0.50, % 0.75'lik dozlar olmak üzere 4 farklı konsantrasyonda hazırlanmış tuz uygulamaları ile birlikte iki hafta süresince düzenli olarak yaprakların alt ve üst kısımlarına püskürtülmüştür (Şekil 1). Kontrol grubu fidelere yalnızca 0 ppm ve %0 kitosan uygulanmıştır. Analiz çalışmaları için fidelere tesadüfi olarak yaprak örnekleri alınarak ve -20°C'de saklanmıştır.



Şekil 1: Sweety F1 lahanası bitkisine püskürtme yoluyla lahanası bitkisinin uygulanması

Denemede İncelenen Özellikler

Hasat döneminde lahanada; yaprak sayısı (adet), bitki boyu (cm), toprak üstü yaş ve kuru ağırlıkları (gr), kök yaş ve kuru ağırlıkları (gr) ölçülmüştür.

Biyokimyasal Özellikler

Yaprak Nispi Su İçeriği, bitkilerden alınan 3 tekerrürlü ve her tekerrürden 1 cm² büyüklüğünde 5 yaprak diski tartılarak yaş ağırlığı belirlenmiş, sonra içerisinde 10 mL saf su bulunan petri

kaplarında 24 saat bekletilerek bir tartım daha yapılarak turgor durumundaki ağırlıkları alınmıştır. Sonra yaprak diskleri 80 °C sıcaklığa ayarlanmış etüvde 48 saat tutularak kuru ağırlığı tartılmış ve aşağıdaki formüle göre nispi su içeriği hesaplanmıştır (Turner ve ark., 2014).
$$Y.O.S.İ. (\%) = [(Y.A.-K.A.) / (T.A.-K.A.)] \times 100$$

(YOSİ= Yaprak Nispi Su İçeriği, YA= Yaş Ağırlık, KA= Kuru Ağırlık, TA= Turgor Durumundaki Ağırlık)

Yapraklardan alınan örneklerde toplam klorofil içeriği Spektrofotometrede belirlenmiştir. Örnekler, her gram yaprak için 50 mL %100 aseton ile homojenize edilerek filtre kağıdında geçirilmiştir. Elde edilen süpernatant 652 nm'de toplam klorofil, 663 nm'de yapılmıştır. Hesaplamalar (Lichtenthaler, 1987) tarafından verilen formüllere göre yapılmıştır. Yaprak dokularında lipidperoksidasyon malondialdehit'in, başlıca bir 2-thiobarbiturik asit (TBAA) reaktif çeşidi ve lipidperoksidasyon ürününün ölçülmesiyle belirlenmiştir (Heath ve Packer, 1968). 0.2 g yaprak örneği 3 mL %0.1'lik trikloroasetik asidin (TCA) ile havanda ezilerek homejenat elde edilmiştir. Homejenat 10.000 rpm'de 10 dakika boyunca santrifüj edilmiş ve süpernatant kısmı 4 mL'lik %20 TCA ve %0.5'lik TBAA karışımına eklenmiştir. Karışım 30 dk boyunca 95°C sıcaklıkta su banyosunda bekletilmiş ve ardından buzda soğutularak 532 ve 600 nm dalga boyunda ölçülerek formülle hesaplanmıştır.

İstatistiksel Analiz

Araştırma verileri, jump paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Parametreler, iki faktörlü varyans analizi (Two-Way ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Faktörlerin ve bunların etkileşimlerinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı %5 önem düzeyinde incelenmiştir. LSMeans Differences Tukey HSD test yöntemi kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tuz dozları ve kitosan uygulamalarının fizyolojik parametreler üzerindeki etkilerinin istatistiksel sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tuz stresinin artmasıyla birlikte toprak üstü yaş ağırlık ve toprak altı yaş ağırlık değerlerinde anlamlı bir azalma gözlenmiştir (T1 en yüksek, T4 en düşük). Özellikle toprak altı yaş ağırlıkta T4 önemli bir düşüş göstermiştir. Toprak üstü kuru ağırlık değerleri tuz dozları arasında anlamlı fark göstermezken ($p=0,4831$), toprak altı kuru ağırlık önemli ölçüde azaltmıştır ($p<0,0001$). Bu da kök büyümesinin tuz stresinden daha fazla etkilendiğini düşündürmektedir.

Tuz stresi, bitkilerin büyüme ve gelişim süreçlerini olumsuz etkileyen önemli bir çevresel faktördür. Araştırmalar, tuz stresinin toprak üstü ve toprak altı yaş ağırlık değerlerinde anlamlı bir azalmaya neden olduğunu göstermektedir. Özellikle, toprak altı yaş ağırlığında belirgin bir düşüş gözlemlenmiştir (Liu ve ark., 2014). Tuz stresinin kök büyümesini olumsuz etkilediği ve bu durumun toprak altı kuru ağırlık değerlerinde önemli bir azalmaya yol açtığı ($p<0,0001$) belirtilmiştir. Bu bulgular, tuz stresinin bitki kök gelişimi üzerindeki etkisinin, bitkinin genel büyüme parametreleri üzerindeki etkisinden daha belirgin olduğunu düşündürmektedir (Mao ve ark., 2016).

Kitosan uygulaması kök ağırlığını artırmış, K2-K4 gruplarında daha iyi sonuçlar alınmıştır. Kitosan uygulaması, tuz stresine maruz kalan bitkilerin kök ağırlığını artırmada etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Özellikle kitosan uygulamasının olumlu etkileri gözlemlenmiştir (Faqir ve ark., 2021). Kitosanın bitki savunma mekanizmalarını güçlendirdiği ve fotosentezle ilgili enzimleri uyardığı gösterilmiştir (Faqir ve ark., 2021; Stasińska-Jakubas ve Hawrylak-Nowak, 2022). Bu durum, kitosan uygulamalarının bitkilerin tuz stresine karşı

direncini artırmada önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Tuz ve kitosan etkileşimi incelendiğinde, kitosan uygulamalarının genel olarak en iyi büyüme parametrelerine sahip olduğu belirlenmiştir (Abulmagd ve ark., 2023). Bu bulgular, kitosanın bitki büyümesini destekleyici etkisini ve tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltma potansiyelini vurgulamaktadır. Tuz ve kitosan etkileşiminde T1 ve K4 kombinasyonu genel olarak en iyi büyüme parametrelerine sahiptir. Sonuç olarak, tuz stresi bitkilerin büyüme parametrelerini olumsuz etkilerken, kitosan uygulaması bu olumsuz etkileri azaltma potansiyeline sahiptir. Kök büyümesinin tuz stresinden daha fazla etkilendiği göz önüne alındığında, kitosan uygulamalarının bu durumun üstesinden gelinmesinde önemli bir strateji olabileceği söylenebilir. Bu bağlamda, kitosanın bitki büyümesini artırıcı etkileri ve tuz stresine karşı sağladığı koruma, tarımsal uygulamalarda dikkate alınması gereken önemli unsurlardır (Faqir ve ark., 2021; Farouk ve Amany, 2012).

Tablo 1. Tuz dozları ve kitosan uygulamalarının fizyolojik etkilerinin sonuçları

Treatments		Toprak Üstü Yaş Ağırlık	Toprak Altı Yaş Ağırlık	Toprak Üstü Kuru Ağırlık	Toprak Altı Kuru Ağırlık
<u>Tuz Dozları</u>					
T1		23,70 ^a	3,97 ^a	2,49 ^a	0,77 ^a
T2		21,57 ^b	3,79 ^a	2,66 ^a	0,39 ^b
T3		19,05 ^c	3,93 ^a	2,51 ^a	0,33 ^c
T4		17,13 ^d	1,95 ^b	2,45 ^a	0,26 ^d
<u>Kitosan Dozu</u>					
K1		19,14 ^b	2,89 ^b	2,66 ^a	0,36 ^b
K2		20,85 ^a	3,10 ^b	2,63 ^a	0,46 ^a
K3		20,35 ^{ab}	4,03 ^a	2,42 ^a	0,46 ^a
K4		21,11 ^a	3,62 ^{ab}	2,40 ^a	0,47 ^a
<u>T X D (Interactions)</u>					
T1	K1	23,91 ^a	3,78 ^{bc}	2,75 ^a	0,70 ^b
	K2	23,90 ^a	3,61 ^{bc}	2,54 ^a	0,78 ^{ab}
	K3	22,46 ^{abc}	4,36 ^{ab}	2,29 ^a	0,75 ^{ab}
	K4	24,54 ^a	4,14 ^{ab}	2,38 ^a	0,86 ^a
T2	K1	18,92 ^{cde}	3,57 ^{bc}	2,98 ^a	0,35 ^{cd}
	K2	22,83 ^{ab}	3,97 ^{bc}	2,80 ^a	0,39 ^{cd}
	K3	21,33 ^{abcd}	3,28 ^{bc}	2,24 ^a	0,43 ^c
	K4	23,19 ^{ab}	4,34 ^{ab}	2,63 ^a	0,39 ^{cd}
T3	K1	16,11 ^e	2,73 ^{bc}	2,39 ^a	0,24 ^{de}
	K2	18,94 ^{cde}	2,75 ^{bc}	2,61 ^a	0,35 ^{cd}
	K3	19,98 ^{bcd}	6,50 ^a	2,75 ^a	0,34 ^{cd}
	K4	21,17 ^{abcd}	3,76 ^{bc}	2,31 ^a	0,39 ^{cd}
T4	K1	17,63 ^{de}	1,49 ^c	2,51 ^a	0,15 ^e
	K2	17,72 ^{de}	2,09 ^{bc}	2,58 ^a	0,33 ^{cd}
	K3	17,63 ^{de}	1,96 ^{bc}	2,40 ^a	0,34 ^{cd}
	K4	15,54 ^e	2,26 ^{bc}	2,29 ^a	0,24 ^{de}
<u>Significance</u>					
<u>Tuz Dozları</u>		<,0001*	<,0001*	0,4831	<,0001*
<u>Kitosan Dozu</u>		0,1512	0,0085*	0,1770	<,0001*
<u>T X K (Interactions)</u>		0,4298	0,0028*	0,4651	0,518

Tuz dozları ve kitosan uygulamalarının biyokimyasal parametreler üzerindeki etkilerinin istatistiksel sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tuz artışı ile YOSİ değerleri önemli ölçüde azalmıştır. Kitosan uygulamaları YOSİ’yi artırmıştır. T1K2 en yüksek, T3K1 en düşük değere sahiptir. Araştırmalar, tuz artışının YOSİ değerlerinde önemli bir azalmaya neden olduğunu göstermektedir. YOSİ, bitkilerin stres altında maruz kaldıkları oksidatif hasar seviyesini belirlemede kullanılan bir göstergedir. Tuz stresinin artışı ile birlikte, YOSİ değerlerinin düşmesi, bitkilerin stres koşullarına karşı adaptasyon yeteneklerinin azaldığını göstermektedir (Liu ve ark., 2014). Bununla birlikte, kitosan uygulamaları YOSİ değerlerini artırarak, bitkilerin stres koşullarına karşı daha dirençli hale gelmesine katkı sağlamaktadır. Özellikle T1K2 grubunda en yüksek YOSİ değerleri gözlemlenirken, T3K1 grubunda en düşük değerler kaydedilmiştir. Bu bulgular, kitosanın bitki stres toleransını artırma potansiyelini ortaya koymaktadır (Mao ve ark., 2016). MDA seviyeleri tuz stresinin artışı ile yükselmiştir. Yüksek MDA seviyeleri (T3 ve T4) hücre zar hasarının arttığını göstermektedir. Kitosan uygulaması MDA seviyelerini düşürmüştür (K3 ve K4 en düşük). Malondialdehit (MDA) seviyeleri, bitkilerde oksidatif stresin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Tuz stresinin artışı ile birlikte MDA seviyelerinin yükselmesi, hücre zar hasarının arttığını göstermektedir. Özellikle T3 ve T4 gruplarında yüksek MDA seviyeleri, bitkilerin tuz stresine maruz kaldıklarında hücre zar bütünlüklerinin bozulduğunu ortaya koymaktadır (Faqir ve ark., 2021). Kitosan uygulamaları ise MDA seviyelerini düşürerek, hücre zar hasarını azaltma potansiyeline sahiptir. K3 ve K4 gruplarında gözlemlenen düşük MDA seviyeleri, kitosanın bitkilerin oksidatif stresle başa çıkma yeteneklerini artırdığını göstermektedir (Stasińska-Jakubas ve Hawrylak-Nowak, 2022). Tuz artışı ile klorofil içeriği düşerken, kitosan uygulamaları bu azalmayı azaltmıştır. Kitosan özellikle T1 ve T3 gruplarında olumlu etki göstermiştir. Tuz artışı ile birlikte klorofil içeriğinde bir azalma gözlemlenmiştir. Klorofil, bitkilerin fotosentez süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır ve bu nedenle klorofil içeriğindeki düşüş, bitkilerin enerji üretim kapasitesini olumsuz etkilemektedir (Abulmagd ve ark., 2023). Ancak, kitosan uygulamaları bu azalmayı azaltarak, bitkilerin fotosentetik verimliliğini artırmaktadır. Özellikle T1 ve T3 gruplarında kitosanın olumlu etkileri belirgin bir şekilde gözlemlenmiştir. Bu durum, kitosanın bitkilerin fotosentez süreçlerini destekleyici etkisini ortaya koymaktadır (Farouk ve Amany, 2012).

Tablo 2. Tuz dozları ve kitosan uygulamalarının YOSİ, MDA ve Toplam Klorofil üzerine etkilerinin sonuçları

Uygulamalar		YOSİ	MDA	Toplam Klorofil
<u>Tuz Dozları</u>				
T1		76,36 ^a	0,64 ^c	41,39 ^a
T2		69,02 ^b	0,93 ^b	28,41 ^b
T3		64,08 ^b	1,12 ^a	35,59 ^c
T4		54,65 ^c	1,02 ^{ab}	34,21 ^d
<u>Kitosan Dozu</u>				
K1		48,00 ^c	1,04 ^a	36,20 ^a
K2		68,38 ^b	1,03 ^a	30,68 ^b
K3		74,69 ^a	0,83 ^b	36,24 ^a
K4		73,06 ^{ab}	0,81 ^b	36,48 ^a
<u>T X D (Interactions)</u>				
T1	K1	56,97 ^{efgh}	0,74 ^{cde}	45,36 ^a
	K2	86,06 ^a	0,53 ^e	31,08 ^{fg}
	K3	77,82 ^{abc}	0,56 ^{de}	43,54 ^a
	K4	84,60 ^{ab}	0,73 ^{cde}	45,61 ^a
T2	K1	48,69 ^{ghi}	1,02 ^{bc}	36,28 ^{cd}
	K2	70,81 ^{bcde}	0,93 ^{bcde}	23,78 ⁱ
	K3	80,17 ^{abc}	0,78 ^{cde}	28,50 ^{gh}
	K4	76,41 ^{abcd}	0,99 ^{bcd}	25,06 ⁱ
T3	K1	41,76 ⁱ	1,14 ^{abc}	35,02 ^{de}
	K2	62,67 ^{defg}	1,57 ^a	33,12 ^{ef}
	K3	83,50 ^{ab}	1,01 ^{bc}	38,28 ^{bc}
	K4	68,40 ^{cdef}	0,74 ^{cde}	35,92 ^{cd}
T4	K1	44,56 ^{hi}	1,24 ^{ab}	28,14 ^h
	K2	53,97 ^{ghi}	1,09 ^{bc}	34,74 ^{de}
	K3	57,26 ^{efgh}	0,95 ^{bcde}	34,62 ^{de}
	K4	62,83 ^{defg}	0,81 ^{bcde}	39,35 ^b
<u>Significance</u>				
<u>Tuz Dozları</u>		<,0001*	<,0001*	<,0001*
<u>Kitosan Dozu</u>		<,0001*	0,0002*	<,0001*
<u>T X K (Interactions)</u>		0,0001*	0,0001*	<,0001*

4. SONUÇ

Sonuç olarak, tuz artışı bitkilerin YOSİ değerlerini, MDA seviyelerini ve klorofil içeriğini olumsuz etkilemektedir. Ancak, kitosan uygulamaları bu olumsuz etkileri azaltma potansiyeline sahiptir. Kitosanın, bitkilerin stres toleransını artırarak, hüresel zar hasarını azaltması ve fotosentez verimliliğini artırması, tarımsal uygulamalarda dikkate alınması gereken önemli bir strateji olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, kitosanın bitki sağlığı üzerindeki olumlu etkilerini vurgulamakta ve gelecekteki araştırmalar için önemli bir temel oluşturmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK 2209 Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Abu-Muriefah, S. S. (2013). Effect of chitosan on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants grown under water stress conditions. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, 3(6), 192-199.
- Abulmagd, S. S., EL-Leithy, A. S., El-maadawy, E. I., & Heider, S. M. (2023). Effect of Brassinolide and Chitosan on Growth and Chemical Composition of *Aglaonema commutatum* plant. *Egyptian Journal of Chemistry*, 66(7), 419-427.
- Akbarimoghaddam, H., Galavi, M., Ghanbari, A., & Panjehkeh, N. (2011). Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. *Trakia journal of Sciences*, 9(1), 43-50.
- Alenazi, M. M., El-Ebidy, A. M., El-Shehaby, O. A., Seleiman, M. F., Aldhuwaib, K. J., & Abdel-Aziz, H. M. (2024). Chitosan and chitosan nanoparticles differentially alleviate salinity stress in *Phaseolus vulgaris* L. plants. *Plants*, 13(3), 398.
- Amirjani, M. R. (2011). Effect of salinity stress on growth, sugar content, pigments and enzyme activity of rice.
- Bulut, H., & Öztürk, H. İ. (2023). Domates Yetiştiriciliğinde Tuz Stresinin Olumsuz Etkilerine Karşı Kitosan Uygulaması. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 13(1), 31-39.
- Çelebi, M., & Özdemir, Z. (2014, 1-4 Eylül). *Kitosan Polimeri ile Atık Sulardaki Boyaların Giderilmesi* V. Ulusal Polimer Bilim ve Teknolojisi Kongresi Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi.
- Faqir, Y., Ma, J., & Chai, Y. (2021). Chitosan in modern agriculture production. *Plant, Soil and Environment*, 67(12), 679-699.
- Farouk, S., & Amany, A. R. (2012). Improving growth and yield of cowpea by foliar application of chitosan under water stress. *Egyptian Journal of Biology*, 14, 14-16.
- Fujita, M., Fujita, Y., Noutoshi, Y., Takahashi, F., Narusaka, Y., Yamaguchi-Shinozaki, K., & Shinozaki, K. (2006). Crosstalk between abiotic and biotic stress responses: a current view from the points of convergence in the stress signaling networks. *Current opinion in plant biology*, 9(4), 436-442.
- Ghoname, A., El-Nemr, M., Abdel-Mawgoud, A., & El-Tohamy, W. (2010). Enhancement of sweet pepper crop growth and production by application of biological, organic and nutritional solutions. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6(3), 349-355.
- Gül, V. (2022). *Bitkilerde tuz stresinin etkileri, savunma cevapları ve sinyal iletim yolu* (B. S. Dinler & V. Gül, Eds.). IKSAD.
- Gürsoy, M. (2022). Effect of Foliar Aminopolysaccharide Chitosan Applications under Saline Conditions on Seedling Growth Characteristics Antioxidant Enzyme Activity, Chlorophyll and Carotenoid Contents of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars. *Pak. J. Bot*, 54(5).
- Heath, R. L., & Packer, L. (1968). Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of biochemistry and biophysics*, 125(1), 189-198.
- İmamoğlu, Ö. (2011). Biyokontrolde doğal ürünlerin kullanılması; Kitosan. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 68(4), 215-222.
- Kibria, M. G., & Hoque, M. A. (2019). A review on plant responses to soil salinity and amelioration strategies. *Open Journal of soil science*, 9(11), 219-231.

- Koç, F. N., Çetinkaya, H., & Dinler, B. S. (2022). Bitkilerde abiyotik ve biyotik stres yönetimi. In *Bitkilerde tuz stresinin etkileri, savunma cevapları ve sinyal iletim yolu*. IKSAD.
- Kurtuluş, G., & Vardar, F. (2020). Kitosanın özellikleri, uygulama alanları, bitki sistemlerine etkileri. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 32(3), 258-269.
- Lichtenthaler, H. K. (1987). [34] Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In *Methods in enzymology* (Vol. 148, pp. 350-382). Elsevier.
- Liu, J., Xia, J., Fang, Y., Li, T., & Liu, J. (2014). Effects of Salt-Drought Stress on Growth and Physiobiochemical Characteristics of Tamarix chinensis Seedlings. *The Scientific World Journal*, 2014(1), 765840.
- Lizárraga-Paulín, E. G., Torres-Pacheco, I., Moreno-Martínez, E., & Miranda-Castro, S. P. (2011). Chitosan application in maize (*Zea mays*) to counteract the effects of abiotic stress at seedling level. *African Journal of Biotechnology*, 10(34), 6439-6446.
- Mao, P., Zhang, Y., Cao, B., Guo, L., Shao, H., Cao, Z., Jiang, Q., & Wang, X. (2016). Effects of salt stress on eco-physiological characteristics in Robinia pseudoacacia based on salt-soil rhizosphere. *Science of the Total Environment*, 568, 118-123.
- Nia, S. H., Zarea, M. J., Rejali, F., & Varma, A. (2012). Yield and yield components of wheat as affected by salinity and inoculation with Azospirillum strains from saline or non-saline soil. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 11(2), 113-121.
- No, H. K., Park, N. Y., Lee, S. H., & Meyers, S. P. (2002). Antibacterial activity of chitosans and chitosan oligomers with different molecular weights. *International journal of food microbiology*, 74(1-2), 65-72.
- Premi, N. (2018). *Kitosan ve Bazı Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin Origanum vulgare L. subsp. vulgare'nin in Vitro Çoğaltımı ve Esansiyel Yağları Üzerine Etkileri* Kocaeli Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü
- Shams, P. L. (2018). Effect of chitosan on antioxidant enzyme activity, proline, and malondialdehyde content in Triticum aestivum L. and Zea maize L. under salt stress condition. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 5(1), 2661.
- Stasińska-Jakubas, M., & Hawrylak-Nowak, B. (2022). Protective, biostimulating, and eliciting effects of chitosan and its derivatives on crop plants. *Molecules*, 27(9), 2801.
- Turner, N. C., Blum, A., Cakir, M., Steduto, P., Tuberosa, R., & Young, N. (2014). Strategies to increase the yield and yield stability of crops under drought—are we making progress? *Functional Plant Biology*, 41(11), 1199-1206.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC IMAGE PROCESSING-BASED CANOPY VOLUME MEASUREMENT SOFTWARE SYSTEM

Assoc. Prof. Dr. Ömer Barış ÖZLÜOYMAK (ORCID: 0000-0002-6721-0964)
Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery
and Technologies Engineering, Adana-Türkiye
E-mail: ozluoymak@cu.edu.tr (Responsible Author)

Abstract

Plant canopy characteristics are important for adjusting pesticide application rates in variable rate spraying systems. It is well known that the measurement of biometric plant characteristics is labour-intensive and time-consuming. There are many measurement methods to estimate the volume of the plants. In this study, an image processing based automatic canopy volume measurement software system was designed and developed to automatically estimate the canopy volume of spherical plants. A laptop computer, a webcam and a test stand were used in plant volume estimation system based on digital image processing. In the experiments, the volumetric data of the artificial plants were monitored and calculated in real-time by an automatic image processing system based on machine vision, using the LabVIEW programming language. The greenness method, which is better than the other methods at eliminating the light intensity, was used to distinguish green objects in the image. Volumetric estimation was carried out by detecting the canopy diameters of artificial spherical plants. Diameter calculations for volume estimation were made by averaging height and width data from artificial plants. Half of the mean diameter value represented the radius value and volumetric estimations of artificial plants were calculated using the spherical volume formula. The experimental results showed that the relative measurement error between the estimation and the measurement values was sufficiently low. The mean percentage error was calculated to be 2.41% for the image processing based canopy volume measurement software system compared to manual measurement. Digital image processing based plant canopy volume estimation system performed well and could be successfully transferred to the variable rate spraying systems for the use in precision agriculture.

Keywords: Canopy volume measurement, Digital image processing, LabVIEW

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC IMAGE PROCESSING-BASED CANOPY VOLUME MEASUREMENT SOFTWARE SYSTEM

Özet

Bitki kanopisi özellikleri, değişken oranlı ilaçlama sistemlerinde pestisit uygulama oranlarının ayarlanması için önemlidir. Biyometrik bitki özelliklerinin ölçümünün emek yoğun ve zaman alıcı olduğu iyi bilinmektedir. Bitkilerin hacmini tahmin etmek için birçok ölçüm yöntemi bulunmaktadır. Bu çalışmada, küresel bitkilerin kanopi hacmini otomatik olarak tahmin etmek için görüntü işleme tabanlı bir otomatik kanopi hacmi ölçüm yazılım sistemi tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Sayısal görüntü işleme tabanlı bitki hacmi tahmin sisteminde bir dizüstü bilgisayar, bir web kamera ve bir test standı kullanılmıştır. Denemelerde, yapay bitkilerin hacimsel verileri LabVIEW programlama dili kullanılarak yapay görmeye dayalı otomatik görüntü işleme sistemi tarafından gerçek zamanlı olarak izlenmiş ve hesaplanmıştır. Görüntüdeki yeşil nesnelere ayırt etmek için ışık yoğunluğunu ortadan kaldırmada diğer yöntemlerden daha iyi olan yeşillik (greenness) yöntemi kullanılmıştır. Hacimsel tahmin, yapay küresel bitkilerin kanopi çapları tespit edilerek gerçekleştirilmiştir. Hacim tahmini için çap hesaplamaları, yapay bitkilerden alınan yükseklik ve genişlik verilerinin ortalaması alınarak yapılmıştır. Ortalama çap değerinin yarısı, yarıçap değerini temsil etmiş ve yapay bitkilerin hacimsel tahminleri küresel hacim formülasyonu kullanılarak hesaplanmıştır. Deneysel sonuçlar, tahmin ve ölçüm değerleri arasındaki bağıl ölçüm hatasının yeterince düşük olduğunu göstermiştir. Manuel ölçüme kıyasla görüntü işleme tabanlı kanopi hacmi ölçüm yazılım sistemi için ortalama yüzde hata %2.41 olarak hesaplanmıştır. Sayısal görüntü işleme tabanlı bitki kanopi hacmi tahmin sistemi iyi bir performans göstermiştir ve hassas tarımda kullanılmak üzere değişken oranlı ilaçlama sistemlerine başarıyla aktarılabilir.

Anahtar Kelimeler: Kanopi hacmi ölçümü, Sayısal görüntü işleme, LabVIEW

Introduction

Variable rate spraying technology can reduce the use of pesticides, the amount of pesticide residues in the crop and the pollution of the environment. Measurements of canopy volume and shape can provide an important reference for variable rate spraying and it was possible to determine an optimised spray volume for each plant (Hu & Feng, 2019). As known, the measurement of biometric plant characteristics is labour-intensive and time-consuming process to measure the diameter and height of plants in sampling plots (Coelho et al., 2021).

In recent years, with advances in science and technology, scientists have made significant progress in the field of electronic measurement (Zhao et al., 2024). Especially with the development of computer technology, close-range photogrammetry and image processing technology, volume measurement based on digital image technology has attracted people's attention (Han, 2012).

A canopy volume measurement system using an ultrasonic ranging system was developed by Doruchowski & Holownicki (2000). Schumann & Zaman (2005) also calculated the canopy volume by using ultrasonic ranging system according to cross-sectional area of canopy and the ground speed of the truck. Coelho et al. (2021) described a method which facilitates estimating tree biometric parameters using computational techniques for non-destructive fast estimation of tree stem height and volume using image processing. Experiments showed promising results, with errors similar to traditional methods in the range of 10%. Varjo et al. (2006) proposed a method of estimating tree height and volume from digital pictures. Zhang & Huang (2009) proposed a method to estimate a tree's height from an image, using digital image processing methods. Han & Wang (2011) proposed also a similar method, although applied to a mobile device. Othman et al. (2018) developed an algorithm to detect the dimensions of an object in real time, using OpenCV library. Hussin et al. (2012) developed also an algorithm to detect an object in real time, in this case a mango, using MATLAB.

The present study proposes an automated method for the estimation of the canopy volume of spherical artificial plants. This method is based on computer vision and digital image processing techniques. The software application, developed in the LabVIEW programming language, allows volumetric data to be estimated using a webcam. This machine vision system, combined with image processing techniques, provides an alternative to manually measurement method and could successfully transferred to the variable rate spraying systems for the use in precision agriculture.

Materials and Methods

An automatic image processing-based canopy volume measurement software system was set up in the automation laboratory at the Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering of Çukurova University, Adana, TÜRKİYE. The machine vision system consisted of a laptop computer (Acer, Aspire, 4830TG) equipped with 4 GB RAM and an Intel Core i5-5200U CPU, a HD webcam camera (Logitech C270, Logitech International S.A.) and an artificial lighting unit. A test stand to measure the distance of the artificial plant from the camera was also set up using a ruler (1500 mm). Developed machine vision based measurement system was shown in Figure 1.

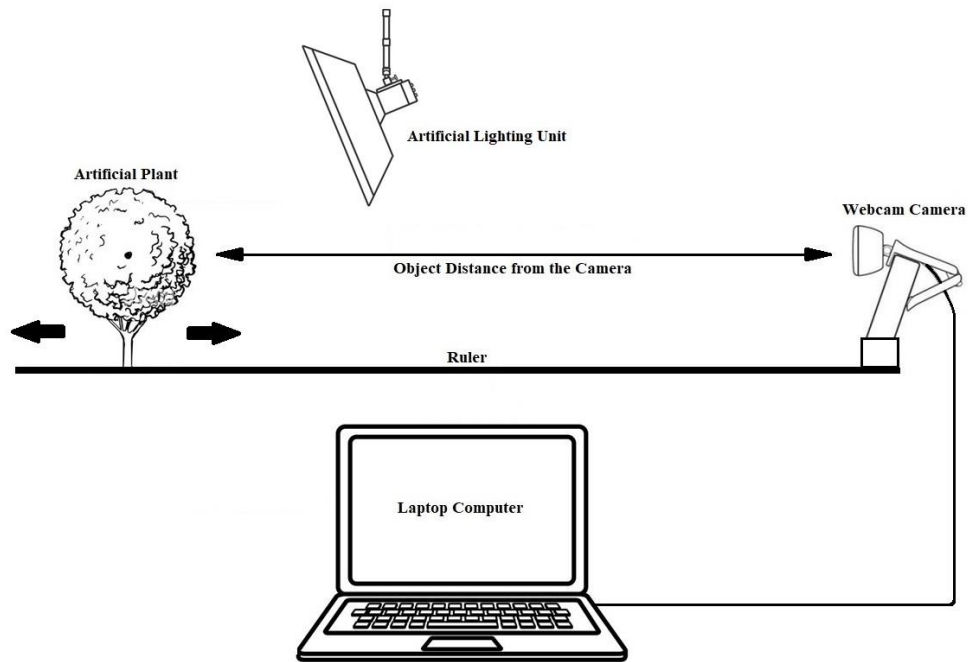


Figure 1. The machine vision based measurement system for volumetric estimation of artificial plants

The LabVIEW programming language (National Instruments Corporation, Austin, Texas, USA) was used for the purposes of image processing, automated distance measurement and calculation of plant volume estimation. Artificial plant samples were used in the experiments and physical measurements were conducted using a vernier caliper.

The block diagram of developed image processing and real-time measurement software is given in Figure 2.

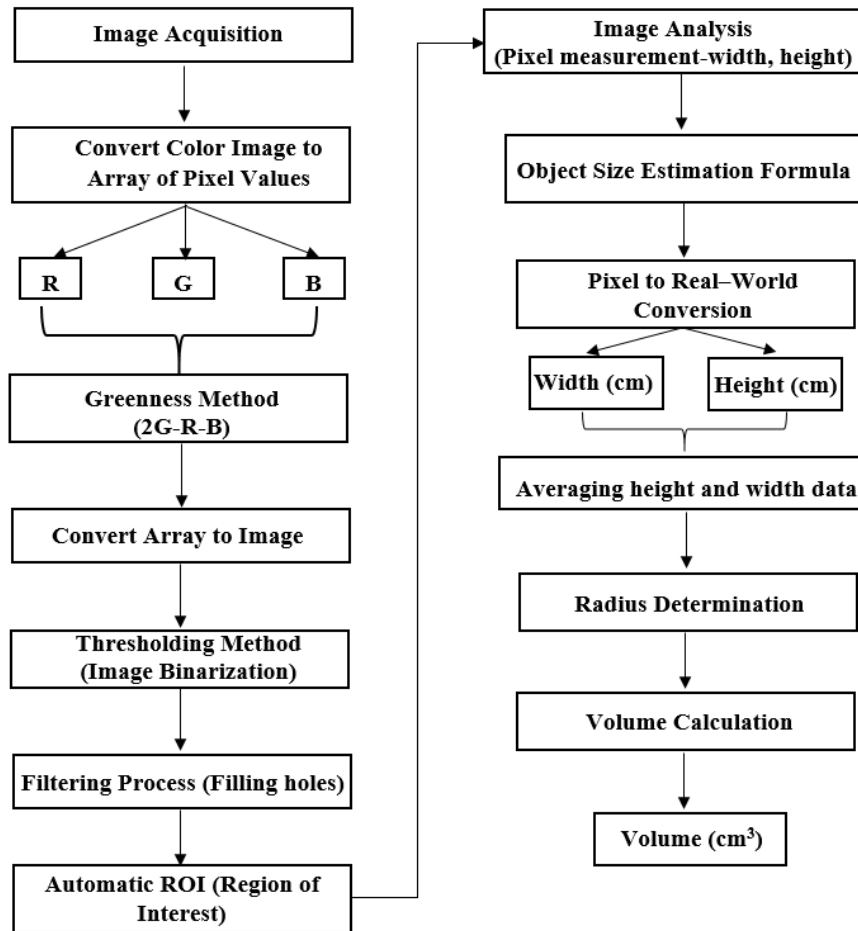


Figure 2. The block diagram of the real-time measurement software

As shown in Figure 2; RGB images, which transferred to the computer as a video stream, were simultaneously captured by the webcam. Then, red (R), green (G), and blue (B) components were segmented to obtain their pixel values separately. Because of reducing the load of image processing software and increasing the accurate measuring capacity, greenness method was used to detect the greenness of the colour. By using this method, the imaging system was blind for all colours except green. Eliminating light intensity is also the main advantage of the greenness method (Shirzadifar et al., 2013; Loni et al., 2014). In order to highlight the green colour information; after multiplying G component value by 2, R and B component values were subtracted from this multiplied value as shown below.

$$ExG = 2 \times G - R - B \quad (1)$$

where *ExG* means “excessive green” and *R*, *G*, and *B* are the colour components of the image.

Image segmentation process was applied to the image in order to segmenting the image into 2 regions. The basic method for segmenting the image is to set a threshold value. While the pixels greater than the threshold value are assigned as 1, the pixels less than the threshold value are assigned as 0. After that, thresholded image was converted into the binary image. After the filtering process for filling holes, ROI (Region of Interest) was automatically determined for each pure green colour by image processing software. Green pixels in the ROI were in the

rectangular shape. By using object size estimation formula, measured width and length values as pixels were converted to the real-world values as cm. Prior to running the software, the distance between the plant and the camera was manually entered into the software. A conversion formula was used to determine the real-world measurements (centimetres) from images in pixels in Equation 2 (Anonymous, 2022).

$$H_{object} = D \times \frac{h_{object} (pixels)}{h_{sensor} (pixels)} \times \frac{h_{sensor} (mm)}{f (mm)} \quad (2)$$

Where D means object distance from the camera, while $h_{object} (pixels)$ is the height of the object in pixels of the image. While $h_{sensor} (pixels)$ means the total height of the sensor resolution, $h_{sensor} (mm)$ is the total height of the sensor resolution in mm. f is the focal length of the optical system.

Diameter calculations for volume estimation were made by averaging height and width data from artificial plants. Half of the mean diameter value represented the radius value and volumetric estimations of artificial plants were calculated using the spherical volume formula as shown below;

$$V = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \quad (3)$$

- V : Volume (cm³)
 π : π is a mathematical constant
r : Radius (cm)

Findings and Discussion

In this study, an image processing based automatic canopy volume measurement software system was designed and developed to automatically estimate the canopy volume of spherical plants and compare it with the traditional measurement system. Traditional measurements were recorded manually and the volume of artificial plants was calculated. The camera-based measurements were analysed and verified using image processing methods to validate the traditional measurements. The user interface of the image processing based canopy volume measurement system developed on LabVIEW software is shown in Figure 3.

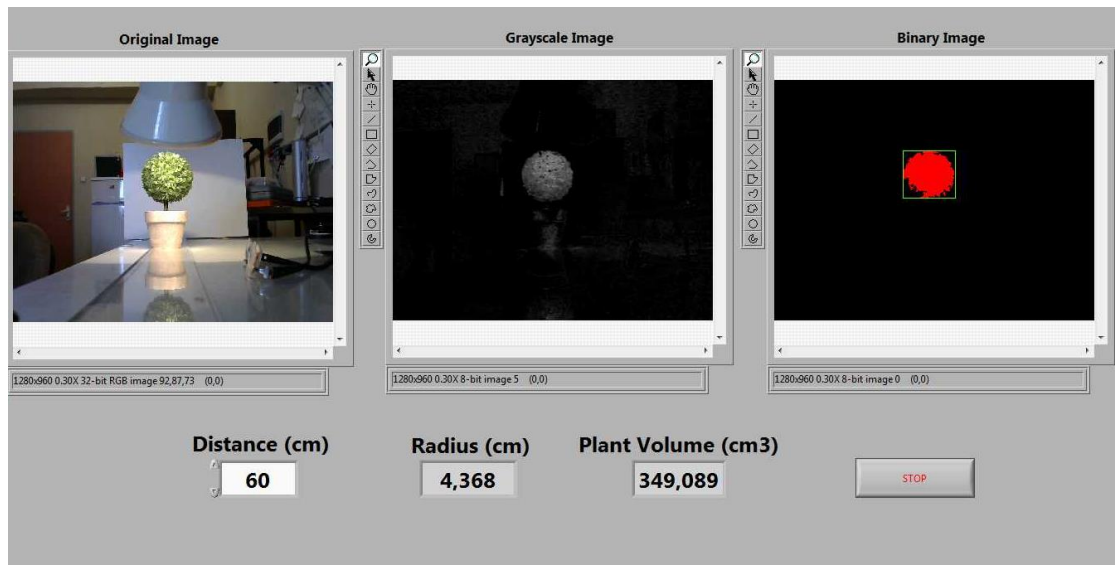


Figure 3. The user interface of the imaging software developed in LabVIEW

The image processing based real-time volumetric measurement system has more advantages such as low cost, more accurate, fast calculation and non-contact than the other methods used to determine the volume of artificial plants.

The percentage error between the image processing method developed in LabVIEW software and the measured value was determined using the following formula (Wang & Nguang, 2007);

$$\text{Percentage Volumetric Error} = \frac{|\text{measured volume} - \text{actual volume}|}{\text{actual volume}} \times 100\% \quad (4)$$

The canopy volumes estimated by the developed image processing software and the manually calculated canopy volumes of the artificial plant samples were then compared to assess the software accuracy (Table 1).

Table 1. Mean percentage error of the developed image processing based software

Plant	Diameter Measurement (cm)	Radius (cm)	Volume Calculation (cm ³)	LabVIEW Volume Results (cm ³)	Percentage Error (%)
Plant 1	8.82	4.41	359.56	349.08	2.92
Plant 2	7.29	3.64	202.58	197.39	2.56
Plant 3	8.25	4.12	293.43	287.64	1.97
Plant 4	7.35	3.68	207.97	202.31	2.72
Plant 5	7.23	3.62	198.03	193.94	2.07
Plant 6	3.39	1.69	20.32	19.86	2.24
Mean Percentage Error (%)					2.41

As shown in Table 1, the difference was between 1.97-2.92% for the LabVIEW based image processing software and the digital image processing based canopy volume estimation system performed well compared to the manual measurement method.

Conclusion and Recommendations

In this study, an automatic digital image processing-based canopy volume measurement software system was developed to automatically estimate the canopy volume of artificial plants. LabVIEW software system gave reasonably accurate results in comparison to manual measurement. This machine vision system provides an alternative to the manual measurement and has been successfully applied to variable rate sprayers for use in precision agriculture.

References

- Anonymous (2022). How to measure object size in real world in terms of measurement like inches centimeters etc. from object size in the image in pixels? URL: <https://stackoverflow.com/questions/42035721/how-to-measure-object-size-in-real-world-in-terms-of-measurement-like-inches-cen>
- Coelho, J., Fidalgo, B., Crisóstomo, M. M., Salas-González, R., Coimbra, A.P. & Mendes, M. (2021). Non-Destructive fast estimation of tree stem height and volume using image processing. *Symmetry*, 13(374), 1-18. DOI: <https://doi.org/10.3390/sym13030374>.
- Doruchowski, G. & Holownicki, R. (2000). Environmentally friendly spray techniques for tree crops. *Crop Protection*, 19(8-10), 617-622.
- Han, D. & Wang, C. (2011). Tree height measurement based on image processing embedded in smart mobile phone. *Proceedings of the International Conference on Multimedia Technology*, Hangzhou, China, 3293-3296.
- Han, D. (2012). Standing tree volume measurement technology based on digital image processing. *International Conference on Automatic Control and Artificial Intelligence (ACAI 2012)*, 1922-1925. DOI: 10.1049/cp.2012.1369.
- Hu, K. & Feng, X. (2019). Research on the variable rate spraying system based on canopy volume measurement. *Journal of Information Processing Systems*, 15(5), 1131-1140. DOI: <https://doi.org/10.3745/JIPS.04.0134>.
- Hussin, R., Juhari, M.R., Kang, N.W., Ismail, R.C. & Kamarudin, A. (2012). Digital image processing techniques for object detection from complex background image. *Procedia Engineering*, 41, 340-344.
- Loni, R., Loghavi, M. & Jafari, A. (2014). Design, development and evaluation of targeted discrete-flame weeding for inter-row weed control using machine vision. *American Journal of Agricultural Science and Technology*, 2, 17-30.
- Othman, N., Salur, M., Karakose, M. & Aydin, I. (2018). An embedded real-time object detection and measurement of its size. *Proceedings of the 2018 International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing (IDAP)*, Malatya, Turkey.
- Schumann, A. W. & Zaman, Q. U. (2005). Software development for real-time ultrasonic mapping of tree canopy size. *Computers and Electronics in Agriculture*, 47(1), 25-40.
- Shirzadifar, A. M., Loghavi, M. & Raoufat, M. H. (2013). Development and evaluation of a real time site-specific inter-row weed management system. *Iran Agricultural Research*, 32, 39-54.
- Varjo, J., Henttonen, H., Lappi, J., Heikkonen, J. & Juujärvi, J. (2006). Digital horizontal tree measurements for forest inventory. *Working Papers of the Finnish Forest Research Institute*, Finnish Forest Research Institute: Joensuu, Finland, Volume 40.
- Wang, T. Y. & Nguang, S. K. (2007). Low cost sensor for volume and surface area computation of axi-symmetric agricultural products. *Journal of Food Engineering*, 79, 870-877.
- Zhang, J. & Huang, X. (2009). Measuring method of tree height based on digital image processing technology. *Proceedings of the First International Conference on Information Science and Engineering*, Nanjing, China, 1327-1331.
- Zhao, K., Li, S., Wang, J., Sun, L., Fang, L. & Ji, J. (2024). Development and application of tree radial measurement device. *Forests*, 15(1710), 1-14.
DOI: <https://doi.org/10.3390/f15101710>.

INVESTIGATION OF NUTRIENT VALUE AND QUALITY CHARACTERISTICS OF PASTURE IN YEDİGÖLLER REGION (İSPİR/ERZURUM)

***Arş. Gör. Dr. Muhammed İkbal ÇATAL(ORCID ID: 0000-0002-4888-770X)**
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Rize-Türkiye
*E-mail: muhammed.catal@erdogan.edu.tr (Sorumlu Yazar)

Abstract

This study aimed to evaluate the nutrient content and quality of the vegetation of the Yedigöller Pasture located in the İspir district of Erzurum. Yedigöller, a high-altitude pasture ecosystem, constitutes a significant natural resource for livestock activities in the region. In this study, plant samples were collected from 12 different points selected within the Yedigöller Pasture area in July 2020 and analyzed. Sampling was carried out by cutting the plants at the soil surface using 50x50 cm quadrats. The dry matter content (DM), crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent protein (ADP), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), and magnesium (Mg) contents of the collected samples were determined using a NIRS device. In addition, dry matter intake (DMI), digestible dry matter (DDM), relative feed value (RFV), digestible energy (DE) and metabolizable energy (ME) values were calculated. According to the analysis results, the average dry matter content was found to be 86.94%, crude protein content 12.77%, ADF 44.51%, and NDF 64.16%. DDM was calculated as 54.23, DMI as 1.87, RFV as 78.62, DE as 2.59 Mcal/kg, and ME as 2.13 Mcal/kg. The mineral content was determined as P 0.26%, K 0.67%, Ca 1.56%, and Mg 0.41%. The Ca/P ratio was calculated as 6.00 and the K/(Ca+Mg) ratio as 0.34. The findings indicate that the Yedigöller pasture has a medium level of nutritional value. Particularly, the high fiber content negatively affects the digestibility and energy content of the pasture. This suggests that the quality of the pasture could be improved with pasture management practices.

Keywords: Yedigöller Region, pasture, nutritive value, feed quality, mineral content, Erzurum.

YEDİGÖLLER BÖLGESİ (İSPİR/ERZURUM) MERASININ BESİN DEĞERİNİN VE KALİTE ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Özet

Bu çalışma, Erzurum'un İspir ilçesinde yer alan Yedigöller Bölgesi merasının bitki örtüsünün besin madde içeriğini ve kalitesini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Yüksek rakımlı bir mera ekosistemi olan Yedigöller, bölgedeki hayvancılık faaliyetleri için önemli bir doğal kaynak teşkil etmektedir. Bu çalışmada, 2020 yılı Temmuz ayında Yedigöller Bölgesi mera alanından seçilen 12 farklı noktadan bitki örnekleri toplanmış ve analiz edilmiştir. Örnekleme, 50x50 cm boyutlarındaki kuadratlar kullanılarak bitkilerin toprak yüzeyinden kesilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Toplanan örneklerde kuru madde oranı (KMO), ham protein (HP), asit deterjan lifi (ADF), nötr deterjan lifi (NDF), asit deterjan proteini (ADP), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) içerikleri NIRS cihazı ile belirlenmiştir. Ayrıca, kuru madde tüketimi (KMT), sindirilebilir kuru madde (SKM), nispi yem değeri (NYD), sindirilebilir enerji (SE) ve metabolik enerji (ME) değerleri hesaplanmıştır. Analiz sonuçlarına göre, ortalama kuru madde oranı %86.94, ham protein oranı %12.77, ADF %44.51 ve NDF %64.16 olarak bulunmuştur. SKM 54.23, KMT 1.87, NYD 78.62, SE 2.59 Mcal/kg ve ME 2.13 Mcal/kg olarak hesaplanmıştır. Mineral madde içerikleri ise P %0.26, K %0.67, Ca %1.56 ve Mg %0.41 olarak tespit edilmiştir. Ca/P oranı 6.00 ve K/(Ca+Mg) oranı 0.34 olarak hesaplanmıştır. Bulgular, Yedigöller merasının orta düzeyde bir besin değerine sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle yüksek lif oranları, meranın sindirilebilirliğini ve enerji içeriğini olumsuz etkilemektedir. Bu durum, mera yönetim uygulamaları ile kalitenin iyileştirilebileceğini işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yedigöller Bölgesi, mera, besin değeri, yem kalitesi, mineral madde, Erzurum.

Giriş

Hayvancılık sektöründe yem maliyetleri, toplam üretim giderlerinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Sürdürülebilir hayvancılık uygulamaları açısından, çayır ve meralar en ekonomik kaba yem kaynakları olarak öne çıkmaktadır. Dünya genelinde hayvancılık için gerekli kaba yemin yaklaşık %70'i meralardan sağlanmaktadır (Lund, 2007). Ancak günümüzde artan nüfus, iklim değişikliğinin tetiklediği ekolojik dengesizlikler ve küresel ekonomideki dalgalanmalar, çayır ve meralardan elde edilebilecek kaliteli kaba yeme olan ihtiyacı giderek artırmaktadır. Bu durum, meraların korunması ve sürdürülebilir kullanımının önemini daha da belirginleştirmektedir. Meraların amaç dışı kullanımı ve aşırı otlatma gibi faktörler, bu doğal kaynaklardan elde edilen faydayı ciddi şekilde kısıtlamaktadır.

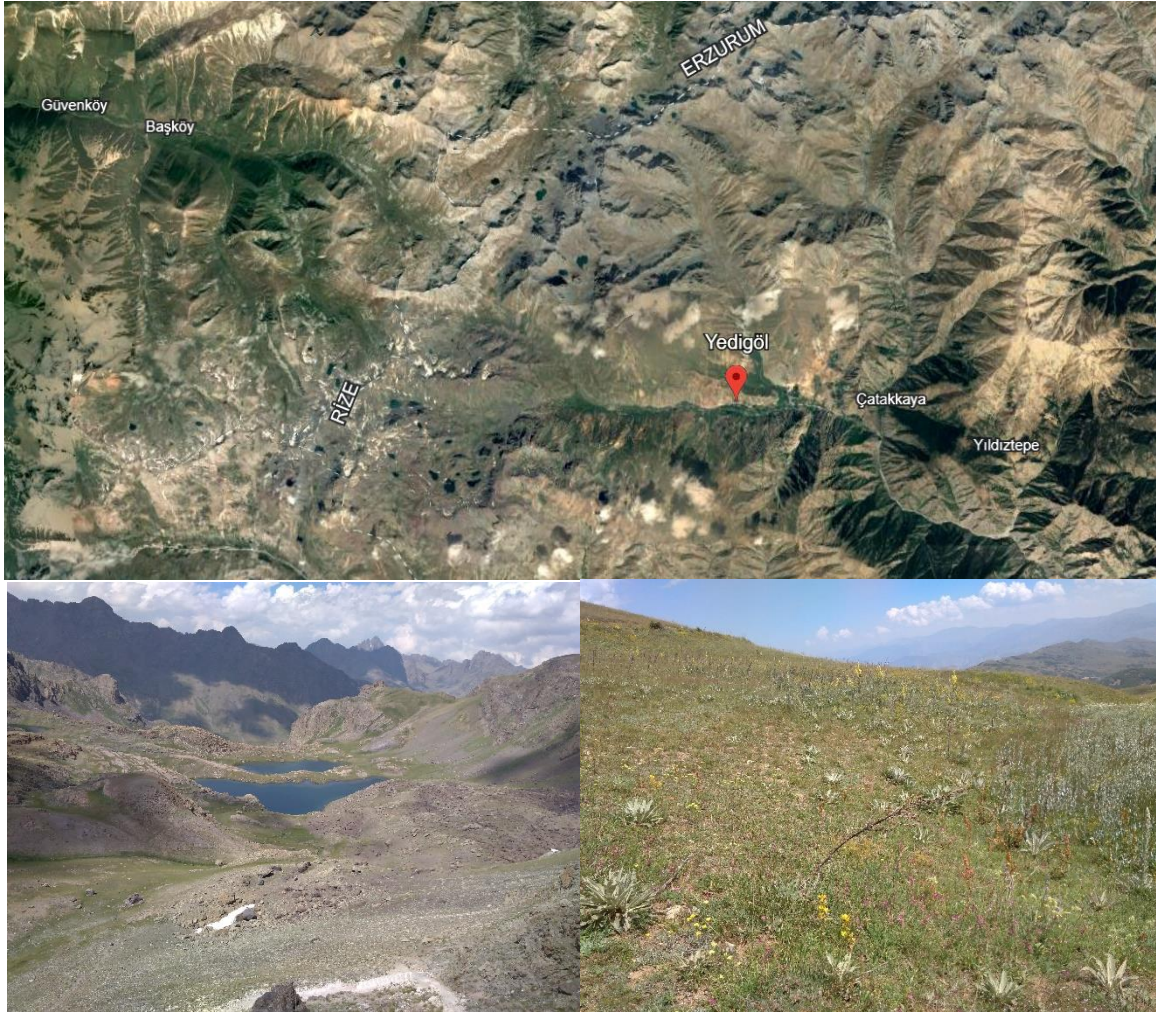
Aşırı otlatma, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerdeki meralarda ciddi tahribata yol açan başlıca etkenlerden biridir (Snyman, 2005; Holechek vd., 2011). Bu durum, mera verimliliğini düşürmekle kalmayıp, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini de olumsuz yönde etkilemektedir (Beukes ve Cowling, 2003). Toprak yapısının bozulması, meraların zayıflamasına ve erozyona karşı daha savunmasız hale gelmesine neden olmaktadır. Ayrıca, aşırı otlatma, meralarda istenmeyen bitki türlerinin yayılmasına, bitki örtüsünün azalmasına ve biyoçeşitliliğin kaybolmasına da yol açabilmektedir (Tongway vd., 2003; Çomaklı vd., 2012). Bu olumsuz etkiler, meraların ekosistem hizmetlerini yerine getirme kapasitesini de olumsuz etkilemektedir. Mera verimi ve kalitesi, hayvancılık açısından bu alanlardan elde edilebilecek faydanın temel belirleyicileridir (Heitschmidt vd., 1995). Bu nedenle, meraların sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi, hayvancılık sektörünün geleceği açısından kritik öneme sahiptir.

Meralardan sürdürülebilir bir şekilde faydalanabilmek için, mera amenajman ilkelerine uygun yönetim stratejileri uygulanmalıdır. Mera popülasyonlarının korunması ve risk altındaki bölgelerde ıslah çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bu hedeflere ulaşmak için, meraların mevcut durumunun doğru bir şekilde tespit edilmesi ve zayıflamalarına neden olan faktörlerin belirlenmesi gerekmektedir. Mera vejetasyon özelliklerinin detaylı bir şekilde incelenmeden herhangi bir ıslah yönteminin geliştirilmesi veya uygulanması mümkün değildir. Bu nedenle, mera ıslah çalışmalarına başlamadan önce vejetasyon yapısının, özellikle toprak, topografya ve bitki örtüsü açısından farklılık gösteren mera kesimlerinin botanik kompozisyonunun, verim ve kalite durumlarının tam olarak ortaya konulması ve bu verilere dayalı ıslah uygulamalarının yapılması büyük önem taşımaktadır (Çınar vd., 2014; Alay vd., 2016). Ayrıca, çayır, mera ve yem bitkileri ekim alanlarından elde edilen yemin besin değeri, otun kalitesiyle doğrudan ilişkilidir. Yemin lezzetliliği, tüketimi, sindirilebilirliği, zararlı madde içeriği, kimyasal ve morfolojik yapısı, enerji ve protein değeri gibi faktörler yem kalitesini etkilemektedir. Bununla birlikte, iklim koşulları (sıcaklık, yağış), mevsim, bitki örtüsündeki buğdaygil-baklagil oranı, yükselti ve bakı gibi çevresel faktörler de yem kalitesini etkileyen önemli unsurlardır (Kirilov, 2001; Kaya, 2008).

Bu çalışma, Erzurum ilinin İspir ilçesinde bulunan Yedigöller Bölgesi mera bitki örtüsünün besin değerini ve mineral madde içeriğini kapsamlı bir şekilde incelemeyi hedeflemektedir. Meraların sürdürülebilir yönetimi ve hayvan beslemesi açısından bitki kompozisyonunun ve besin değerinin doğru bir şekilde belirlenmesi kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, Yedigöller Bölgesi'nden toplanan bitki örneklerinde temel besin maddeleri ve mineral madde analizleri gerçekleştirilerek, elde edilen veriler ışığında bölgedeki hayvancılık faaliyetleri için meranın potansiyelinin ortaya konulması ve mera yönetim stratejilerinin geliştirilmesine bilimsel katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metod

Bu çalışma, 2020 yılında Türkiye'nin Erzurum ilinin İspir ilçesinde bulunan Yedigöller Bölgesi'nde (40° 40' 16" N, 40° 57' 54" E) gerçekleştirilmiştir. Yedigöller bölgesi, deniz seviyesinden ortalama 2750 metre yükseklikte yer almakta ve ilçe merkezine yaklaşık 39 kilometre uzaklıktadır. Çalışma alanının konumu ve bölgede çekilen fotoğraflar Şekil 1'de gösterilmektedir. Çalışma alanına (Erzurum) ait 2020 yılı meteorolojik verileri, toplam 295,6 mm yağış, ortalama 5,6 °C sıcaklık ve ortalama %67 bağıl nem olduğunu göstermektedir (Anonim, 2021).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu (Google Earth) ve çalışma alanından çekilen fotoğraflar

Bu çalışmada, 2020 yılı Temmuz ayında Yedigöller Bölgesi mera alanından seçilen 12 farklı noktadan bitki örnekleri toplanmıştır. Örnekleme işlemi, her noktada 50x50 cm boyutlarındaki kareler kullanılarak, bitkilerin toprak yüzeyinden kesilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Toplanan ot örnekleri, kalite analizleri için öncelikle 60 °C'de etüvde kurutulmuş ve ardından 1 mm elek çaplı bir değirmende öğütülerek homojen bir yapıya getirilmiştir. Hazırlanan bu örneklerde kuru madde oranı (KMO), ham protein (HP), asit deterjan lifi (ADF), nötr deterjan lifi (NDF), asit deterjan proteini (ADP), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) içerikleri, FossNIRSystems Model 6500 Win ISI II v1.5 model NIRS cihazı

kullanılarak belirlenmiştir.

Ayrıca, her bir örnek için ADF ve NDF değerleri esas alınarak kuru madde tüketimi (KMT), sindirilebilir kuru madde (SKM), nispi yem değeri (NYD), sindirilebilir enerji (SE) ve metabolik enerji (ME) değerleri, literatürde belirtilen aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır:

$$\text{Sindirilebilir Kuru Madde (SKM)} = 88,9 - (0,779 \times \% \text{ADF}) \text{ (Oddy vd., 1983)}$$

$$\text{Kuru Madde Tüketimi (KMT)} = 120 / (\% \text{NDF}) \text{ (Sheaffer vd., 1995)}$$

$$\text{Nispi Yem Değeri (NYD)} = (\text{SKM} \times \text{KMT}) / 1,29 \text{ (Sheaffer vd., 1995)}$$

$$\text{Sindirilebilir Enerji (SE)} = 0,27 + 0,0428 \times (\% \text{SKM}) \text{ (Fonnesbeck vd., 1984)}$$

$$\text{Metabolik Enerji (ME)} = 0,821 \times \text{SE (Mcal/kg)} \text{ (Khalil vd., 1986)}$$

Son olarak, analiz sonuçlarına göre makro element içerikleri arasındaki ilişkileri değerlendirmek amacıyla Ca/P ve K/(Ca+Mg) oranları hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi, JMP 13 istatistik yazılımı kullanılarak tanımlayıcı istatistik yöntemleri uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Yedigöller Bölgesimera alanından toplanan ot örneklerinin kalite özelliklerine ait bulgular Tablo 1'de özetlenmiştir. Tablo 1 incelendiğinde, analiz edilen ot örneklerinin kuru madde oranı, ham protein içeriği, lif oranları (ADF ve NDF), enerji değerleri (sindirilebilir enerji (SE) ve metabolik enerji (ME)) ve mineral madde içerikleri (fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg)) ile bu mineraller arasındaki oranlar (Ca/P ve K/(Ca+Mg)) tespit edilmiştir.

Tablo 1'de sunulan bulgular, Yedigöller Bölgesi merasından elde edilen ot örneklerinin önemli kalite özelliklerini ortaya koymaktadır. İncelenen örneklerin ortalama kuru madde oranı (KM) %86,94 olarak bulunmuştur. Bu yüksek KM değeri, otların depolanması ve muhafazası açısından olumlu bir göstergedir. Ortalama ham protein (HP) içeriği %12,77 olarak tespit edilmiştir. Bu değer, mera otlarının hayvanların protein ihtiyacını karşılama potansiyelini göstermesi açısından önemlidir. Ancak, HP değerlerinde 10,22 ile 16,46 arasında geniş bir varyasyon gözlenmesi, mera alanındaki bitki türlerinin çeşitliliğinden veya farklı noktalardaki gelişim evrelerinden kaynaklanabilir.

Tablo 1. Yedigöller Bölgesi merasının besin değerleri

Kalite Özellikleri	Ortalama±Std sapma (Minimum – Maksimum)
Kuru Madde Oranı (KM) (%)	86.94±3.75 (84.27 – 91.23)
Ham Protein Oranı (HP) (%)	12.77±3.27 (10.22 – 16.46)
Asit Deterjan Fiber (ADF) (%)	44.51±3.62 (42.23 -48.69)
Nötr Deterjan Fiber (NDF) (%)	64.16±3.93 (61.32 – 68.65)
Asit Deterjan Protein (ADP) (%)	1.53±0.17 (1.42 – 1.73)
Sindirilebilir Kuru Madde (SKM)	54.23±2.82 (50.97 – 56.00)
Kuru Madde Tüketimi (KMT)	1.87±0.12 (1.73 – 1.96)
Nisbi Yem Değeri (NYD)	78.62±9.25 (68.01 – 84.96)
Sindirilebilir Enerji (SE) (Mcal/kg)	2.59±0.12 (2.45 – 2.67)
Metabolik Enerji (ME) (Mcal/kg)	2.13±0.10 (2.01 – 2.19)
Fosfor (P) (%)	0.26±0.04 (0.23 – 0.31)
Potasyum (K) (%)	0.67±0.07 (0.63 – 0.75)
Kalsiyum (Ca) (%)	1.56±0.17 (1.42 – 1.75)
Magnezyum (Mg) (%)	0.41±0.04 (0.38 – 0.46)
Ca/P	6.00±0.41 (5.53 – 6.29)
K/(Ca+Mg)	0.34±0.01 (0.33 – 0.35)

Tablo 1’de lif içerikleri açısından bakıldığında, ortalama asit deterjan lifi (ADF) %44,51 ve nötr deterjan lifi (NDF) %64,16 olarak belirlenmiştir. ADF değeri, otun sindirilebilirliğini etkileyen lignin ve selüloz gibi sindirimi zor bileşenlerin miktarını gösterirken, NDF değeri ise hücre duvarı bileşenlerinin (hemiselüloz, selüloz ve lignin) toplam miktarını ifade eder. Bu değerler, otun sindirilebilirliğinin orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Ortalama asit deterjan proteini (ADP) ise %1,53 olarak bulunmuştur.

Yem değerleri incelendiğinde, ortalama sindirilebilir kuru madde (SKM) %54,23, kuru madde tüketimi (KMT) 1,87, nispi yem değeri (NYD) 78,62, sindirilebilir enerji (SE) 2,59 Mcal/kg ve metabolik enerji (ME) 2,13 Mcal/kg olarak tespit edilmiştir. Bu değerler, meranın hayvan beslenmesi açısından orta düzeyde bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle NYD değerinin 78,62 olması, meranın yem kalitesinin iyileştirilmesi için bazı yönetim uygulamalarının (örneğin, gübreleme, otlatma yönetimi) gerekli olabileceğini işaret etmektedir. Mineral madde içerikleri açısından, ortalama fosfor (P) %0,26, potasyum (K) %0,67, kalsiyum (Ca) %1,56 ve magnezyum (Mg) %0,41 olarak bulunmuştur. Bu mineraller, hayvanların sağlıklı gelişimi için gerekli olan temel elementlerdir. Özellikle Ca içeriğinin diğer minerallere göre daha yüksek olması dikkat çekicidir. Mineraller arasındaki oranlar incelendiğinde, Ca/P oranının ortalama 6,00 ve K/(Ca+Mg) oranının ortalama 0,34 olduğu görülmektedir. Bu oranlar, mineral madde dengesi açısından önemlidir ve hayvanların mineral madde gereksinimlerini karşılama potansiyelini etkileyebilir. Özellikle Ca/P oranının yüksek olması, rasyonda P takviyesinin gerekebileceğini düşündürmektedir.

Bu çalışma, Baykal vd., (2024) tarafından aynı bölgede 2020 yılında yapılan çalışmanın bir

uzantısı niteliğinde olup, Yedigöller Bölgesi'nin mera özelliklerinin gelişimini ve değişimini gözler önüne sermektedir. Baykal vd., (2024) tarafından Türkiye'nin Erzurum ili, İspir ilçesi, Yedigöller bölgesinde 2020 yılında yürüttükleri çalışmada, aynı bölgedeki bir mera alanının botanik kompozisyonu, toprağı kaplama oranı ve mera kalitesini Lup yöntemi ile incelemişlerdir. Bu çalışmada, toplam 44 takson belirlenmiş olup, en baskın familyalar Asteraceae (13 takson), Poaceae (8 takson) ve Lamiaceae (4 takson) olarak tespit edilmiştir. Toplam toprağı kaplama oranı %70,29 olarak belirlenirken, bitki örtüsü içerisinde Poaceae türlerinin %40,38, Fabaceae'nin %3,55 ve diğer familyaların %56,07 oranında bulunduğu saptanmıştır. Mera kalitesi ise 2,17 kalite derecesi ile "Zayıf" olarak değerlendirilmiştir. Bu bulgular, söz konusu meranın düşük kalitede olduğunu ve iyileştirme önlemlerine ihtiyaç duyduğunu ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada elde edilen veriler (Tablo 1), Baykal vd., (2024)'ün bulgularını desteklemektedir. Tablo 1'de görüldüğü gibi, Yedigöller Bölgesi merasından elde edilen ot örneklerinin ortalama kuru madde oranı %86,94 (%84,27 – 91,23), ham protein oranı %12,77 (%10,22 – 16,46), asit deterjan lif (ADF) oranı %44,51 (%42,23 – 48,69) ve nötr deterjan lif (NDF) oranı %64,16 (%61,32 – 68,65) olarak bulunmuştur. Bu yüksek lif oranları ve nispeten düşük ham protein içeriği, Baykal vd., (2024)'nün mera kalitesini "Zayıf" olarak değerlendirmesiyle uyumludur. Zira yüksek lif içeriği, otun sindirilebilirliğini düşürerek besin değerini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca, Tablo 1'de yer alan sindirilebilir kuru madde (SKM) (%54,23), kuru madde tüketimi (KMT) (1,87), nispi yem değeri (NYD) (78,62), sindirilebilir enerji (SE) (2,59 Mcal/kg) ve metabolik enerji (ME) (2,13 Mcal/kg) değerleri de meranın besin değerinin düşük olduğunu göstermektedir. Mineral madde içerikleri incelendiğinde ise fosfor (P) %0,26, potasyum (K) %0,67, kalsiyum (Ca) %1,56 ve magnezyum (Mg) %0,41 olarak tespit edilmiştir. Ca/P oranı 6,00 ve K/(Ca+Mg) oranı 0,34 olarak hesaplanmıştır. Bu mineral oranları, hayvan sağlığı açısından önem taşımakla birlikte, genel mera kalitesi değerlendirmesi bağlamında Baykal vd., (2024)'nün bulgularını destekleyici niteliktedir. Sonuç olarak, hem botanik kompozisyon ve toprağı kaplama oranı hem de besin değeri analizleri, Yedigöller Bölgesi'ndeki meranın iyileştirme çalışmalarına ihtiyaç duyduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, farklı bölgelerde yapılan mera besin içeriği çalışmalarıyla karşılaştırıldığında önemli farklılıklar ve benzerlikler göstermektedir. Tablo 1'de sunulan verilere göre, Yedigöller Bölgesi merasının ortalama ham protein (HP) oranı %12,77 olarak bulunmuştur. Bu değer, Kılıç (2018)'in Trabzon Düzköy'deki Beypınarı merasında (%16,6) ve Şahinoğlu (2010)'nun Samsun Bafra'daki Koşu köyü merasında (%16,33-18,64) bulunduğu değerlerden düşüktür. Ancak, Güllap (2010)'in Erzurum Kargapazarı dağlarındaki meralarda (%8,26-13,12) ve Parlak vd., (2015)'in Çanakkale meralarında (%9,10-13,18) bulunduğu değerlere benzerlik göstermektedir. Bu durum, mera alanlarının coğrafi konum, iklim, toprak özellikleri ve bitki kompozisyonu gibi faktörlere bağlı olarak besin içeriği açısından önemli farklılıklar gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

Lif oranları (ADF ve NDF) açısından bakıldığında, Yedigöller Bölgesi merasının ADF (%44,51) ve NDF (%64,16) değerleri, Kılıç (2018), Şahinoğlu (2010), Nadir (2010) ve Aydın ve Başbağ (2017) tarafından bildirilen değerlerden daha yüksektir. Bu yüksek lif oranları, Yedigöller Bölgesi merasındaki otların sindirilebilirliğinin ve dolayısıyla besin değerinin diğer bölgelere göre daha düşük olabileceğini göstermektedir. Ancak, Tutar ve Kökten (2019)'in Bingöl Ormanardı köyünde bulunduğu NDF değerlerine (%52,5-62,7) yakın bulunmuştur. Nispi yem değeri (NYD) açısından ise, Yedigöller Bölgesi merasının NYD değeri (78,62), Kılıç (2018) (112,9) ve Nadir (2010) (174,96-189,77) tarafından bildirilen değerlerden önemli

ölçüde düşüktür. Bu durum, Yedigöller Bölgesi merasının yem kalitesinin diğer bölgelere göre daha düşük olduğunu desteklemektedir.

Mineral madde içerikleri açısından, Yedigöller Bölgesi merasının fosfor (P) (%0,26) ve magnezyum (Mg) (%0,41) değerleri, Şahinoğlu (2010) (%0,40-0,43 ve %0,26-0,36) ve Aydın ve Başbağ (2017) (%0,34 ve %0,31) tarafından bildirilen değerlere yakın bulunmuştur. Ancak, potasyum (K) (%0,67) ve kalsiyum (Ca) (%1,56) değerleri, Şahinoğlu (2010) (%2,32-2,60 ve %0,90-1,33) ve Aydın ve Başbağ (2017) (%2,42 ve %1,09) tarafından bildirilen değerlerden farklılık göstermektedir. K/(Ca+Mg) oranı ise, Yedigöller Bölgesi merasında 0,34 olarak bulunurken, Şahinoğlu (2010)'nun çalışmasında 1,61-2,13 arasında değişmektedir. Bu farklılıklar, mera alanlarının mineral kompozisyonunun da coğrafi ve çevresel faktörlerden etkilendiğini göstermektedir. Bu karşılaştırmalar, Yedigöller Bölgesi merasının, incelenen diğer bölgelere göre bazı besin maddeleri ve yem kalitesi parametreleri açısından farklılıklar gösterdiğini ve bu farklılıkların bölgenin özgün koşullarından kaynaklanabileceğini ortaya koymaktadır.

Sonuç

Bu çalışmada, Erzurum'un İspir ilçesindeki Yedigöller Bölgesi merasının bitki örtüsünün besin madde içeriği 2020 yılı Temmuz ayında toplanan bitki örnekleri üzerinden incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, mera otlarının ortalama kuru madde oranı %86,94 olarak tespit edilmiş, bu da otların kurutulduktan sonraki ağırlıklarının yüksek olduğunu göstermektedir. Ham protein içeriği ise %12,77 olarak bulunmuştur. Bu değer, meraların hayvan beslenmesi açısından önemli bir göstergesi olan protein içeriğinin orta düzeyde olduğunu işaret etmektedir. Lif oranları incelendiğinde, asit deterjan lifi (ADF) %44,51 ve nötr deterjan lifi (NDF) %64,16 olarak belirlenmiştir. Yüksek lif oranları, otların sindirilebilirliğinin nispeten düşük olduğunu ve hayvanların bu otlardan daha az enerji elde edebileceğini göstermektedir. Bu durum, meranın genel kalitesini etkileyen önemli bir faktördür. Ayrıca, sindirilebilir kuru madde (SKM) %54,23, kuru madde tüketimi (KMT) 1,87, nispi yem değeri (NYD) 78,62, sindirilebilir enerji (SE) 2,59 Mcal/kg ve metabolik enerji (ME) 2,13 Mcal/kg olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, meranın enerji içeriğinin orta seviyede olduğunu ve hayvanların enerji ihtiyaçlarını karşılamada ek yemlere ihtiyaç duyabileceğini göstermektedir. Mineral madde içerikleri incelendiğinde ise, fosfor (P) %0,26, potasyum (K) %0,67, kalsiyum (Ca) %1,56 ve magnezyum (Mg) %0,41 olarak bulunmuştur. Bu mineraller arasındaki oranlar ise Ca/P için 6,00 ve K/(Ca+Mg) için 0,34 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak, Yedigöller Bölgesi merasının incelenen parametreler açısından orta düzeyde bir besin değerine sahip olduğu ve mera yönetim uygulamaları ile kalitesinin iyileştirilebileceği sonucuna varılmıştır. Özellikle lif oranlarının düşürülmesi ve protein içeriğinin artırılması, meranın hayvan beslenmesi açısından değerini artıracaktır.

Kaynaklar

- Alay, F., İspirli, K., Uzun, F., Çınar, S., Aydın, İ. & Çankaya, N. (2016). Uzun süreli serbest otlatmanın doğal meralar üzerine etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1): 116-124.
- Anonim. (2021). T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Erzurum İl Müdürlüğü Kayıtları.
- Aydın, A. & Başbağ, M. (2017). Karacadağ'ın farklı yükseltilerindeki meraların durumu ve ot kalitesinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32(1), 74-84.
- Baykal, H., Çatal, M. İ. & Bakoğlu, A. (2024). Determination of Botanical Composition and Rangeland Status of Yedigöller Region (Erzurum/Türkiye). *Eurasian Journal of Forest Science*, 12(3), 114-123.
- Beukes, P. C. & Cowling, R. M. (2003). Non-selective grazing impacts on soil properties of the Nama Karoo. *Journal of Range Management*, 56, 547-552.
- Çınar, S., Hatipoğlu, R., Avcı, M., İnal, İ., Yücel, C. & Avağ, A. (2014). Hatay ili Kırıkhan ilçesi taban meralarının vejetasyon yapısı üzerine bir araştırma. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(2): 52-60.
- Çomaklı, B., Fayetörbay, D., & Daşcı, M. (2012). Changing of Botanical Composition and Canopy Coverage Ratio in Rangelands at Different Altitudes. *Journal of Agricultural Faculty of Atatürk University*, 43(1), 17-21.
- Fonnesbeck, P.V., Clark, D.H., Garret, W.N. & Speth, C.F. (1984). Predicting energy utilization from alfalfa hay from the Western Region. *Proceeding of American Society of Animal Sciences (Western Section)*, 35: 305-308.
- Güllap, M. K. (2010). *Kargapazarı Dağında (Erzurum) farklı otlatma sistemi uygulamalarının mera bitki örtüsüne etkisi*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Heitschmidt, R. K., Grings, E. E., Haferkamp, M. R. & Karl, M. G. (1995). Herbagedynamics on two northern Great Plains rangelands. *Journal of Range Management*, 48, 211-217.
- Holechek, J. L., Pieper, R. D. & Herbel, C. H. (2011). *Rangeland management principles and practices*. Sixth edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA, 444 sy.
- Kaya, Ş. (2008). Kaba yemlerin değerlendirilmesinde göreceli yem değeri ve göreceli kaba yem kalite indeksi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 1(1): 59-64.
- Khalil, J.K., Sawaya, W.N. & Hyder, S.Z. (1986). Nutrient composition of Atriplex leaves grown in Saudi Arabia. *Journal of Range Management*, 39: 104-107.
- Kılıç, S. (2018). *Trabzon ili Düzköy ilçesi Beypınarı merasında farklı gübre uygulamalarının meranın verim, kalite ve botanik kompozisyonuna etkileri üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Kirilov, A. (2001). *Lucerne quality and possibilities for its estimation*, In : I. Delgado and J. Lloveras (Eds.), *Quality in lucerne and medic for animal production*. Zaragoza, CIHEAM, p. 231-234, <http://om.ciheam.org/om/pdf/a45/01600089.pdf> (Erişim tarihi: 23.10.2016).
- Lund, H. G. (2007). Accounting for the world's rangelands. *Rangelands*, 29(1), 3-10.
- Nadir, M. (2010). *Tokat ili Yeşilyurt köyü doğal merasının botanik kompozisyon, kuru madde verimi ve kalitesinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Oddy, V. H., Robards, G. E. & Low, S. G. (1983). *Prediction of in vivo dry matter digestibility from the fiber nitrogen content of a feed*. In: *Feed Information and Animal Production*. (ed) Robards, G.E., Packham, R.G., Commonwealth Agricultural Bureau, Farnham Royal, UK, 395-398.

- Parlak, A. Ö., Parlak, M., Gökkuş, A. & Demiray, H. C. (2015). Akdeniz (Çanakkale) meralarının ot verimi ve kalitesi ile botanik kompozisyonu ve bazı toprak özellikleri. *Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1), 99-108.
- Sheaffer, C. C., Peterson, M. A., Mccalin, M., Volene, J. J., Cherney, J. H., Johnson, K. D., Woodward, W. T. & Viands, D. R. (1995). Acid detergent fiber, neutral detergent fiber concentration and relative feed value. North American Alfalfa Improvement Conference, Minneapolis.
- Snyman, H. A. (2005). Rangeland degradation in a semi-arid South Africa. I: influence on seasonal root distribution, root/shoot ratios, and water-use efficiency. *Journal of Arid Environments*, 60, 457-481. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.06.006>
- Şahinoğlu, O. (2010). *Bafra ilçesi Koşu köyü merasında uygulanan farklı ıslah yöntemlerinin meranın ot verimi, yem kalitesi ve botanik kompozisyonu üzerine etkileri*. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Tongway, D. J., Sparrow, A. D. & Friedel, M. H. (2003). Degradation and recovery processes in arid grazing lands of central Australia. Part I: Soil and Land Resources. *Journal of Arid Environments*, 55, 302-326.
- Tutar, H. & Kökten, K. (2019). Mera vejetasyon özelliklerinin farklı yönelere göre değişimi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(3), 312-318.

DROUGHT TOLERANCE AND IN VITRO SELECTION IN SUNFLOWER
(*Helianthus annuus* L.)

Şerife Nur SELVİ (ORCID: 0009-0008-3353-5518)

Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Tekirdağ-Türkiye, **Email:** selviserifenur@gmail.com

Doç.Dr. Şeyda SAVALAN (ORCID: 0000-0002-7047-0943)

Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Tekirdağ-Türkiye, **Email:** ssavalan@nku.edu.tr

Abstract

Sunflower (*Helianthus annuus* L.) is an annual and summer crop, most commonly produced as an oil crop in Turkey. It is an important strategic agricultural product, occupying a significant position in human and animal nutrition. The presence of a taproot system enhances the plant's ability to withstand drought and salinity, as it enables the uptake of water and nutrients from multiple layers of the soil. Sunflower occupies a significant position in vegetable oil production, providing valuable fatty acids, amino acids, minerals, and fibre, which are evaluated in various ways as oil, ornamental, snack, and forage in both Turkey and globally. The vegetative period, flowering, and seed filling phases of sunflower demonstrate the greatest sensitivity to water stress and drought, resulting in a decline in yield and oil content. The most significant factors influencing the yield of *H. annuus* are soil characteristics, climate and weather conditions, particularly drought. It is well established that drought leads to yield loss in sunflower and numerous other crops. Consequently, there is an increasing demand for products that are resistant to drought and mitigate yield loss. In this study, explants were obtained from the seedlings that had germinated from P64LP130 CLP sunflower seeds, an oilseed variety that enjoys a high market share in Turkey and is tolerant to drought and various soil properties. The first stage of the study involved the cultivation of drought-resistant, healthy and viable calluses in MS media containing different concentrations of PEG and plant growth regulators *in vitro*. In the subsequent phase, these resistant calluses were transferred to K1 and K2 media, which contained two distinct plant growth regulators (K1: BAP 1 mg/L, NAA 0,5 mg/L, GA 1 mg/L; K2: BAP 2 mg/L, NAA 1 mg/L, GA 1 mg/L). These calluses were then utilised to develop shoots. The most effective medium for callus formation was found to be K2 PEG 6000 50%, while the least effective medium was MS medium containing K1 PEG 6000 50%, which also exhibited unhealthy calluses. The highest shoot formation per callus was observed in K2 PEG 6000 30% medium, while the lowest shoot formation was observed in K1 PEG 6000 30% nutrient medium. No observable growth was recorded in the K1 PEG 6000 40% and K1 PEG 6000 50% media.

Keywords: *Helianthus annuus* L., *in vitro* selection, drought, PEG, callus

AYÇİÇEĞİNDE (*Helianthus annuus* L.) KURAKLIĞA KARŞI DAYANIKLILIK VE İN VİTRO SELEKSİYON

Özet

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) tek yıllık ve yazlık bir bitki olup Türkiye’de genellikle yağlık olarak üretilen, insan ve hayvan beslenmesinde büyük yer edinmiş önemli bir stratejik tarım ürünüdür. Kazık kök sistemine sahip olması toprağın birçok katmanından su ve besin alabilme avantajı sağlamasıyla kuraklık ve tuzluluğa olan toleransını arttırmaktadır. Ayçiçeği Dünyada ve ülkemizde yağlık, süs, çerezlik ve yemlik olarak farklı şekillerde değerlendirilen ve bünyesinde bulunan değerli yağ asitleri, amino asit, mineral ve lif bakımından bitkisel yağ üretiminde önemli bir konumdadır. Ayçiçeğinin vejetatif dönemi, çiçeklenme ve tohum dolum evreleri su stresi ve kuraklığa karşı en duyarlı olduğu dönemleri olup bitkinin veriminin ve yağ içeriğinin düşmesine neden olmaktadır. *H. annuus*’un verimini etkileyen en önemli unsurlar üreticiliği yapılan bölgenin toprak özellikleri, iklim ve hava koşulları özellikle kuraklık olarak bildirilmiştir. Kuraklık bilindiği üzere sadece ayçiçeğinde değil, pek çok mahsulde verim kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle son dönemde kuraklığa karşı dayanıklı ve verim kaybını azaltacak ürün elde etmek önem kazanmaktadır. Bu çalışmada Türkiye’de pazar payı yüksek, kuraklığa ve çeşitli toprak özelliklerine toleranslı, yağlık bir çeşit olan P64LP130 CLP ayçiçeği tohumlarının çimlendirilmesiyle oluşan fidelerden eksplant alınmıştır. Alınan *eksplantlar in vitro* ortamda farklı PEG konsantrasyonları, BBD içeren MS ortamlarında önce kuraklığa dayanıklı, sağlıklı ve canlı kalluslar yetiştirilmiştir. İkinci aşamada dayanıklı kalluslar iki farklı BBD içeren K1 ve K2 ortamlarına (K1; BAP 1 mg/L, NAA 0,5 mg/L, GA 1 mg/L ve K2; BAP 2 mg/L, NAA 1 mg/L, GA 1 mg/L) sürgün geliştirmek üzere aktarılmıştır. En iyi kallus oluşumu K2 PEG 6000 %50 ortamından elde edilirken K1 PEG 6000 %50 içeren MS ortamında en az ve sağlıklı kalluslar gözlemlenmiştir. Kallus başına en yüksek sürgün oluşumu ise K2 PEG 6000 %30 ortamından elde edilirken en düşük sürgün oluşumu K1 PEG 6000 %30 besin ortamından elde edilmiştir. K1 PEG 6000 %40 ve K1 PEG 6000 %50 ortamlarında herhangi bir gelişim gözlemlenmemiştir. Bu çalışmada kuraklığa dayanıklı bitkilerin geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Helianthus annuus* L., *in vitro* seleksiyon, kuraklık, kallus

1. Giriş

Ayçiçeği, *Asterales* takımına ait *Asteraceae* familyasından *Helianthus* cinsine bağlı olup, tür adı *Helianthus annuus* L.'dir. Bu tür tek yıllık ve yazlık olup subtropik ve ılıman iklimlerde yetişir ancak gelişme dönemine göre de farklı sıcaklıklara toleranslıdır. Yaklaşık olarak yetiştirme periyodu 100-150 gündür. Ayçiçeği drenajı iyi, humuslu, organik maddece zengin ve su tutma kapasitesi yüksek topraklarda iyi gelişim gösterirken, kazık kök sistemine sahip olması kuraklık gibi sorunlarla baş edebilme performansını artırır. Yağışın yetersiz kaldığı durumlarda sulanması halinde de verim oldukça artmaktadır (Alyürek,2016).

Ayçiçeği dünyada ve ülkemizde çerezlik, süs, yağlık ve yemlik olarak çeşitli şekillerde kullanılabilen, aynı zamanda ülkemizde en önemli yağ bitkilerinden biri olarak yetiştiriciliği de yapılan bir türdür (Başaran ve ark.,2017). Ayçiçek yağı *H. annuus* türünün yaklaşık %40-52 arası yağ içeren tohumlarından elde edilmektedir (Meral,2019). Yaklaşık olarak bitkisel yağ üretiminde ayçiçeğinin %87 oranında bir payı bulunmaktadır. Ayçiçek yağının ana bileşimine bakıldığında %59 linoleik asit ve %30 oleik asitten oluştuğu, bunların yanında %5 palmitik asit ve %6 stearik asitte bulunduğu gözlemlenmektedir. Ayçiçeği küspesi, tohumlardan solvent ekstraksiyonu veya mekanik olarak yağın uzaklaştırılmasının ardından elde kalan yan üründür ve temel amino asitler açısından yüksek oranda protein içerir. Bu özelliği ile de hayvanlar için yem kaynağı olarak kullanılabilir. Bunun yanında ayçiçeği tohumları %25-40 yağ içeriğinin yanı sıra E, B, folat ve niasin gibi vitaminleri ve kalsiyum, bakır, demir, magnezyum, manganez, selenyum, fosfor, potasyum, sodyum ve çinko gibi mineralleri, amino asit ve lif içerir. Bu özelliği de hem tıbbi olarak hem de besleyici bir gıda olarak kullanımına olanak sunmaktadır (Adeleke-Babalola,2020).

Kuraklık, normal yağış miktarının altına düşmesiyle ortaya çıkan, arazi kaynaklarında ve üretim sistemlerinde olumsuzluklara neden olan ve hidrolojik dengesizlikleri de beraberinde getiren doğal bir olaydır (Yılmaz,2023). Sıcaklık ve kuraklığın birleşimi tarımsal üretim üzerinde ciddi bir etkiye sahip olup, mahsul kıtlığı ve daha birçok soruna yol açmaktadır. Aşırı sıcaklıklar sonucunda suya olan talep artmakta ve nem oranı düşük olan bölgelerde ürün veriminin ve ekili alanların azalması gibi tarımsal üretimi olumsuz etkileyen sonuçlar doğurmaktadır (Yılmaz,2023).

Kaliteli tohumlar kullanılsa bile tohumun çimlenmesi için gerekli sıcaklık ve oksijen (hava), özellikle su olmadığı takdirde çimlenme gerçekleşmemektedir. Tarla koşulları, tohumların çimlenmesi için nadiren optimum düzeyde olmaktadır. Özellikle yaz aylarında ekimi yapılan bitkilerde; erken ekimlerde soğuk hava, geç ekimlerde kuraklık ve aşırı yağışlarda hava yetersizliği tohum çimlenmesini olumsuz etkilemektedir (Ergin ve Kaya,2020). Yabancı otların ayçiçeğinin özellikle ilk gelişim evresinde oluşturduğu bu risk kuraklık ve su stresi durumunda da meydana gelmektedir. Özellikle ayçiçeğinin vejetatif dönemi, çiçeklenme ve tohum dolum evrelerinde yaşadığı su stresinin yağlı bir tohum olan ayçiçeğinin veriminde ve yağ içeriğinde gözle görülür bir düşüşe sebep olduğu bilinmektedir (Nezami ve ark.,2008).

Bitkiler kuraklık ve su stresi altında da çeşitli biyokimyasal ve fizyolojik tepkiler vererek kendini koruma eğilimindedirler (Kiani ve ark.,2007). Bu tepkiler sürgün ve kök gelişiminin engellenmesi ile başlayarak, stomaların kapanması, bunun sonucunda da terleme ve fotosentez için gerekli olan CO₂'nin alımında azalmaya sebep olmaktadır. Ardından aktif oksijen türleri bitki bünyesinde artmaya başlar, oksidatif hasara yol açarak bitki metabolizmasının tahribatına sebep olabilmektedir (Baloğlu ve ark.,2012). Tüm bunlara ek olarak ayçiçeğinin çimlenme döneminde kuraklık ile karşılaşması sonucu çimlenme yüzdesi ve biyokütle birikimi azalırken, çimlenme süresinin geciktiği kanıtlanmıştır (Ahmad ve ark.,2009). Ayçiçeği tohumları

ülkümüzde özellikle İç Anadolu bölgelerinde gerekli yağışın olmaması sebebiyle nem ihtiyacını yeterince karşılamayan toprağa ekilmekte ve bunun sonucunda da ekilen tohumların aynı anda çimlenememesi ve zayıf fidelerin ortaya çıkması gözlemlenmektedir (Kaya ve ark.,2006).

Ayçiçeğinin Türkiye ve Dünya'nın en önemli yemeklik yağ bitkisi olması, hayvanlar için güzel bir yem kaynağı ve bizler için hem yağ hem atıştırılabilirlik olarak bir besin kaynağı olması düşünüldüğünde verimli bir şekilde üretiminin yapılabilmesi önem kazanmaktadır (Baloğlu ve ark.,2012). Ayçiçeğinin verimli bir şekilde üretimi önündeki en büyük engelleri üretildiği bölgedeki gerek toprak özellikleri gerekse iklim ve hava koşullarının oluşturduğu açıktır (Kaya ve ark.2006). Kuraklığın yalnızca ayçiçeği değil tüm dünyada önemli mahsul kayıplarına yol açtığı bilinen bir gerçektir. Ne yazık ki yaşanan doğal afetler ve iklim krizleri, küresel ısınma hem günümüzde hem de gelecekte de yaşanması beklenen ve kuraklığın artık bu dünyanın bir parçası olacağı gerçeğini ortaya koymaktadır. İşte bu sebeplerle kuraklık koşullarına toleranslı verim kaybını azaltacak ürün elde etmek önem kazanmaktadır (Fulda ve ark.,2011).

Polietilen glikol (PEG 6000), suda çözünebilen molekül ağırlığı yüksek bir polimerdir. Çeşitli alanlarda kullanılmakla birlikte tarımda bitkilerin kurak koşullara dayanıklılığını arttırmaya yönelik yapılan çalışmalarda kullanılmaktadır. Ayrıca kültür ortamlarında toksik etki yapmadan bitkilerde negatif yönde ozmotik potansiyel oluşturmasıyla *in vitro* çalışmalarda su stresi ve kuraklık ile ilgili araştırmalarda en yaygın kullanılan sentetik bileşik haline gelmiştir. PEG suyu emme ve tutabilme kapasitesi sayesinde bitki türü ve ortam koşullarına göre değişiklik göstermekle birlikte bitki büyüme ve tohum çimlenmesinde fayda sağlayabildiği gibi, yüksek konsantrasyonlarda ve farklı kimyasallarla etkileşimi sonucu olumsuz yönde etkilediği de yapılan çalışmalarla gözlenmiştir. (Elahi N.N, vd.,2023; Martínez-Santos, E., vd.,2021)

Bu projenin amacı ülkemizde de yağlık olarak yetiştirilen ayçiçeği tohumlarından yüksek pazar payına sahip orabanş ve mildiyo hastalıklarına, kuraklığa ve çeşitli toprak özelliklerine toleranslı, *in vitro* ortamında çimlendirilmiş P64LP130 CLP ayçiçeği tohumlarından alınan eksplantlara farklı PEG 6000(polietilen glikol) konsantrasyonu uygulanarak kallus geliştirmesi, gelişen kallusların kuraklık stresine dayanıklı ve sağlıklı olanlarının seçilmesi ve bu dayanıklı kalluslardan *in vitro* ortamında sürgün geliştirilmesi hedeflenmiştir (Önemli,2022). Bu proje sonucu gelişen dayanıklı sürgünler bir sonraki aşamada köklendirilerek dış koşula aktarılabilir ve kuraklığa dayanıklı çeşitlerin elde edilmesine yardımcı olacak bir protokol oluşturulabilir. Yapılan bu çalışma ile ayçiçeğinde kuraklığa bağlı zayıf fide gelişimi ve mahsul kayıplarının en aza indirilmesi, Ayçiçek tohumlarına kuraklık toleransının kazandırılması ile ayçiçeği yetiştiriciliği yapan ve yapmak isteyenlere büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayçiçeği tohumlarında *in vitro* seleksiyonun tercih edilmesinin sebebi çalışmanın kontrollü bir ortamda yapılması ve *in vitro* şartlarda, tek değişken kullanılarak kuraklığa dayanıklı ürün elde edebilme şansı sunmasıdır. Steril koşullar altında yapılması, takip edilebilirliğinin kolay olması açısından avantaj sağlaması, aynı zamanda arazi koşullarında yapılacak seleksiyon çalışmalarına kıyasla daha kısa sürede sonuç elde edilebilmesi yönlerinden avantajlı olmasıdır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Bitki Materyali

Çimlendirmek için gerekli olan tohum materyali Çanakkale’de P64LP130 CLP ayçiçeği çeşidi yetiştiriciliği yapmakta olan özel bir firmadan temin edilmiştir.

2.2 Yüzey Sterilizasyonu

Ayçiçeği yetiştiriciliği yapan özel firmadan temin edilen tohumlar yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Tohum sterilizasyonu için yaygın olarak kullanılan dezenfektanlar %1-3 sodyum hipoklorittir. %0,1 civa klorür de kullanılabilir (Yaman, 2020; Royandazagh, 2019). Hazırlanan %25’ lik NaOCl ile tohumlar 3 dk karıştırılmış ve durulanmıştır. Tohumlar beher içerisine alınarak üzerine 12ml antibakteriyel sıvı sabun ,300ml su ile tamamlanıp 5dk karıştırılarak durulanmıştır. Ardından 40 dk akan su altında bekletilmiştir. Sterilizasyon için %1 lik civa çözeltisi hazırlanarak kabin içerisinde devam edilmiştir. Kabin içerisinde tohumlar %70’lik alkol ile 2 dk steril edilip süzümüştür. Aynı işlemler civa çözeltisi ile 10dk uygulanmıştır. Son olarak tohumlar 3 kez 5' er dk steril saf su durulanarak steril hale getirilmiştir. Steril edilen tohumlar kabin içerisinde pens yardımıyla steril peçete içerisine ekimi yapıldı ve steril saf su ile nemlendirilerek çimlendirilmeye bırakılmıştır.

2.3 Ayçiçeği (P64LP130 CLP) Bitkisine Uygun Ortam Hazırlığı ve Kuraklığa Dayanıklı Kallus Geliştirme

Çimlenen tohumlardan elde edilen boğum eksplantları farklı bitki büyüme düzenleyicileri (BBD) ve %10, %20, %30, %40 ve %50 polietilen glikol (PEG 6000 (mg/L)) içeren besin ortamlarına aktarılarak kallus geliştirilmesi sağlanmıştır. Bu aşamada katı MS besin ortamının (K1; BAP 1 mg/L, NAA 0,5 mg/L, GA 1 mg/L ve K2; BAP 2 mg/L, NAA 1 mg/L, GA 1 mg/L, PEG 6000)) farklı kombinasyonları kullanılmış ve besin ortamlarına ilave edilmiştir. Besin ortamları steril edildikten sonra BBD ilave edilmiştir. (Royandazagh, 2019).

2.4 PEG 6000 İçeren Ortamlardan Elde Edilen Kalluslarda Sürgün Gelişimi

İkinci aşamada gelişen sağlıklı ve canlı kalluslar PEG 6000 içermeyen (K1; BAP 1 mg/L, NAA 0,5 mg/L, GA 1 mg/L ve K2; BAP 2 mg/L, NAA 1 mg/L, GA 1 mg/L) besin ortamlarına aktarılmış, kalluslardan sürgün geliştirme çalışmaları yapılmıştır.

2.5 Sürgünlerin Köklendirilmesi

In vitro koşulunda elde edilen sürgünler, 1 mg/L IBA ve 2 mg/L IBA (İndol-3-bütirik asit) içeren MS besin ortamına aktarılarak köklendirme çalışması yapılmıştır. Köklendirme çalışmaları steril cam kavanozlarda gerçekleştirilmiştir. Her kavanoza 4-5 adet sürgün yerleştirilmiştir. Oksin içeren ortamlarda sürgünler köklendirilmiştir. Köklenen bitkicikler 0 MS ortamına alınarak gelişimleri gözlenmiştir. (Royandazagh, 2019).

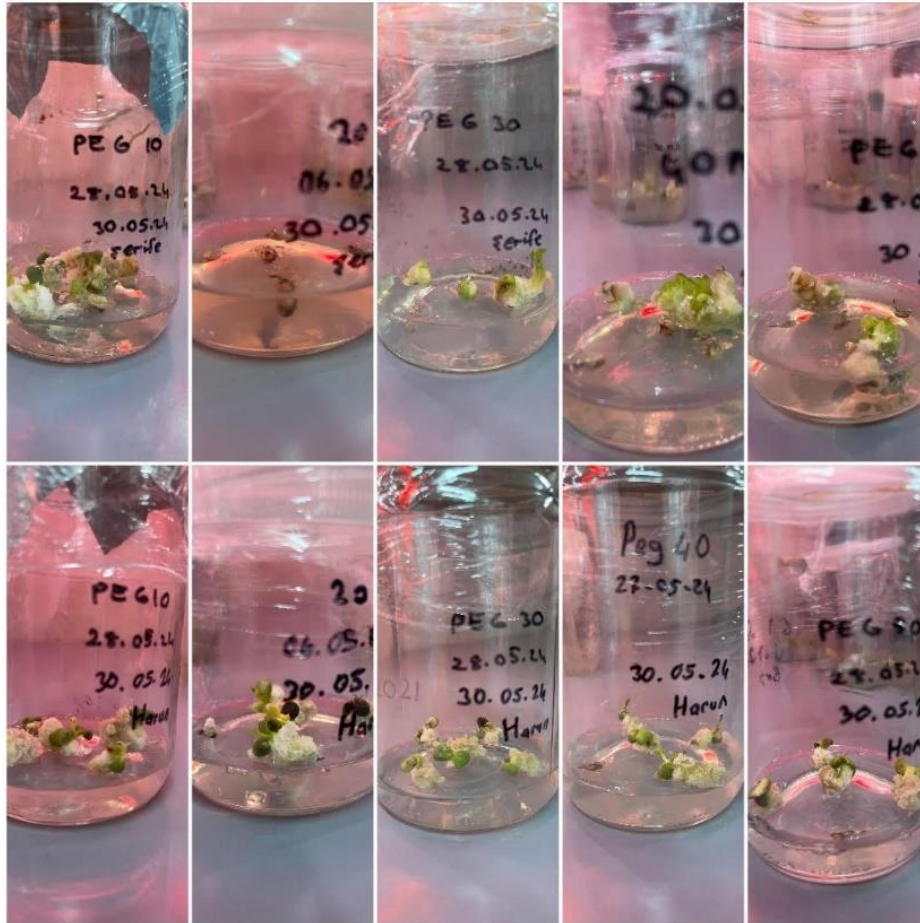
2.6 Rejenerasyon Çalışmalarının İstatistiksel Değerlendirilmesi

Rejenerasyon denemeleri üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen verilerin istatistiki değerlendirilmesi bilgisayarda SPSS ver. 22 istatistik programında One-Way Anova post hoc testlerinden Duncan testi ile yapılarak yüzde değerleri istatistik yapılmadan önce ‘Arcsin Transformasyon ’una tabi tutulmuştur (Snedecor ve Cochran 1967).

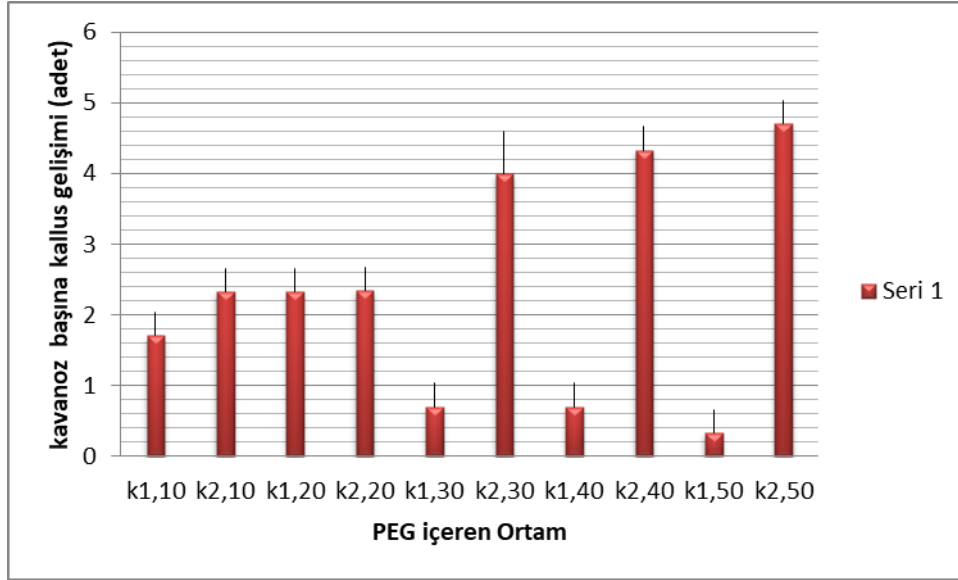
3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Ayçiçeği (P64LP130 CLP) Bitkisine Uygun Ortam Hazırlığı ve Kuraklığa Dayanıklı Kallus Geliştirme

Çimlenen steril tohumlardan elde edilen boğum eksplantı, farklı dozlarda %10, %20, %30, %40 ve %50 (mg/L) oranlarında PEG6000 ve K1; BAP 1 mg/L, NAA 0,5 mg/L, GA 1 mg/L ve K2; BAP 2 mg/L, NAA 1 mg/L, GA 1 mg/L içeren besin ortamlarına aktarılmıştır. Bu aşamada kallus geliştirmek için besin ortamlarına %3 sükröz ve 6,5 g/L bitkiye özel katılaştırıcı madde (Plant AGAR) eklenmiştir. Hazırlanan besin ortamlarının pH'ı 5.6-5.8'e ayarlandıktan sonra otoklav ile 121°C, 1,2 kg/cm² (Tekbal-STR100) basınç altında 20 dk süreyle steril edilmiştir. Eksplantlar 3 tekerrürlü ve kavanoz başına 5 eksplant olarak kültüre alınmıştır. Kültüre alındıktan 30 gün sonra yapılan gözlemlerde eksplantlarda kavanoz başına gelişen kallus sayı sonuçları değerlendirilmiştir. (Şekil 1)



Şekil 1 Sırasıyla %10, %20, %30, %40, %50 PEG 6000 oranlarında gözlenen 30 günlük kallus gelişimleri.



Tablo 1 Kavanoz başına gelişen kallus sayı grafiği

Duncan testi sonuçlarına göre kavanoz başına kallus oluşum sayısı K1; BAP 1 mg/L, NAA 0,5 mg/L, GA 1 mg/L ve K2; BAP 2 mg/L, NAA 1 mg/L, GA 1 mg/L içeren ve PEG6000 içeren MS besi ortamında 4.70 ± 0.33 ile 0.33 ± 0.33 adet arasında değişmektedir. En iyi kallus oluşumu K2 PEG 6000 %50 ortamından elde edilirken K1 PEG 6000 %50 içeren MS ortamında en az ve sağlıklı kalluslar gözlemlenmiştir.

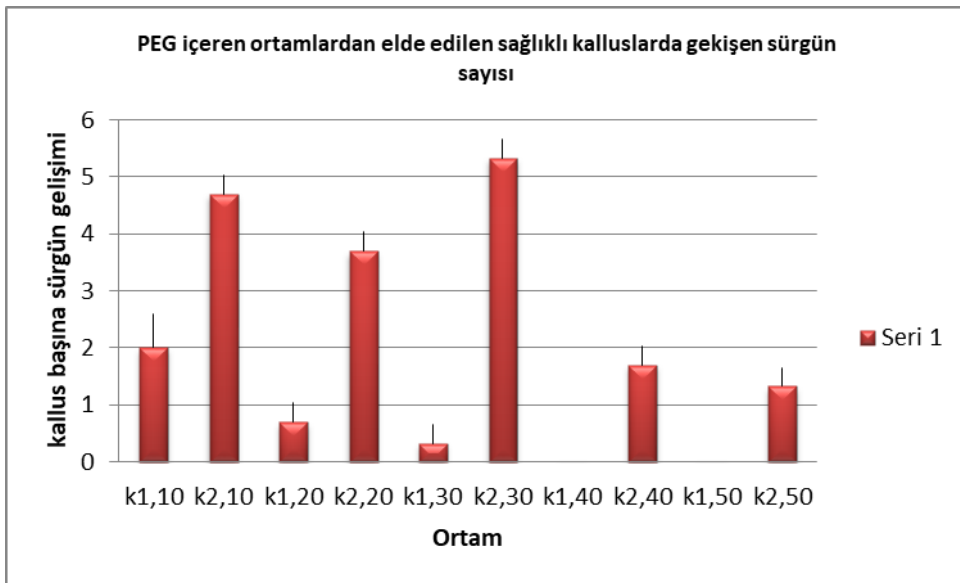
Literatürde *in vitro* ortamda PEG kullanımı ile ilgili yapılan benzer araştırmalara göre; Sevindik 2021 yılında yaptığı çalışmada; Farklı dozlarda PEG uygulamalarının safranda *in vitro* rejenerasyona etkilerini incelediği çalışmada *Crocus sativus* L. bitkisinde *in vitro* PEG uygulanmıştır. Kallus gelişimi, somatik embriyo gelişimi ve organogenez oranlarında farklılıklar belirlenmiştir. Özellikle PEG içermeyen kontrol grubunda gelişim daha yüksek olmuştur. Kontrol grubunun ardından, *in vitro* PEG denemelerinde en etkili kallus gelişimi 2 mg L-1 2,4-D + 1 mg L-1 2iP + %10 PEG içeren MS besin ortamından elde edilmiştir.

3.2 PEG 6000 İçeren Ortamlardan Elde Edilen Kalluslardan Sürgün Gelişimleri

İkinci alt kültürden (ortalama 45 gün) sonra eksplantlardan gelişen kalluslar kontrol edilerek gelişen en sağlıklı, yeşil ve canlı kalluslar seçilerek PEG 6000 içermeyen K1 (BAP 1 mg/L, NAA 0,5 mg/L, GA 1 mg/L) ve K2 (BAP 2 mg/L, NAA 1 mg/L, GA 1 mg/L) MS besin ortamlarına aktarılmıştır. PEG 6000 *in vitro* ortamlarda kuraklık özelliği yaratırken diğer taraftan sitokin BDD'lerin etkisini baskılamaktadır. Bu nedenle 30 gün sonra gelişen sürgünler kontrol edilerek sağlıklı sürgün verileri toplanmıştır.



Şekil 2 Sırasıyla K1 ve K2 besin ortamlarındaki 30 günlük sürgün gelişimleri



Tablo 2 Eksplant başına sürgün sayısı alınan eksplantların görünümü

Duncan testi sonuçlarına göre kallus başına sürgün oluşum sayısı 5.33 ± 0.33 ile 0.33 ± 0.33 arasında değişmektedir. Kallus başına en yüksek sürgün oluşumu ise K2 PEG 6000 %30 ortamından elde edilirken en düşük sürgün oluşumu K1 PEG 6000 %30 besin ortamından elde edilmiştir. K1 PEG 6000 %40 ve K1 PEG 6000 %50 ortamlarında herhangi bir gelişim gözlemlenmemiştir.

Yapılan benzer bir araştırmaya göre; Chakraborty ve arkadaşlarının 2018 yılında yaptığı çalışmada, Asya pirinci (*Oryza sativa* L.) çeşitleri olan Kasalath ve BRR1 dhan55'in, polietilen glikol (PEG-6000) ile oluşturulan yapay kuraklık koşulları altında sürgün rejenerasyon verimliliği incelenmiştir. Kallus, farklı konsantrasyonlardaki (0, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0 ve 4,0 mg/L) 2,4-Diklorofenoksiasetik asit (2,4-D) içeren Murashige ve Skoog (MS) besin ortamında indüklenmiştir. Daha sonra, en yüksek sürgün oluşumunu sağlayan 1,0 mg/L NAA + 2,0 mg/L BAP + 1,0 mg/L kinetin içeren MS ortamında, PEG (6000) altında *in vitro* sürgün rejenerasyonu gerçekleştirilmiştir. PEG seviyelerinin artmasıyla (%0,5, 1,0, 2,0, 3,0 ve 4,0) her iki çeşitte de sürgün yenilenme oranı azalmıştır. Ancak, BRR1 dhan55'in kuraklık stresine karşı rejenerasyon verimliliği, Kasalath'a kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak, PEG altında gerçekleştirilen *in vitro* tarama yöntemi, kuraklığa toleranslı bitkilerin hızlı ve güvenilir bir şekilde seçilmesi için kullanılabilir olduğu belirlenmiştir. Yine bir diğer araştırma olan Abdel-Raheem ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, farklı domates genotiplerinin *in vitro* PEG ve mannitol uygulamaları altındaki rejenerasyon kabiliyetlerini incelemişlerdir. Çalışmada, Super Marmand genotipi en yüksek kallus oluşum oranına (%77,10), 12 M ise en düşük orana (%56,3) sahip olmuştur. M2 besin ortamı (%83), kallus indüksiyonu için en uygun ortam olarak belirlenmiştir. Kotiledon eksplantları (%70,39), hipokotil eksplantlarından (%66,67) daha yüksek kallus oluşumu göstermiştir. En yüksek sürgün rejenerasyonu Amcostar genotipinde gözlemlenmiş, M4 besin ortamında %93,8 rejenerasyon oranı ve ortalama 9.7 sürgün elde edilmiştir. Farklı PEG konsantrasyonlarının, kallus büyüme dinamiği ve rejenerasyon oranları üzerinde belirgin etkileri olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kuru ağırlık, Peto-86 genotipinde, 75 g PEG içeren MS ortamında elde edilmiştir. En yüksek sürgün rejenerasyonu ise Super Starın B eksplantlarında (eksplant başına 2.14 sürgün) meydana gelmiştir. Mannitol uygulamalarında ise artan mannitol konsantrasyonları, sürgün rejenerasyon oranlarını düşürmüştür. 0.0 mM mannitol içeren ortam en yüksek sürgün sayısına sahipken, en düşük oran 100.0 mM mannitol içeren ortamda gözlemlenmiştir. PEG ve mannitol içeren ortamlar, doğrudan rejenerasyon yerine organogenezik oluşumları teşvik etmiştir.

3.3 Sürgünlerin Köklendirilmesi

Elde edilen sürgünlerin köklendirilmesinin başarıyla sonuçlanabilmesi oldukça önemlidir. *In vitro* koşullarda elde edilen sürgünlerin köklendirme aşaması için 0 MS temel besin ortamı, 1 ve 2 mg/L İBA içeren oranlar kullanılmıştır. Kullanılan tüm ortamlarda başarılı bir şekilde köklendirme sağlanmıştır.

Literatürde *in vitro* ortamda ölmez otu bitkisinin (*Helichrysum italicum*) bitki doku kültüründe sürgün rejenerasyonunu inceleyen Uz ve Savalan 2024, belirlenen uygun sterilizasyon aşamalarından sonra sürgün rejenerasyonunu gözlemlenmek üzere BAP, GA ve NAA BBD içeren ve iki farklı besin ortamlarına (MS ve Gamborg B5) steril eksplantları aktarmıştır. Elde edilen verilerle yapılan Duncan testine göre, MS besin ortamında eksplant başına sürgün oluşum sayısı 2 ile 12, aralığında olduğunu; En düşük sürgün oluşumunun MS kontrol ortamında gözlemlenirken, en yüksek sürgün oluşumunun ise MS 0,5 mg L⁻¹ BAP + 1 mg L⁻¹ GA + 0,2 mg L⁻¹ NAA besin ortamından elde edildiğini, bununla birlikte Gamborg B5 besin ortamında

ise herhangi bir gelişim gözlenmediğini bildirmiştir. Buradan elde edilen sürgünlerin köklendirilmesi için 0 MS, 0,5 mg L-1 IBA, 1 mg IBA, 1,5 mg L-1 ve 2 mg L-1 IBA içeren MS ve 1/2MS ortamına alınmıştır. Hazırlanan tüm ortamlarda dört hafta içerisinde %100 köklenme görülmüştür. Ortamlardan elde edilen verilere göre en fazla kök sayısı 1/1 MS + 1 mg L-1 IBA içeren besin ortamında, en az ise büyüme düzenleyicisi içermeyen 1/2 MS besin ortamında gözlemlendiğini bildirmiştir.



Şekil 3 En iyi gelişim gösteren sürgünlerin seçilerek İBA içeren ortamlara aktarılması.



Şekil 4 Sırasıyla %40, %30 ve %20 PEG 6000 oranlarındaki kök gelişimleri

4.1 Yüzey Sterilizasyonu

Bu proje kapsamında yapılan sterilizasyon çalışmalarında denemelerden elde edilen gözlemlere göre sodyum hipoklorit, etil alkol ve civa derişimleri ile eksplantlara temas sürelerinin sterilizasyonun başarısını etkileyen bir unsur olduğu, materyal ve yöntem kısmında belirtilen yüzey sterilizasyonu aşamalarının en başarılı sterilizasyon aşamaları olduğu belirlenmiştir.

4.2 Ayçiçeği Tohumlarının Çimlendirmesi

Ayçiçeği tohumlarının çimlenmesi denemelerinde tohumların steril hale getirilmesi ardından kabin içerisinde pens yardımıyla steril peçeteler arasına steril saf su ile nemlendirilerek düzenli kontrol eşliğinde çimlendirilmesi ve ardından kabuklarının soyularak uygun besin ortamlarına aktarılması ile başarılı çimlendirme sonuçları elde edilmiştir.

4.3 %10- %50 Oranlarında PEG 6000 İçeren Besin Ortamlarında Kallus Geliştirilmesi

Yapılan tüm gözlemlerin sonucunda PEG 6000 oranının daha yüksek olduğu ortamlarda kallusların kararmaya başladığı, yeşil aksamın gelişiminin PEG 6000 %20 'den sonra gözle görülür şekilde baskılandığı görülmüş, eksplantların PEG 6000 %30 oranında gelişmeleri olumlu olup dayanıklılık göstermiş, PEG 6000 %40 ve %50 oranlarında diğer ortamlara göre daha az gelişme görülmüştür ve zaman ilerledikçe ortamda gelişen kalluslar canlılığını kaybederek sararmıştır.

4.4 Sürgün Gelişimleri

Çalışmanın başlangıcında çimlenme sonucu gelişen ayçiçeği bitkiciklerden alınan boğum eksplantları K1 ve K2(K1; BAP 1 mg/L, NAA 0,5 mg/L, GA 1 mg/L ve K2; BAP 2 mg/L, NAA 1 mg/L, GA 1 mg/L) besin ortamlarına aktarılmıştır ve 2 alt kültür sonrası gelişen sağlıklı, canlı ve yeşil kalluslar PEG 6000 içermeyen K1 ve K2 ortamlarına aktarılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda *in vitro* çalışmalarında PEG 6000 sentetik bileşiminin bitki büyüme düzenleyicilerinin etkisini azaltarak ve özellikle ortamlarda yüksek oranda sitokinin (BAP; 6-Benzylaminopurine) olmasına rağmen eksplantlarda sadece kallus gelişimi gösterdiği gözlenmiştir. Bu sebeple sadece kallus gelişim aşamasında besin ortamlarında PEG 6000 kullanılarak kuraklığa dayanıklı kalluslar seçilmiştir ve çalışmanın diğer aşamalarında PEG 6000 içermeyen ortamlar tercih edilmiştir.

Referanslar

- 1) Meral, Ü. B. (2019). Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin önemi ve üretimine genel bir bakış. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 2(2), 58-71.
- 2) Adeleke BS, Babalola OO. Oilseed crop sunflower (*Helianthus annuus*) as a source of food: Nutritional and health benefits. *Food Sci Nutr*. 2020 Jul 31;8(9):4666-4684. doi: 10.1002/fsn3.1783. PMID: 32994929; PMCID: PMC7500752.
- 3) Sala, C. A., Bulos, M., Altieri, E., & Ramos, M. L. (2012). Genetics and breeding of herbicide tolerance in sunflower. *Helia*, 35(57), 57-70.
- 4) BAŞARAN, M. S., SERİM, A. T., & ASAV, Ü. (2017). Ankara ayçiçeği ekim alanlarında sorun olan domuz pıtrağı (*Xanthium strumarium* L.) 'nın meydana getirdiği ürün kayıpları ve ekonomik zarar eşiğinin belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 57(3), 251-262.
- 5) Alyürük, G. (2016). Ayçiçeği (*Helianthus Annuus* L.) tarımında kullanılan İmı grubu herbisitlerin oluşturduğu stresin ayçiçeğinde neden olduğu anatomik ve morfolojik değişimlerin incelenmesi (Master's thesis, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- 6) Hamad, S. W. (2017). Bioherbicidal properties of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and its activities in weed management (Doctoral dissertation, Newcastle University).
- 7) MENGÜÇ, Ç. (2018). Herbisit toksisitesi ve yabancı otlara karşı alternatif mücadele stratejileri. *Turkish Journal of Weed Science*, 21(1), 61-73.
- 8) Kaya, M. D., Okçu, G., Atak, M., Cıkılı, Y., & Kolsarıcı, Ö. (2006). Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European journal of agronomy*, 24(4), 291-295.
- 9) Ahmad, S., Ahmad, R., Ashraf, M. Y., Ashraf, M., & Waraich, E. A. (2009). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. *Pak. J. Bot*, 41(2), 647-654.
- 10) Fulda, S., Mikkat, S., Stegmann, H., & Horn, R. (2011). Physiology and proteomics of drought stress acclimation in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Plant Biology*, 13(4), 632-642.
- 11) Poormohammad Kiani, S., Grieu, P., Maury, P., Hewezi, T., Gentzbittel, L., & Sarrafi, A. (2007). Genetic variability for physiological traits under drought conditions and differential expression of water stress-associated genes in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Theoretical and applied genetics*, 114, 193-207.
- 12) Nezami, A., Khazaei, H. R., BOROUMAND, R. Z., & Hosseini, A. (2008). Effects of drought stress and defoliation on sunflower (*Helianthus annuus*) in controlled conditions.
- 13) Baloğlu, M. C., Kavas, M., AYDIN, G., Öktem, H. A., & Yücel, A. M. (2012). Antioxidative and physiological responses of two sunflower (*Helianthus annuus*) cultivars under PEG-mediated drought stress. *Turkish Journal of Botany*, 36(6), 707- 714.
- 14) Önemli, Fadul (2022) "Yağ Bitkileri Yetiştirme ve ıslahı", Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi-Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü-Endüstri Bitkileri Anabilim Dalı, (sy.83)
- 15) Royandazagh, D. S. (2019). Potential Of Flow Cytometry İn Sex Determination and *In Vitro* Micropropagation Of *Laurus Nobilis* L. *Applied Ecology and Environmental Research* 17(3):5953-5964. DOI: 1703_59535964
- 16) Ergin, N., & Kaya, M. D. (2020). Effects of Drought and Temperature Stress on Germination and Seedling Development of Sunflower. *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology*, 8(3), 598-602.
- 17) ATAĞ, B., ERDOĞAN, S., & KARADAVUT, S. TRAKYA BÖLGESİNDE SULAMA OLANAKLARININ ARTTIRILMASININ AYÇİÇEĞİ ÖZELİNDE TARIMSAL

ÜRETİME VE İTHALAT İHTİYACINA ETKİLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME.

- 18) Snedecor, G. W., & Cochran, W. G. (1967). Statistical methods. 6th Edition, Ames, Iowa, Iowa State University.
- 19) Yaman, C. (2020). *Cannabis Sativa* L. (Kenevir)'de *İn Vitro* Mikroçoğaltım. Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi, 3(2), 54- 62.
- 20) YILMAZ, G. (2023). Kuraklık ve Sıcak Hava Dalgasının Tarımsal Üretim Üzerine Etkileri. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 9(2), 240-257.
- 21) Elahi, N. N., Farrukh, N. U. A., Jalaluddin, S., Ahmed, H. M., Saima, S., Mustafa, S., ... & Danish, S. (2023). Comparing the positive impacts and stress induction by polyethylene glycol (PEG 6000) variable levels on canola (*Brassica napus* L.) growth, yield, and oil contents. ACS omega, 8(32), 29046-29059.
- 22) Martínez-Santos, E., Cruz-Cruz, C. A., Spinoso-Castillo, J. L., & Bello-Bello, J. J. (2021). *In vitro* response of vanilla (*Vanilla planifolia* Jacks. Ex Andrews) to PEG-induced osmotic stress. Scientific Reports, 11(1), 22611.
- 23) Abdel-Raheem, A. T., Ragab, A. R., Kasem, Z. A., Omar, F. D., & Samera, A. M. (2007). *In vitro* selection for tomato plants for drought tolerance via callus culture under polyethylene glycol (PEG) and mannitol treatments.
- 24) Sevindik, B. (2021). FARKLI DOZLARDA PEG 6000 UYGULAMALARININ SAFRANDA İN VİTRO REJENERASYONA ETKİLERİ. *Turkish Journal of Forest Science*, 5(2), 408-417.
- 25) Chakraborty, A., Chowdhury, S., Haque, Z., Dash, A. K., & Mosnaz, A. T. M. J. (2018). *In vitro* shoot regeneration of rice (*Oryza sativa* L.) varieties under artificial drought stress. *The Agriculturists*, 16(1), 55-64.
- 26) Uz, I., Savalan, S. (2024). Ölmez otu (*Helichrysum italicum* (ROTH) G. DON) bitkisinin *in vitro* mikro çoğaltımı. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(1): 246-255.

**TAMARILLO (SOLANUM BETACEUM) YIELD AND FRUIT QUALITY
ATTRIBUTES GROWN IN RIZE CONDITIONS**

Güler NAİBOĞLU DOĞAN (ORCID: 0009-0007-3892-2624)

Recep Tayyip Erdoğan, University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture,
Rize, Pazar, Türkiye, **Email:** guler_naiboglugodan22@erdogan.edu.tr

Araş. Gör. Dr. Nalan BAKOĞLU* (ORCID: 0000-0002-1764-8925)

Recep Tayyip Erdoğan, University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture,
Rize, Pazar, Türkiye, **Email:** nalan.bakoglu@erdogan.edu.tr

Abstract

Tamarillo (*Solanum betaceum Cav.*), also called tree tomato. The exact origin of this fruit is unknown, but wild cultivar exist in South American countries including Bolivia, Chile, Ecuador and Peru. Tamarillo is a subtropical fruit with unique taste and colour, highly nutritious. This study aims to examine the yield and some fruit quality characteristics of Tamarillo fruit grown in Pazar district of Rize. For this reason, the fruits were obtained from the producer's garden in 2023. In the research, some characteristics such as fruit yield (kg/tree), fruit length (mm), fruit width (mm), fruit weight (g), fruit firmness (N), titratable acidity (%), dry matter (%) were examined. The result of the study, fruit width, fruit length and fruit weight were 34.29-42.73 mm, 56.82-70.44 mm and 36.61-61.89 g, respectively. In the study, fruit firmness, titratable acidity and dry matter amounts were determined as 43.15 N, 2.05 % and 14.62%, respectively.

Keywords: Tamarillo, tree tomato, yield, titratable acidity, dry matter

RİZE KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN TAMARİLLONUN (SOLANUM BETACEUM) VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİ

Özet

Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.), ağaç domatesi olarak da adlandırılmaktadır. Kökeni tam olarak bilinmemekle birlikte, Bolivya, Şili, Ekvador ve Peru dahil olmak üzere Güney Amerika ülkelerinde yabani çeşitleri bulunmaktadır. Tamarillo, oldukça besleyici, eşsiz tat ve renge sahip subtropikal bir meyvedir. Bu çalışma Rize'nin Pazar ilçesinde yetiştiriciliği yapılan Tamarillo meyvesinin verim ve bazı meyve kalite özelliklerini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla meyveler 2023 yılında üretici bahçesinden temin edilmiştir. Araştırmada verim (kg/ağaç), meyve uzunluğu (mm), meyve genişliği (mm), meyve ağırlığı (g), meyve eti sertliği (N), titre edilebilir asitlik (%), kuru madde miktarı (%) olmak üzere bazı özellikler incelenmiştir. Çalışma sonucunda meyve eni, meyve boyu ve meyve ağırlığı sırasıyla 34.29-42.73 mm, 56.82-70.44 mm, 36.61-61.89 g'dır. Çalışmada, meyve sertliği, titre edilebilir asitlik miktarı ve kuru madde miktarları sırasıyla 43.15 N, %2.05 ve %14.62 olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Tamarillo, ağaç domatesi, verim, titre edilebilir asitlik, kuru madde

Giriş

Tamarillo, Solanaceae familyasındaki Solanum cinse ait çok yıllık bir ağaç veya çalı türüdür. Tamarillo, domatese benzer şekli nedeniyle yaygın olarak ağaç domatesi olarak da bilinir (Wang & Zhu, 2020; Diep vd., 2020). Tamarillonun (*Solanum betaceum* Cav.) anavatanı tam olarak bilinmemekle birlikte, Bolivya, Şili, Ekvador ve Peru dahil olmak üzere Güney Amerika'nın Anddağları bölgesinde yabani formları bulunmaktadır. Avustralya, Kolombiya ve Yeni Zelanda da ticari olarak yetiştirilmektedir (Ramirez, 2021; Diep vd., 2022; Rito vd., 2023). Subtropikal bir meyve olarak tamarillo, organik madde bakımından zengin, pH'ı 5-8,5 olan toprak koşullarında, 600-4000 mm arasında yağış alan ve 15-20°C arasında sıcaklığa sahip bölgelerde yetiştirilir (Prohens & Nuez, 2001). Dikiminden 2-3 yıl sonra meyveye yatar ve ekonomik ömrü 7-8 yıldır (Schotsmans vd., 2011). Yapraklar 20-40 cm uzunluk ve 20-35 cm genişliğinde oldukça büyük, yeşil kalp şeklinde ve kendine has bir kokuya sahiptir. Çiçekler pembe-beyaz taç yapraklı ve hoş kokuludur. Çiçeklenme salkım şeklinde olup, 10-50 adet arasında çiçek taşır. Uzun saplarla tutulan 3-12 adet arasında değişen meyve bulunur. Meyve yumurta şeklinde, her iki ucu sivri, 4-10 cm uzunluğunda ve 3-5 cm genişliğindedir. Kabuğu pürüzsüz, sarı, kırmızı ve mor renklerde olabilir. Kırmızı çeşit diğerlerinden daha popüler ve daha yaygındır. Meyve eti sulu, kendine has aroması ile hafif acı, tatlı-ekşi bir tada sahip, düz ve yuvarlak çok sayıda yenilebilir tohum bulunur (Morton, 1987; Prohens & Nuez 2001). Rize koşullarında bazı üretici bahçelerinde bu ürüne rastlamak mümkündür. Rize koşullarında yetiştirilen tamarillonun verim ve kalite özelliklerinin belirlendiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmanın amacı Rize koşullarında yetiştirilen tamarillonun verim ve meyve özelliklerinin belirlenmesidir.

Materyal ve Metot

Materyal

Bu çalışmada bitkisel materyal olarak Rize'nin Pazar ilçesinde üretici bahçesinden 2023 yılında temin edilen Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) meyveleri kullanılmıştır.

Metot

Derimden hemen sonra pomoloji laboratuvarına getirilen meyvelerde meyve uzunluğu (mm), meyve genişliği (mm), meyve ağırlığı (g), titre edilebilir asitlik miktarı (%), meyve eti sertliği, kuru madde miktarı (%) gibi özellikler incelenmiştir.

Ağaç başına meyve verimi (kg/ağaç): Her bir bitkinin meyveleri derim döneminde ayrı ayrı toplanmış ve meyvelerin terazide tartılmasıyla ağaç başına ortalama meyve verimi belirlenmiştir.

Meyvede uzunluğu (mm): Meyvelerin üst yüzeyi ile alt yüzeyi arasındaki en uzun mesafe kumpas yardımıyla ölçülmüştür.

Meyve genişliği (mm): Meyve eksenine dik büyük çap üzerinden ölçülmüştür.

Meyve ağırlığı (g): Her bir meyvenin ağırlığının 0.01 g hassas terazide tartılmasıyla elde edilmiştir.

Titre edilebilir asitlik kapsamı: 5 mL meyve suyunun 45 mL saf su ile seyreltilmesi ile 0.1 N NaOH ile pH=8.1'e değin titre edilmesi ile %sitrik asit cinsinden belirlenmiştir.

Meyve eti sertliği: Meyve eti sertliği, her bir meyvenin ekvatorial bölgesinin iki farklı yerinden 7.9 mm'lik uca sahip penetrometre yardımıyla ölçülmüştür.

Kuru madde miktarı (%): Kuru madde için örnekler etüvde yüksek sıcaklıkta kurutulmuştur. Sonuçlar fırın kuru ağırlığı esasına göre belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Her bir ağaçtaki meyvelerin tamamı hasat edilip tartılarak ağaç başı verim değerleri belirlenmiştir. Hasat edilen meyve örnekleri pomoloji laboratuvarına getirilmiş ve bu meyvelerde fiziksel ve biyokimyasal analizler yapılmıştır. Meyve uzunluğu (mm), meyve genişliği (mm), meyve ağırlığı (g), Verim (kg/ağaç), titre edilebilir asit miktarı (%), meyve eti sertliği, kuru madde miktarı (%) incelenmiştir.

Verim, meyve eni, meyve boyu, meyve ağırlığı

Tamarillo meyveleri pürüzsüz yumurta şeklindedir ve iki ucu sivridir. Ağaçta meyveler salkım şeklinde bulunur. Bir salkımda 15 adede kadar meyve bulunabilmektedir. Meyve kabuğu kırmızı renkte, hafif serttir ve karakteristik bir tada sahiptir ancak posası çok suludur ve çok az acıdır. Meyve içinde düz ve yuvarlak olan 230-320 arasında tohum bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. A: Tamarillo bitkisi (*Solanum betaceum* Cav.), B, C: Tamarillo meyveleri

Rize koşullarında yetiştirilen tamarillonun verim özellikleri belirlenmiştir. Minimum-maksimum verim değerleri sırasıyla 19,53-24,54 kg/ağaç olarak bulunmuştur (Tablo 1). Pomoloji laboratuvarına getirilen meyvelerin meyve eni, meyve boyu, meyve ağırlığı belirlenmiştir. Çalışmada, meyve eni 34,29-42,73 mm, meyve boyu 56,82-70,44 mm, meyve ağırlığı 36,61-61,89 g arasında değişmektedir (Tablo 1, Şekil 1). Tayvan'da yetiştirilen Tamarillo meyvelerinin eni 3,48-3,84 cm, boyu 4,64-5,59 cm ve ağırlığı 30,24-39,23 g'dır (Chen vd., 2024). İspanya'da yetiştirilen mor-kırmızı Tamarillo meyvelerinin eni 4,6 cm, boyu 5,5 cm ve ağırlığı 63 g'dır (Romero-Rodriguez vd., 1994; Vasco vd., 2009). Tayvan'da yetiştirilen kırmızı tamarillolar Ekvador'daki mor-kırmızı tamarillodan daha küçük ve nispeten daha hafif olmakla birlikte Ekvatordakilerin meyve boyu 8,0 cm, eni 7,0 cm ve ağırlığı 188 g'dır (Vasco vd., 2009). Tipik olarak, kırmızı tamarillolar mor-kırmızı olanlardan daha küçük olma eğilimindedir (Diep vd., 2020). Çeşit, yetiştirme koşulları, ekolojik koşullar meyvenin boyutunu etkileyebilir. Kolombiya'da yapılmış bir çalışmaya göre aşılı ağaçlara ait meyveler aşı yapılmamış ağaçlardan elde edilen meyvelere göre daha uzun, daha geniş ve daha ağırdır. Aşılınmış çeşitlerde ortalama meyve ağırlığı 160,1-193,7 g, ortalama uzunluk 7,2-7,9 cm, meyve genişliği 6,4 -6,7 cm'dir. Aşılınmamış çeşitlerde ortalama meyve ağırlığı 92,3-130,2 g, meyve uzunluğu 6,5 -7,2 cm, meyve genişliği 5-5,9 cm arasındadır (Ramirez, 2021).

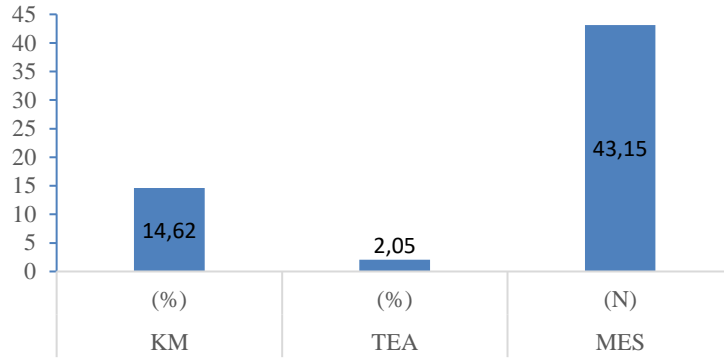
Tablo 1. Tamarillo meyvelerinin verim, meyve en (mm), boy (mm), meyve ağırlığı (g)

	Verim (kg/ağaç)	Meyve eni (mm)	Meyve boyu (mm)	Meyve ağırlığı (g)
Max	24,54	42,73	70,44	61,89
Min	19,53	34,29	56,82	36,61
Ortalama	21,95±2,51	39,02±1,57 ¹	64,46±2,50	48,71±4,75

¹Her değer ortalama ± standart sapma (n = 84) olarak ifade edilmiştir.

Kuru madde, titre edilebilir asitlik kapsamı, meyve eti sertliği

Çalışmada tamarillo meyvelerinin kuru madde miktarı, titre edilebilir asitlik miktarı ve meyve eti sertliği belirlenmiştir (Şekil 2). Çalışmada tamarillo meyvelerinin kuru madde miktarları %14,62'dir. Tamarillo meyvelerinde bulunan en önemli organik asit sitrik asittir (Chen vd., 2024). Çalışmada tamarillo meyvelerinin titre edilebilir asitlik miktarı belirlenmiş ve meyvelerinin titre edilebilir asitlik miktarı, sitrik asit cinsinden %2,05 olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Tayvan'da yetiştirilen kırmızı çeşitte titre edilebilir asit miktarı %2,08'dir (Chen vd., 2024). Ekvador'daki mor-kırmızı tamarillonun titre edilebilir asitlik miktarı %1,0 (Vasco vd., 2009) ve kırmızı %1,37-%1,39, kırmızı konik %1,33 ve mor tamarillonun %1,24-%1,75'dir (Acosta-Quezada vd., 2015). Çalışmada, tamarillo meyvelerinin meyve eti sertlik değeri 43,15 N olarak belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Tamarillonun kuru madde miktarı (KM), (%), titre edilebilir asitlik kapsamı (TEA), (%), meyve eti sertliği (MES), (N). Veriler ortalama değer (n = 3) olarak ifade edilir.

Sonuç

Bu çalışmada, Rize ilinde yetiştiriciliği yapılan Tamarillo (*Solanum betaceum*) meyvesinin verim, meyve en, meyve boy, meyve ağırlık, titre edilebilir asitlik miktarı, kuru madde miktarı, meyve eti sertliği özellikleri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, meyve eni 34,29-42,73 mm, meyve boyu 56,82-70,44 mm, meyve ağırlığı 36,61-61,89 g arasında değişmektedir. Çalışmada, meyve sertliği 43,15 N, kuru madde miktarları %14,62'dir.

Teşekkür

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Desteği Programı kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Acosta-Quezada, P., Raigon, M., Riofrío-Cuenca, T., García-Martínez, M., Plazas, M., Burneo, J., Figueroa, J., Vilanova, S. & Prohens, J. (2015). Diversity for chemical composition in a collection of different varietal types of tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.), an Andean exotic fruit. *Food Chem.* 169, 327–335.
- Chen, S.Y., Zhang, Q.F., & Lin, S.D. (2024). Nutritional and phytochemical composition of the red tamarillo grown in Taiwan. *Journal of Food Composition and Analysis*, 131, 106258.
- Diep, T., Pook, C. & Yoo, M. (2020). Phenolic and anthocyanin compounds and antioxidant activity of tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.). *Antioxidants*, 9(2), 169.
- Diep, T.T, Rush, E.C. & Yoo, M.J.Y. (2022). Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.): A review of physicochemical and bioactive properties and potential applications. *Food Reviews International*, 38(7), 1343-1367.
- Morton, J. (1987), Tree tomato, fruits of warm climates, Miami, Florida.
- Prohens, J. & Nuez, F. (2001) The tamarillo (*Cyphomandra betacea*), small fruits Review, 1:2, 43-68.
- Ramírez, F. (2021). Tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.) grafted with a wild *Solanum* species. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 68(6), 2265-2271.
- Rito, M., Marques, J., Costa, R.M.F., da, Correia, S., Lopes, T., Martin, D., Canhoto, J.M.P. L., Carvalho, L.A.E.B., de, & Marques, M.P.M. (2023). Antioxidant potential of tamarillo fruits-chemical and infrared spectroscopy analysis. *Antioxidants*, 12, 536.
- Romero-Rodríguez, M.A., Vázquez-Oderiz, M.L., López-Hernández, J. & Simal-Lozano, J. (1994). Composition of babaco, feijoa, passion fruit and tamarillo produced in Galicia (north-west Spain). *Food Chemistry*, 49, 23-27.
- Schotsmans, W.C., East, A. & Woolf, A. (2011). Tamarillo (*Solanum betaceum* (Cav.)). *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits*, Woodhead Publishing, 427-442.
- Wang, S. & Zhu, F. (2020). Tamarillo (*Solanum betaceum*): Chemical composition, biological properties, and product innovation. *Trends in Food Science & Technology*, 95, 45-58.
- Vasco, C., Avila, J., Ruales, J., Svanberg, U. & Kamal-Eldin, A. (2009). Physical and chemical characteristics of golden-yellow and purple-red varieties of tamarillo fruit (*Solanum betaceum* Cav.). *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 60, 278–288.

**DETERMINATION OF ANTIMICROBIAL RESISTANCE PROFILE OF
Proteus mirabilis STRAINS ISOLATED FROM CATS AND DOGS**

Doç. Dr. Özgül GÜLAYDIN (ORCID: 0000-0001-8376-2008)

Siirt University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Microbiology, Siirt-Türkiye
Email: ozgul.gulaydin@siirt.edu.tr (Corresponding Author)

Dr. Öğr. Üyesi Muazzez YEŞİLYURT (ORCID: 0000-0003-4195-6335)

Siirt University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Microbiology, Siirt-Türkiye
Email: muazzez.yesilyurt@siirt.edu.tr

Abstract

Proteus mirabilis is a bacterium that can be found in soil and water and is isolated from various disease cases in both humans and animals. The agent also causes nosocomial infections. This study aimed to isolate *P. mirabilis* strains from swab samples taken for routine diagnosis from clinical cases detected in cats and dogs between 2021 and 2024. In addition, the resistance profile of the isolates against various antimicrobial agents was determined. The isolates were identified using a commercial bacterial identification test kit. Antimicrobial susceptibility of the isolates was determined by the disk diffusion method. In the study, *Proteus* spp. suspected strains were isolated from 6.12% (n=15) of 245 swab samples taken from cats and dogs. All isolates obtained were identified as *P. mirabilis*. It was determined that 7 (46.66%) of the isolates were obtained from surgical site infections that developed after the surgical operation and 8 (53.33%) were obtained from open infected wound cases. All of 53.33%, 100%, 33%, 80% and 46.66% strains were found susceptible to enrofloxacin, piperacillin + tazobactam, ampicillin, cefpodoxime and chloramphenicol, respectively. Extended-spectrum beta-lactamase resistance was detected in 2 (13.33%) of the isolates. In conclusion, it was determined in this study that *P. mirabilis* strains can cause surgical site infections and wound infections in cats and dogs. It was concluded that piperacillin + tazobactam and cefpodoxime can be used in the treatment of cases caused by the agent.

Keywords: Cat, Dog, *P. mirabilis*, Wound

KEDİ VE KÖPEKLERDEN İZOLE EDİLEN *Proteus mirabilis* SUŞLARININ ANTİMİKROBİYAL DİRENÇ PROFİLİNİN BELİRLENMESİ

Özet

Proteus mirabilis, toprak ve suda bulunabilen bir bakteri olup, hem insan hem de hayvanlarda çeşitli hastalık olgularından izole edilmektedir. Etken aynı zamanda hastane enfeksiyonlarına da neden olmaktadır. Bu çalışmada, 2021-2024 yılları arasında kedi ve köpeklerde tespit edilen klinik vakalardan rutin teşhis amacıyla alınan svap örneklerinden *P. mirabilis* suşlarının izolasyonu amaçlandı. Bununla birlikte izolatların çeşitli antimikrobiyal maddelere karşı direnç profili belirlendi. Elde edilen izolatlar, ticari bakteri identifikasyon test kiti ile tanımlandı. Antimikrobiyal duyarlılık ise disk difüzyon yöntemiyle belirlendi. Çalışmada kedi ve köpeklerden alınan 245 svap örneğinin %6.12 (n=15)'inde *Proteus* spp. şüpheli izolat elde edildi. Elde edilen izolatların tamamı *P. mirabilis* olarak tanımlandı. İzolatların 7 (%46.66)'sinin operasyon sonrası gelişen cerrahi alan enfeksiyonundan, 8 (%53.33)'inin ise açık enfekte yara olgularından elde edildiği belirlendi. Suşların %53.33, %100, %33, %80 ve %46.66'sı sırasıyla enrofloksasin, piperasilin+tazobaktam, ampisilin, sefpodoksim ve kloramfenikole karşı duyarlı bulundu. *P. mirabilis* izolatlarının 2 (%13.33)'sinde genişlemiş spektrumlu beta laktamaz direnci tespit edildi. Sonuç olarak bu çalışmada *P. mirabilis* suşlarının kedi ve köpeklerde cerrahi alan enfeksiyonu ve yara enfeksiyonlarına neden olabileceği belirlendi. Etkenin neden olduğu olguların tedavisinde piperasilin+tazobaktam ile sefpodoksimin kullanılabilirliği kanıtlandı.

Anahtar Kelimeler: Kedi, Köpek, *P. mirabilis*, Yara

Giriş

Proteus'lar ilk defa 1885 yılında Alman mikrobiyolog Gustav Hauser tarafından tanımlanmıştır (Manos ve Belas, 2006). *Enterobacteriaceae* familyasında bulunan *Proteus mirabilis* (*P. mirabilis*), *Gammaproteobacteria* sınıfının, *Enterobacteriales* takımında bulunmaktadır (Armbruster ve ark., 2018). *P. mirabilis*, Gram negatif, hareketli, üreaz pozitif, swarming tarzda koloni oluşturan ve çomak morfolojisine sahip bir mikroorganizmadır (Drzewiecka, 2016).

Etken memelilerin bağırsak florasında bulunmasının yanında su ve toprakta da gelişim sağlamaktadır. *P. mirabilis*, hem insan hem de hayvanlarda önemli hastane patojeni olarak da tanımlanmaktadır (Harada ve ark., 2014). Özellikle evcil hayvanlarda meydana gelen otitis eksterna, deri enfeksiyonları, solunum sistemi, gastrointestinal sistem ve idrar yolu enfeksiyonlarından sıklıkla izole edildiği bildirilmektedir (Zamankhan Malayeri ve ark., 2010; Harada ve ark., 2014; Drzewiecka, 2016; Zhang ve ark., 2021).

Yapılan çalışmalar neticesinde *P. mirabilis* izolatlarında çeşitli antimikrobiyal etkenlere karşı direnç geliştiği rapor edilmiştir. İzolatlarda belirlenen direnç profilinin özellikle β -laktam grubu antibiyotiklere karşı meydana geldiği ve tetrasiklin ile polimiksine karşı da direnç oranında artış olduğu bildirilmektedir (Harada ve Asai, 2010; Harada ve ark., 2014; Shelenkov ve 2020; Liu ve ark., 2023). Bu durum evcil hayvanlarda kullanılan antimikrobiyal etkenlerin potansiyel kullanımını ve tedavi şansını azaltmaktadır. Ayrıca evcil hayvanlardan insanlara dirençli suşların bulaşması, önemli halk sağlığı sorunlarının ortaya çıkmasına neden olarak dirençli suşların önemini daha da artırmaktadır (Harada ve ark., 2014; Gómez-Beltrán ve ark., 2020).

Bu kapsamda bu çalışmada; kedi ve köpeklerden alınan çeşitli klinik örneklerden *Proteus* spp. suşlarının izolasyonu ve izole edilen suşların çeşitli antimikrobiyal maddelere karşı duyarlılıklarının belirlenmesi amaçlandı.

Materyal ve Metot

Materyal

Bu çalışmada 2021-2024 yılları arasında farklı ırk, yaş ve cinsiyetteki 164 kedi ve 81 köpekte tespit edilen çeşitli klinik vakalardan alınarak rutin teşhis amacıyla Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı Laboratuvarı'na gönderilen svap örnekleri kullanıldı.

Metot

Proteus spp. izolasyon ve identifikasyonu

Laboratuvara getirilen svap örnekleri *Proteus* spp. izolasyon ve identifikasyonu amacıyla kanlı agar ve MacConkey agar besiyerlerine ekilerek 37°C'de aerobik ortamda 24-48 saat süreyle inkübe edildi. İnkübasyon periyodu sonunda besiyerinde üreyen koloniler, koloni morfolojisi, Gram boyama özelliği, oksidaz, üreaz, H₂S, indol reaksiyonu ve hareket yeteneğine göre değerlendirildi. Buna göre kanlı agar besiyerinde "swarming" koloni oluşturan, Gram negatif, çomak morfolojisine sahip, oksidaz negatif, üreaz, H₂S pozitif, indol testi pozitif ve/veya negatif olan hareketli olan koloniler, *Proteus* spp. şüpheli olarak değerlendirildi (Quinn ve ark., 2011).

Şüpheli izolatların tür düzeyinde identifikasyonu için ticari bakteri identifikasyon test kiti (Microgen™ GN-ID A) kullanıldı. Testin uygulanışı ve değerlendirmesinde üretici firma önerileri dikkate alındı.

Antimikrobiyal duyarlılığın belirlenmesi

İdentifiye edilen izolatların çeşitli antimikrobiyal maddelere karşı duyarlılığının

belirlenmesinde disk difüzyon test yöntemi kullanıldı. Bu amaçla ampisilin (10 µg), piperasilin+tazobaktam (100 µg/10 µg), sefpodoksim (10 µg), enrofloksasin (5 µg), kloramfenikol (30 µg) diskleri kullanıldı. Testin yapılışı ve değerlendirilmesinde CLSI (2018; 2020) kriterleri dikkate alındı. İzolatlar kullanılan antimikrobiyal maddelere karşı duyarlı, orta duyarlı veya dirençli olarak değerlendirildi. Buna göre üç veya daha fazla kategoride yer alan antimikrobiyal maddelerden en az birine direnç görülmesi, çoklu antibiyotik direnci olarak kabul edildi (Magiorakos ve ark., 2012). İzolatlarda genişlemiş spektrumlu beta laktam (GSBL) direncinin belirlenmesinde ise CLSI (2018)'de belirtilen kombine disk difüzyon yöntemi kullanıldı.

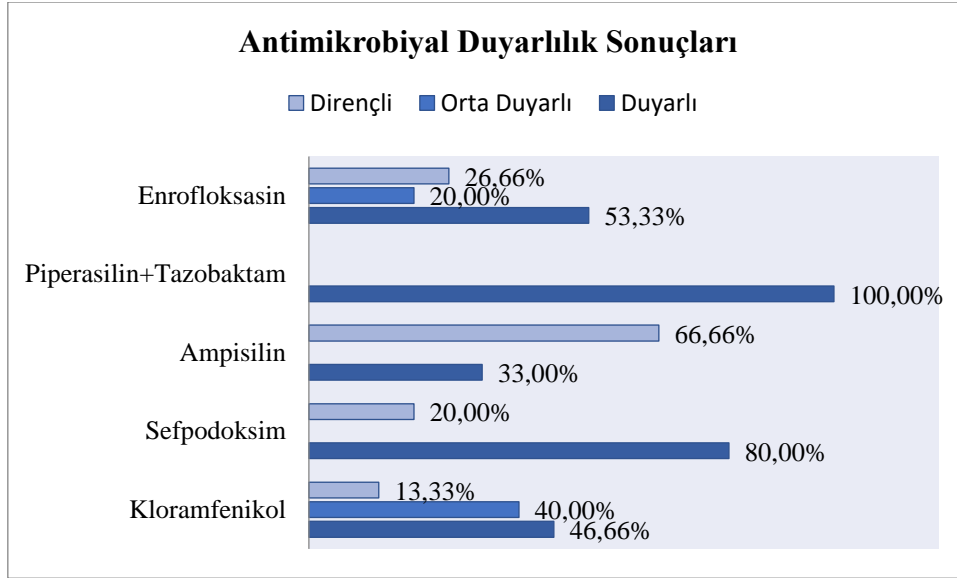
Bulgular ve Tartışma

Çalışmada laboratuvara rutin teşhis amacıyla gönderilen 245 adet svap örneğinin 15 (%6.12)'inde *Proteus* spp. şüpheli izolat elde edildi. Şüpheli izolatların tamamı, ticari bakteri identifikasyon test kiti ile *Proteus mirabilis* olarak tanımlandı. İzolatların 4 (%26.66)'ü kedi, 11 (%73.33)'i köpeklerden alınan svap örneklerinden elde edildi (Tablo 1). İzolatların tamamı piperasilin + tazobaktama duyarlı bulundu. İzolatların 2 (%13.33)'sinde ise GSBL direnci tespit edildi. Kloramfenikol, sefpodoksim, ampisilin ve enrofloksasine ise değişen oranlarda direnç belirlendi (Şekil 1).

Tablo 1. İzolatların elde edildiği klinik olgulara göre dağılımı ve antimikrobiyal direnç profili.

Yıl	Hayvan türü	Svap alınan klinik olgu	İdentifikasyon sonucu	Antimikrobiyal direnç profili
2023	Köpek	Post-op enfeksiyon	<i>Proteus mirabilis</i>	-
2023	Köpek	Post-op enfeksiyon	<i>Proteus mirabilis</i>	-
2023	Kedi	Post-op enfeksiyon	<i>Proteus mirabilis</i>	Ampisilin
2023	Kedi	Post-op enfeksiyon	<i>Proteus mirabilis</i>	Ampisilin
2023	Kedi	Açık enfekte yara	<i>Proteus mirabilis</i>	-
2023	Köpek	Açık enfekte yara	<i>Proteus mirabilis</i>	-
2023	Köpek	Açık enfekte yara	<i>Proteus mirabilis</i>	-
2024	Köpek	Post-op enfeksiyon	<i>Proteus mirabilis</i>	Ampisilin
2024	Köpek	Açık enfekte yara	<i>Proteus mirabilis</i>	Ampisilin
2024	Köpek	Post-op enfeksiyon	<i>Proteus mirabilis</i>	Enrofloksasin
2024	Köpek	Açık enfekte yara	<i>Proteus mirabilis</i>	Kloramfenikol-Sefpodoksim-Ampisilin
2024	Köpek	Açık enfekte yara	<i>Proteus mirabilis</i>	Kloramfenikol-Enrofloksasin
2024	Köpek	Post-op enfeksiyon	<i>Proteus mirabilis</i>	Sefpodoksim-Enrofloksasin-GSBL
2024	Köpek	Açık enfekte yara	<i>Proteus mirabilis</i>	Ampisilin
2024	Kedi	Açık enfekte yara	<i>Proteus mirabilis</i>	Sefpodoksim-GSBL

GSBL: Genişlemiş spektrumlu beta laktam



Şekil 1. İzolatlarda belirlenen antimikrobiyal duyarlılık sonuçlarının dağılımı.

Kreunumkum ve arkadaşları 2016 yılında Tayland'da yapmış oldukları bir çalışmada 28 köpekten alınan yara ve apse örneğinin %7.14 (2/28)'ünden *Proteus* spp. suşu izole etmişlerdir. Slovakya'da yapılan bir araştırmada 36 köpekte tespit edilen yaralardan alınan örneklerin 2 (%5.56)'sinde *P. mirabilis* izole ve tanımlanmıştır (Kožár ve ark., 2018). Li ve ark. (2021), Barselona'da yaptıkları bir çalışma kapsamında kedi ve köpeklerin kulak, apse, deri, göz ve yara enfeksiyonlarından alınan 5875 klinik örneği incelediklerini bildirmişlerdir. Araştırmacılar yapılan çalışma sonucunda *Proteus* spp. izole edilme oranını %5.10 (n=300) olarak bulmuşlardır. Elde edilen 300 *Proteus* spp. izolatının da %67.66 (n=203)'sını *P. mirabilis* olarak tanımladıklarını rapor etmişlerdir. Seyhan ve Öztürk (2023), Burdur'da yapmış oldukları bir çalışmada 30 köpekten almış oldukları idrar örneğinin 19 (%63.33)'unda bakteriyel etken izole ettiklerini ve elde edilen 19 izolatın 1 (%5.26)'ini *Proteus* spp. olarak tanımladıklarını beyan etmişlerdir. Çin'de yapılan bir çalışmada araştırmacılar 241 adet köpeğin dışkı örneğini incelemişlerdir. Araştırmacılar yapılan çalışma neticesinde 241 örneğin 75 (%31.12)'ini *P. mirabilis* olarak tanımladıklarını beyan etmişlerdir (Liu ve ark. (2023). Yapılan bu çalışmada kedi ve köpeklerden alınan svap örneklerinden %6.12 (15/245) oranında *Proteus* spp. elde edildi. Elde edilen izolatların tamamı (%100) *P. mirabilis* olarak tanımlanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda elde edilen veriler Kožár ve ark. (2018) ile Seyhan ve Öztürk (2023)'ün bulmuş olduğu sonuçlara göre daha yüksek olarak değerlendirilirken, Kreunumkum ve ark. (2016), Li ve ark. (2021) ve Liu ve ark. (2023)'ün elde ettiği sonuçlara göre ise daha düşük olarak değerlendirildi.

Yapılan çalışmalarda *P. mirabilis* izolatlarında antimikrobiyal direnç oranının arttığı ve bu durumun hem hayvan hem de halk sağlığı açısından endişe yarattığı vurgulanmaktadır (Kwon ve ark., 2022; Liu ve ark., 2023). Decôme ve arkadaşlarının 2020 yılında yapmış oldukları bir çalışmada 48 *P. mirabilis* izolatının %98'inin enrofloksasine, %93.7'sinin amoksisilin + klavulanik asite, %85.4'ünün de ampisiline karşı duyarlı olduğu bildirilmiştir. Kwon ve ark. (2022), elde ettikleri 32 *P. mirabilis* izolatının %72'sinin kloramfenikole, %59'unun da ampisiline dirençli olduğunu belirlemişlerdir. Liu ve ark. (2023), 75 *P. mirabilis* izolatının %64 (n=27)'ünü ampisiline, %72 (n=21)'sini kloramfenikole karşı duyarlı bulmuşlardır. Burdur'da

yapılan bir çalışmada ise elde edilen *Protesus* spp. (n=1) izolati enrofloksasine karşı duyarlı, kloramfenikole dirençli tespit edilmiştir (Seyhan ve Öztürk, 2023).

Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde sunulan çalışmada enrofloksasine karşı elde edilen duyarlılık oranı (%53), Decôme ve ark. (2020) ile Seyhan ve Öztürk (2023)'ün elde etmiş olduğu sonuçlara oranla daha düşük olarak bulundu. Kloramfenikole karşı elde edilen duyarlılık oranı ise Kwon ve ark. (2022), Liu ve ark. (2023) ile Seyhan ve Öztürk (2023)'ün elde etmiş olduğu oranlara göre daha yüksek olarak değerlendirildi. Ampisiline karşı elde edilen duyarlılık oranı ise, Decôme ve ark. (2020), Kwon ve ark. (2022) ve Liu ve ark. (2023)'ün elde ettiği oranlara göre daha düşük olarak bulundu.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak bu çalışmada kedi ve köpeklerde görülen yara ve operasyon sonrası oluşan cerrahi alan enfeksiyonu olgularına *P. mirabilis* suşlarının da neden olabileceği belirlendi. Etkenin neden olduğu olguların etkin tedavisinde ise piperasilin+tazobaktam ile sefpodoksimin kullanılabileceği kanaatine varıldı.

Kaynaklar

- Armbruster, C. E., Mobley, H. L. & Pearson, M. M. (2018). Pathogenesis of *Proteus mirabilis* infection. *EcoSal Plus*, 8(1), 10-1128.
- CLSI. Performance Standards for Antimicrobial Disk and Dilution Susceptibility Tests for Bacteria Isolated From Animals. 4th ed. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2020.
- CLSI. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. 30th ed. CLSI supplement M100. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2020.
- Decôme, M., Cuq, B., Fairbrother, J. H., Gatel, L. & Conversy, B. (2020). Clinical significance of *Proteus mirabilis* bacteriuria in dogs, risk factors and antimicrobial susceptibility. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 84(4), 252-258.
- Drzewiecka, D. (2016). Significance and roles of *Proteus* spp. bacteria in natural environments. *Microb Ecol*, 72(4), 741-758.
- Gómez-Beltrán, D. A., Villar, D., López-Osorio, S., Ferguson, D., Monsalve, L. K. & Chaparro-Gutiérrez, J. J. (2020). Prevalence of antimicrobial resistance in bacterial isolates from dogs and cats in a veterinary diagnostic laboratory in Colombia from 2016–2019. *Veterinary Sciences*, 7(4), 173.
- Harada, K. & Asai, T. (2010). Role of antimicrobial selective pressure and secondary factors on antimicrobial resistance prevalence in *Escherichia coli* from food-producing animals in Japan. *J Biomed Biotechnol*, 2010, 1–12.
- Harada, K., Niina, A., Shimizu, T., Mukai, Y., Kuwajima, K., Miyamoto, T. & Kataoka, Y. (2014). Phenotypic and molecular characterization of antimicrobial resistance in *Proteus mirabilis* isolates from dogs. *Journal of Medical Microbiology*, 63(11), 1561-1567.
- Hernando, E., Vila, A., D'Ippolito, P., Rico, A. J., Rodon, J. & Roura, X. (2021). Prevalence and characterization of urinary tract infection in owned dogs and cats from Spain. *Topics in Companion Animal Medicine*, 43, 100512.
- Kožár, M., Hamilton, H. & Koščová, J. (2018). Types of wounds and the prevalence of bacterial contamination of wounds in the clinical practice of small animals. *Folia Veterinaria*, 62(4), 39-47.
- Kreunumkum, P., Markmee, P., Sripratak, T., Kumoun, I. & Boonsri, B. (2016). Bacterial isolates from wounds and antimicrobial resistance in dogs and cats from a pet hospital in Chiang Mai. *Veterinary Integrative Sciences*, 14(2), 73-84.
- Kwon, J., Yang, M. H., Ko, H. J., Kim, S. G., Park, C. & Park, S. C. (2022). Antimicrobial resistance and virulence factors of *Proteus mirabilis* isolated from dog with chronic otitis externa. *Pathogens*, 11(10), 1215.
- Liu, L., Dong, Z., Ai, S., Chen, S., Dong, M., Li, Q., Zhou, Z., Liu, H., Zhong, Z., Ma, X., Hu, Y., Ren, Z., Fu, H., Shu, G., Qiu, X. & Peng, G. (2023). Virulence-related factors and antimicrobial resistance in *Proteus mirabilis* isolated from domestic and stray dogs. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1141418. doi: 10.3389/fmicb.2023.1141418.
- Magiorakos, A.P., Srinivasan, A., Carey, R.B., Carmeli, Y., Falagas, M.E., Giske, C.G., Harbarth, S., Hindler, J.F., Kahlmeter, G., Olsson-Liljequist, B., Paterson, D.L., Rice, L.B., Stelling, J., Struelens, M.J., Vatopoulos, A., Weber, J.T. & Monnet, D.L. (2012). Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clinical Microbiology and Infection*, 18(3), 268-281.
- Manos J, Belas R (2006). The genera *Proteus*, *Providencia*, and *Morganella*. In: Dworkin M,

- Falkow S, Rosenberg E, Schleifer KH, Stackebrandt E (eds) *The Prokaryotes* (3rd edn.) Springer. PP. 245-269.
- Quinn, P. J., Markey, B. K., Leonard, F. C., Hartigan, P., Fanning, S., Fitzpatrick, E. & Hartigan, P. J. (2011). Enterobacteriaceae. In: *Veterinary microbiology and microbial disease*. (2nd Edn.), Oxford, UK, Wiley-Blackwell. PP: 263-286.
- Scarborough, R., Bailey, K., Galgut, B., Williamson, A., Hardefeldt, L., Gilkerson, J. & Browning, G. (2020). Use of local antibiogram data and antimicrobial importance ratings to select optimal empirical therapies for urinary tract infections in dogs and cats. *Antibiotics*, 9(12), 924.
- Seyhan, E. & Öztürk, D. (2023). The antibiotic susceptibilities and microorganisms isolated from urinary tract infections of dogs. *Veterinary Journal of Mehmet Akif Ersoy University*, 8(3), 150-154.
- Shelenkov, A., Petrova, L., Fomina, V., Zamyatin, M., Mikhaylova, Y. & Akimkin, V. (2020). Multidrug-resistant *Proteus mirabilis* strain with cointegrate plasmid. *Microorganisms*, 8(11), 1775.
- Zamankhan Malayeri, H., Jamshidi, S. & Zahraei Salehi, T. (2010). Identification and antimicrobial susceptibility patterns of bacteria causing otitis externa in dogs. *Veterinary Research Communications*, 34, 435-444.
- Zhang, J., Hoedt, E. C., Liu, Q., Berendsen, E., Teh, J. J., Hamilton, A., O'Brien, A. W., Ching, J. Y. L., Wei, H., Yang, K., Xu, Z., Wong, S. H., Mak, J. W. Y., Sung, J. J. Y., Morrison, M., Yu, J., Kamm, M. A. & Ng, S. C. (2021). Elucidation of *Proteus mirabilis* as a key bacterium in Crohn's disease inflammation. *Gastroenterology*, 160(1), 317-330.

INVESTIGATION OF ANTIMICROBIAL SUSCEPTIBILITY OF AEROBIC BACTERIAL AGENTS CAUSING OTITIS EXTERNA CASES IN CATS AND DOGS

Dr. Öğr. Üyesi Muazzez YEŞİLYURT (Orcid ID: 0000-0003-4195-6335)
Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji ABD, Siirt/Türkiye
E-posta: muazzez.yesilyurt@siirt.edu.tr (Corresponding Author)

Doç. Dr. Özgül GÜLAYDIN (Orcid ID: 0000-0001-8376-2008)
Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji ABD, Siirt/Türkiye
E-posta: ozgul.gulaydin@siirt.edu.tr

Abstract

Otitis externa cases occurring in cats and dogs are of great importance in terms of the transmission of some bacterial agents showing zoonotic character to humans. This study aimed to isolate bacterial agents from 18 ear swab samples taken from cats and dogs diagnosed with otitis externa and determine the antimicrobial susceptibilities. *Staphylococcus* spp. Was isolated from 13 (72.29%), *Streptococcus* spp. from 3 (16.66%), *Micrococcus* spp. from 1 (5.55%) and *Pseudomonas* spp. from 1 (5.55%) of the samples. All of the *Staphylococcus* spp. And *Micrococcus* spp. Strains isolated in the study were found susceptible to gentamicin, cefpodoxime, enrofloxacin and trimethoprim+sulfamethoxazole by disk diffusion method. Of 66.66% *Streptococcus* spp. Isolates were found to be susceptible to penicillin, cefpodoxime, ampicillin, chloramphenicol and tetracycline, and 33.33% of the isolates were susceptible to enrofloxacin and erythromycin. *Pseudomonas* spp. Isolate was found to be susceptible to gentamicin, enrofloxacin, piperacillin+tazobactam and streptomycin. In conclusion, it was concluded in this study that *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Micrococcus* spp. and *Pseudomonas* spp. isolates may play a role in otitis externa cases in cats and dogs and gentamicin, piperacillin+tazobactam and chloramphenicol can be used in effective treatment.

Keywords: Antimicrobial susceptibility, Cat, Dog, Otitis externa.

KEDİ VE KÖPEKLERDE OTİTİS EKSTERNA OLGULARINA NEDEN OLAN AEROB BAKTERİYEL ETKENLERİN ANTİMİKROBİYAL DUYARLILIKLARININ ARAŞTIRILMASI

Özet

Kedi ve köpeklerde meydana gelen otitis eksterna olguları zoonoz karakter gösteren bazı bakteriyel etkenlerin insanlara da bulaşması açısından büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada otitis eksterna teşhisi koyulan kedi ve köpeklerden alınan 18 kulak sürüntü örneğinden bakteriyel etkenlerin izolasyonu ve antimikrobiyal duyarlılıklarının belirlenmesi amaçlandı. Örneklerin 13 (%72.29)'ünden *Staphylococcus* spp., 3 (%16.66)'ünden *Streptococcus* spp., 1 (%5.55)'inden *Micrococcus* spp., 1 (%5.55)'inden de *Pseudomonas* spp. izole edildi. Çalışmada izole edilen *Staphylococcus* spp. ve *Micrococcus* spp. suşlarının tamamı disk difüzyon yöntemiyle gentamisin, sefpodoksim, enrofloksasin ve trimetoprim+sulfametoksazole duyarlı bulundu. *Streptococcus* spp. izolatları penisilin, sefpodoksim, ampisilin, kloramfenikol ve tetrasikline karşı %66.66, enrofloksasin ve eritromisine karşı ise %33.33 oranında duyarlı bulundu. *Pseudomonas* spp. izolatu ise gentamisin, enrofloksasin, piperasilin+tazobaktam ve streptomisine duyarlı olarak tespit edildi. Sonuç olarak bu çalışmada kedi ve köpeklerde otitis eksterna olgularında *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Micrococcus* spp. ve *Pseudomonas* spp. izolatlarının rol oynayabileceği ve etkin tedavide gentamisin, piperasilin+tazobaktam ve kloramfenikolün kullanılabileceği kanısına varıldı.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal duyarlılık, Kedi, Köpek, Otitis eksterna.

Giriş

Kedi ve köpeklerde oldukça yaygın bir şekilde meydana gelen otitis eksterna, dış kulağın akut ya da kronik enfeksiyonu olarak bilinmektedir. Kedilere oranla köpeklerde daha fazla rastlanılan otitis eksterna olgularına özellikle uzun ve sarkık kulaklara sahip köpek ırkları daha fazla duyarlılık göstermektedir (August, 1988; Kahya Demirbilek ve Yılmaz, 2019). Otitis eksterna akut veya kronik vakalar halinde meydana gelebilmektedir. Kronik otitis eksterna olgularında epitelyal hiperplazi, glandüler dilatasyon, glandüler hiperplazi ve epitelyal hiperkeratoz oluşumu nedeniyle hayvanların dış kulak kanalında akıntı meydana gelmektedir. Bu akıntı gittikçe artış gösteren bir vaziyet aldığından kulaktaki nem oranında ve dış kulak kanalının pH'sında artışa neden olmaktadır. Bu durumların gözlenmesi ise hayvanları sekonder enfeksiyonlara karşı açık hale getirmektedir (Huang ve ark., 2009).

Bakteri, mantar, parazit, alerjik bozukluklar, kulak yapısı, aşırı nem ve yabancı cisim batması gibi birçok faktör tarafından meydana gelebilen otitis eksterna vakalarında özellikle bakteriyel etkenlerin büyük rolü bulunmaktadır. Otitis eksterna vakalarından *Proteus* spp., *Streptococcus* spp., *Corynebacterium* spp., *Enterococcus* spp., *Staphylococcus* spp., *Escherichiacoli* ve *Pseudomonas* spp. izolatların sıklıkla identifiye edilmektedir. Bununla birlikte söz konusu etkenler sağlıklı hayvanların kulaklarında da izole edilebilmektedir (Hariharan ve ark., 2006; Paterson, 2006; Bourély ve ark., 2019; Erbaş ve ark., 2019; Kasai ve ark., 2021). Kedi ve köpeklerde otitis eksterna olguları hayvan refahını olumsuz yönde etkilemekle birlikte, zoonoz enfeksiyonlara neden olan bakteriyel etkenlerin hastalıkta rol alması, insan sağlığı açısından da büyük önem taşımaktadır (August, 1988; Rosser, 2004).

Hafif seyirli otitis eksterna olgularında genellikle kulak temizliği, antiinflamatuar/antifungal ilaçlar ve topikal antimikrobiyal ajanların kullanımı tedavi açısından yeterli olmaktadır (Hariharan ve ark., 2006). Ancak özellikle dirençli bakterilerin neden olduğu vakalarda antibiyotik ve/veya antifungal ilaçlar ile yapılan tedavilerde başarılı sonuç alınmamaktadır (Ebani ve ark., 2017). Otitis eksterna olgularından sıklıkla izole edilen *Staphylococcus* spp. ve *Pseudomonas* spp. gibi bakteriyel etkenlerin oluşturmuş olduğu biyofilm tabakasında tedavinin etkili bir şekilde ilerlemesine engel olabilmektedir (Erbaş ve ark., 2019). Bu nedenle hastalığın etkin tedavi seçeneklerinin değerlendirilmesi amacıyla etken izolasyon-identifikasyonu ile birlikte antimikrobiyal duyarlılık testlerinin de yapılması gerekmektedir (Hariharan ve ark., 2006).

Bu çalışmada kedi ve köpeklerde klinik olarak teşhis edilen otitis eksterna vakalarından alınan kulak svabı örneklerinden bazı aerob bakteriyel etkenlerin izolasyonu ve izolatların çeşitli antimikrobiyal maddelere karşı duyarlılığı belirlendi.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmanın materyalini Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı'na rutin teşhis amacıyla gönderilen 4 köpek ve 11 kediden alınan toplam 18 adet kulak sürüntü örneği oluşturdu. Kedilerin 3'ünden hem sağ hem de sol kulaktan sürüntü örneği alındı.

Metot

Bakteriyel Etkenlerin İzolasyon ve İdentifikasyonu

Alınan sürüntü örnekleri %5 oranında koyun kanı içeren kanlı agar (Oxoid, CM0271, İngiltere), MacConkey (Merck, 1.05465, Almanya), Mannitol Salt agar (Oxoid, CM85, İngiltere) ve Bile Esculinagara (Oxoid, CM0888, İngiltere) ekilerek 37°C'de aerobik ortamda 24-48 saat boyunca

inkübe edildi. İnkübasyon sonrası üreyen izolatların makroskobik ve mikroskobik morfolojileri, Gram boyama özellikleri, katalaz ve oksidaz reaksiyonları ile selektif besiyerlerinde üreme özellikleri değerlendirildi (Quinn ve ark., 2011).

İzolatların tür düzeyinde identifikasyonları ise ticari bakteri identifikasyon test kitleri (Microgen™ Staph-ID, MicrogenStrep ID, Microgen™ GN-ID A+B) kullanılarak gerçekleştirildi.

Antimikrobiyal duyarlılığın belirlenmesi

İdentifiye edilen izolatların çeşitli antimikrobiyal maddelere karşı duyarlılığının belirlenmesinde disk difüzyon test yöntemi kullanıldı. Bu kapsamda;

Staphylococcus spp. ve *Micrococcus* spp. izolatları için gentamisin (10µg), rifamisin (5µg), penisilin (10IU), sefoksitin (30µg), sefpodoksim (10µg), enrofloksasin (5µg), trimetoprim/sulfametoksazol (25µg), klindamisin (5µg), eritromisin (15µg), tetrasiklin (30µg) ve siprofloksasin (5µg) diskleri kullanıldı (CLSI, 2018; EUCAST, 2023).

Streptococcus spp. izolatları için ampisilin (10µg), penisilin (10IU), sefpodoksim (10µg), enrofloksasin (5µg), klindamisin (5µg), trimetoprim+sulfametoksazol (25µg), eritromisin (15µg), kloramfenikol (30µg) ve tetrasiklin (30µg) diskleri kullanıldı (CLSI, 2018).

Pseudomonas spp. izolatları için gentamisin (10µg), piperasilin+tazobaktam (100 µg/10 µg), imipenem (10µg), streptomisin (10µg) ve enrofloksasin (5µg) diskleri kullanıldı (CLSI, 2018). İzolatlar kullanılan antimikrobiyal maddelere karşı duyarlı, orta duyarlı veya dirençli olarak değerlendirildi.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada kulak svabı örneği alınan 11 kedinin yaşlarının 2 ay ile 5 yaş arasında değiştiği belirlendi. Kedilerin 7 (%63.63)'sinin dişi, 4 (%36.36)'ünün erkek, 7 (%63.63)'sinin melez, 2 (%18.18)'sinin British Shorthair, 1 (%9.09)'inin Scottish Longhair ve 1 (%9.09)'inin de tekir ırk olduğu belirlendi. Örnek alınan köpeklerin ise yaşları 2 ile 6 yaş arasında değişmekle birlikte 2 (%50)'si dişi 2 (%50)'si de erkekti. Köpeklerden 1 (%25)'i Labrador Retriever, 2 (%50)'si Alman Çoban Köpeği, 1 (%25)'i de melez ırka sahipti.

Araştırmada klinik olarak otitisexterna teşhisi koyulan kedi ve köpeklerden alınan 18 adet kulak svabı örneklerinin 9 (%50)'undan *Staphylococcus xylosum*, 2 (%11.11)'sinden *Staphylococcus intermedius* grup, 1 (%5.55)'inden *Staphylococcus auricularis*, 1 (%5.55)'inden *Staphylococcus capitis*, 1 (%5.55)'inden *Micrococcus lylae*, 1 (%5.55)'inden *Streptococcus equinus*, 1 (%5.55)'inden *Streptococcus gallolyticus* subsp. *pasteurianus*, 1 (%5.55)'inden *Streptococcus uberis* ve 1 (%5.55)'inden *Pseudomonas stutzeri* identifiye edildi.

İzole edilen *Staphylococcus* spp. suşlarının tamamı gentamisin, sefpodoksim, enrofloksasin ve sulfametoksazol+trimetoprim duyarlı bulunurken, izolatların %15.38'sinde metisilin (sefoksitin) direnci belirlendi. *Streptococcus* spp. izolatlarının tamamı klindamisin ve sulfametoksazol+trimetoprim dirençli bulundu. *Streptococcus uberis* izolatının ise kullanılan antimikrobiyal maddelerin tamamına dirençli olduğu gözlemlendi. *Pseudomonas stutzeri* izolatında ise imipenem direnci tespit edildi. Araştırmada elde edilen izolatların kullanılan antimikrobiyal maddelere karşı duyarlılıkları tablo 1'de gösterildi.

Tablo 1. Çalışmada elde edilen izolatlarda antimikrobiyal duyarlılığın dağılımı.

Antimikrobiyal	<i>Staphylococcus</i> spp.			<i>Streptococcus</i> spp.			<i>Micrococcus</i> spp.			<i>Pseudomonas</i> spp.		
	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R
Gentamisin	13	0	0	-	-	-	1	0	0	1	0	0
Rifampin	11	1	1	-	-	-	1	0	0	-	-	-
Penisilin	6	0	7	2	0	1	1	0	0	-	-	-
Sefoksitin	11	0	2	-	-	-	1	0	0	-	-	-
Sefpodoksım	13	0	0	2	-	1	1	0	0	-	-	-
Enrofloksasin	13	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0
SXT	13	0	0	0	0	3	1	0	0	-	-	-
Klindamisin	10	0	3	0	0	3	0	1	0	-	-	-
Eritromisin	12	0	1	1	1	1	1	0	0	-	-	-
Tetrasiklin	11	2	0	-	-	-	1	0	0	-	-	-
Siprofloksasin	8	5	0	-	-	-	0	1	0	-	-	-
Ampisilin	-	-	-	2	0	1	-	-	-	-	-	-
Kloramfenikol	-	-	-	2	0	1	-	-	-	-	-	-
Tetrasiklin	-	-	-	0	2	1	-	-	-	-	-	-
TPZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0
İmipenem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1
Streptomisin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0

SXT: Sulfametaksazol+Trimetoprim, TPZ: Piperasilin+Tazobaktam

Kedi ve köpeklerde meydana gelen otitis eksterna olguları ile ilgili ulusal ve uluslararası alanda birtakım çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Park ve ark. (2017)'nin Kore'de yapmış oldukları bir çalışmada kronik otitis teşhisi konulan 60 köpekten sürüntü örneği aldıklarını ve yapılan incelemeler sonucunda %51 (n=31) oranında *Staphylococcus* spp. ve %15 (n=9) oranında *Pseudomonas* spp. izole ettiklerini rapor etmişlerdir. Kahya Demirbilek ve Yılmaz'ın 2019 yılında Bursa'da yapmış oldukları bir çalışmada 277 köpekten alınan kulak sürüntü örneğini incelediklerini ve 413 bakteriyel etken izole ettiklerini bildirmişlerdir. Araştırmacılar çalışma sonucunda elde ettikleri izolatların %21.8 (90/413)'ünü koagülaz pozitif *Staphylococcus* spp., %14 (58/413)'ünü *Staphylococcus aureus*, %3.6 (15/413)'ünü *Staphylococcus pseudintermedius*, %12.3 (51/413)'ünü *Pseudomonas aeruginosa* ve %5 (21/413)'ini deβ-hemolitik *Streptococcus* spp. olarak tanımlamışlardır. Benzer şekilde Erbaş ve ark. (2019), Aydın'da yapmış oldukları bir çalışmada otitis eksternalı 22 köpekten almış oldukları kulak svabı örneğinin %59 (13)'undan koagülaz negatif *Staphylococcus* spp., %18 (4)'ünden *Pseudomonas* spp., %9 (2)'undan *Staphylococcus aureus*, %5 (1)'inden de *Streptococcus* spp. izole ettiklerini bildirmişlerdir. Brezilya'da yapılan başka bir çalışmada ise araştırmacılar 138 köpek ve 4 kedi olmak üzere toplamda 142 kulak sürüntü örneği topladıklarını bildirmişlerdir. Araştırmacılar yapılan çalışma neticesinde 126 (köpek=122, kedi=4) bakteriyel etken izole ettiklerini ve bunların %39 (n=49)'unu *Staphylococcus* spp., %0.8 (1)'ini *Streptococcus* spp. ve %8 (10)'ünü de *Pseudomonas* spp. olarak tanımlamışlardır (Martins ve ark., 2022).

Yapılan çalışmada 18 kulak svabı örneğinin %72.22 (13/18)'sinden *Staphylococcus* spp.,

%16.66 (3/18)'sından *Streptococcus* spp., %5.55 (1/18)'inden de *Pseudomonas* spp. izole ve identifiye edildi.Çalışma sonucunda elde edilen *Staphylococcus* spp. izolasyon oranı Park ve ark. (2017), Kahya Demirbilek ve Yılmaz (2019), Erbaş ve ark. (2019) ile Martins ve ark. (2022)'nin elde ettiği sonuçlara göre yüksek, *Pseudomonas* spp. izolasyon oranı ise düşük olarak değerlendirildi. *Streptococcus* spp. izolasyon oranı, Kahya Demirbilek ve Yılmaz (2019), Erbaş ve ark. (2019) ile Martins ve ark. (2022)'nin izolasyon sonuçlarına göre yüksek olarak değerlendirildi. Elde edilen veriler arasında sonuçların farklılık göstermesi örneklem büyüklüğünün farklı olmasından kaynaklandığı düşünüldü.

Kronikleşen ve tekrarlayan otitis eksterna olgularında tedavi seçenekleri oldukça azalmaktadır. Bu durum özellikle zoonoz karakter gösteren bakteriyel etkenlerin halk sağlığını da tehdit etmesi nedeniyle büyük önem arz etmektedir (August, 1988; Rosser, 2004; Park ve ark., 2017). Konu ile ilgili ulusal ve uluslararası alanda birtakım çalışmalar yapılmıştır. Lyskova ve ark. (2007), yapmış oldukları bir çalışmada 148 *Staphylococcus* spp. İzolatının enrofloksasin ve gentamisine %100 duyarlı olduğunu, siprofloksasin, klindamisin, tetrasiklin, eritromisin ve penisiline karşı duyarlılık oranlarını ise sırasıyla %99.32, %68.91, %68.24, %58.10 ve %41.21 olarak bulmuşlardır. Yapılan başka bir çalışmada elde edilen *Staphylococcus* spp. izolatlarının %89.01'nin gentamisine, %84.53'nün rifamisine, %79.22'sinin siprofloksasine, %59.15'inin eritromisine ve %50'sinin enrofloksasin ile sulfametaksazol+trimetoprim karşı duyarlı olduğunu bildirmişlerdir (Martins ve ark. 2022).

Park ve ark. (2017), yapmış oldukları bir çalışmada elde ettikleri 9 *Pseudomonas* spp. izolatının tamamını (%100) imipenem ve piperasilin-tazobaktam duyarlı bulduklarını bildirmişlerdir. Bıçakçioğlu ve ark. (2021) 43 *P. aeruginosa* izolatının %34.88'inde enrofloksasin, %20.93'ünde ise gentamisin, Cho ve ark.(2021) ise elde ettikleri 45 *P. aeruginosa* izolatının %97.8'ini piperasilin-tazobaktam, %95.6'sını imipenem ve %84.5'ini de gentamisine karşı duyarlı tespit ettiklerini rapor etmişlerdir.

Petrov ve ark. (2013), yapılan bir çalışmada 25 *Streptococcus* spp. izolatının %100'ünü enrofloksasine karşı dirençli, kloramfenikole karşı ise duyarlı olarak bulmuşlardır.

Yapılan çalışma sonuçları değerlendirildiğinde *Staphylococcus* spp. Türlerinin enrofloksasin ve gentamisine karşı elde edilen duyarlılık oranları, Lyskova ve ark. (2007)'nin elde ettiği sonuçlar ile benzer, Martins ve ark. (2022)'nin elde ettiği sonuçlara oranla daha yüksek olarak değerlendirildi. Penisilin ve eritromisin duyarlılık oranları Lyskova ve ark. (2007) ile Martins ve ark. (2022)'nin elde ettiği oranlara göre yüksek, siprofloksasin duyarlılık oranı ise daha düşük olarak elde edildi. Yapılan çalışma kapsamında gentamisin, enrofloksasin ve sulfametaksazol+trimetoprim duyarlılık oranı Martins ve ark. (2022)'nin elde ettiği verilere göre daha yüksek olarak değerlendirilirken, rifamisine karşı elde edilen duyarlılık oranı paralellik göstermektedir. *Streptococcus* spp. İzolatlarının enrofloksasin (%33.33) ve kloramfenikole (%66.66) karşı elde edilen duyarlılık oranları ise Petrov ve ark. (2013)'nin elde ettiği sonuçlara göre daha düşük olarak değerlendirildi. Yapılan çalışma kapsamında elde edilen *Pseudomonas* spp. İzolatının gentamisine karşı duyarlılık oranı Bıçakçioğlu ve ark. (2021) ile Cho ve ark.(2021)'nin elde ettiği orana göre yüksek olarak değerlendirildi. *Pseudomonas* spp. izolatının enrofloksasine karşı duyarlılık oranı ise Bıçakçioğlu ve ark. (2021)'nin elde ettiği orana göre yüksek olduğu belirlendi. Benzer şekilde imipenem duyarlılık oranında Cho ve ark.(2021)'nin elde ettiği orana göre daha yüksek olduğu görüldü. *Pseudomonas* spp. İzolatının piperasilin-tazobaktam karşı duyarlılığı ise Park ve ark. (2017)'nin sonuçları ile paralellik gösterirken, Cho ve ark.(2021)'nin elde ettiği sonuçlara göre daha yüksek olarak bulundu.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak bu çalışmada kedi ve köpeklerde görülen otitiseksterna olgularında *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp. Ve *Pseudomonas* spp.'nin rol oynayabileceği belirlendi. Elde edilen izolatlarda yapılan antimikrobiyal duyarlılık testi sonucunda enrofloksasin, piperasilin-tazobaktam ve gentamisin'in etkin tedavi seçenekleri olarak değerlendirilebileceği kanısına varıldı.

Kaynaklar

- August, J. R. (1988). Otitis externa: a disease of multifactorial aetiology. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 18(4), 731-742.
- Bıçakcıoğlu, T., Yörük, Ş. & Müştak, H. K. (2021). Antibiotic resistance profiles of *Pseudomonas aeruginosa* strains isolated from dogs with otitis externa. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 32(2), 118-123.
- Bourély, C., Cazeau, G., Jarrige, N., Leblond, A., Madec, J. Y., Haenni, M. & Gay, E. (2019). Antimicrobial resistance patterns of bacteria isolated from dogs with otitis. *Epidemiology & Infection*, 147, e121.
- Cho, J. K., Kim, J. M., Kim, K. H., Lim, H. S. & Yang, C. R. (2021). Antimicrobial resistance of *Pseudomonas aeruginosa* isolated from dogs and cats. *Korean Journal of Veterinary Service*, 44(1), 21-26.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). (2018). Performance standards for antimicrobial disk dilutions susceptibility tests for bacteria isolated from animals; approved standard. 4th ed. CLSI, 2018. CLSI document VET08.
- Ebani, V. V., Nardoni, S., Bertelloni, F., Najjar, B., Pistelli, L. & Mancianti, F. (2017). Antibacterial and antifungal activity of essential oils against pathogens responsible for otitis externa in dogs and cats. *Medicines*, 4(2), 21.
- Erbaş, G., Kırkan, Ş., Parın, U. & Yüksel, H. T. (2019). Distribution of microorganisms that cause otitis externa in dogs and determination of antibiotic susceptibilities. *Animal Health Production and Hygiene*, 8(1), 638-641.
- European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST). (2023). Clinical breakpoint tables v. 13.1, valid from 2023-06-29.
- Hariharan, H., Coles, M., Poole, D., Lund, L. & Page, R. (2006). Update on antimicrobial susceptibilities of bacterial isolates from canine and feline otitis externa. *The Canadian Veterinary Journal*, 47(3), 253.
- Huang, H. P., Little, C. J. & McNeil, P. E. (2009). Histological changes in the external ear canal of dogs with otitis externa. *Veterinary Dermatology*, 20(5-6), 422-428.
- Kahya Demirbilek, S. K. & Yılmaz, Ö. (2019). Identification and antimicrobial susceptibility of microbial agents of otitis externa in dogs 1. *Med. Weter*, 75(2), 107-110.
- Kasai, T., Fukui, Y., Aoki, K., Ishii, Y. & Tateda, K. (2021). Changes in the ear canal microbiota of dogs with otitis externa. *Journal of applied microbiology*, 130(4), 1084-1091.
- Lyskova, P., Vydrzalova, M. & Mazurova, J. (2007). Identification and antimicrobial susceptibility of bacteria and yeasts isolated from healthy dogs and dogs with otitis externa. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 54(10), 559-563.
- Martins, E., Maboni, G., Battisti, R., da Costa, L., Selva, H. L., Levitzki, E. D. & Gressler, L. T. (2022). High rates of multidrug resistance in bacteria associated with small animal otitis: A study of cumulative microbiological culture and antimicrobial susceptibility. *Microbial Pathogenesis*, 165, 105399.
- Park, S., Bae, S., Kim, J. & Oh, T. (2017). Identification and antimicrobial susceptibility of bacteria isolated from dogs with chronic otitis externa. *Journal of veterinary clinics*, 34(1), 23-26.

- Paterson, S. (2016). Discovering the causes of otitis externa. *In Practice*, 38, 7-11.
- Petrov, V., Mihaylov, G., Tsachev, I., Zhelev, G., Marutsov, P. & Koev, K. (2013). Otitis externa in dogs: microbiology and antimicrobial susceptibility. *Revue Méd. Vét*, 164(1), 18-22.
- Quinn, P. J., Markey, B. K., Leonard, F. C., Hartigan, P., Fanning, S., Fitzpatrick, E. & Hartigan, P. J. (2011). Enterobacteriaceae. In: *Veterinary microbiology and microbial disease*. (2nd Edn.), Oxford, UK, Wiley-Blackwell. PP: 263-286.
- Rosser, E. J. (2004). Causes of otitis externa. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 34(2), 459-468.

FRUIT CHARACTERISTIC OF SOME FIG GENOTYPES FROM INNER MEDITERRANEAN REGION OF TURKIYE

Mehmet Ramazan Bozhüyük¹

İsmail Bayyigit²

Sezai Ercişli³

¹Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Iğdir University, 76200 Iğdir, Türkiye

²Department of Plant and Animal Production, Kızıltepe, Vocational School, Mardin Artuklu
University, Mardin, Türkiye

³Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ataturk University, 25240 Erzurum,
Türkiye

Abstract

Türkiye is accepted one of the most important diversity centers of figs (*Ficus carica* L.) and the country dominates world fig production for a long time. The species widely distributed throughout the country excepts some extreme regions where temperature drops below growing conditions of fig trees. In this study eight preselected fig genotypes sampled from Dalaman district belongs to Mugla province and were analysed for some important fruit characteristics including fruit color, fruit weight, fruit shape index, Soluble Solid Content (SSC), total phenolic content, total carotenoid and antioxidant activity (free radical scavenging activity by DPPH assay). The genotypes exhibited a great variation on the most of the fruit characteristics. Fruit color were quite variable among genotypes and dark colored genotypes had lower fruit physical characteristics but had higher fruit biochemical in particular bioactive content. Fruit weight and shape index were found between 19.13-27.66 g and 0.896-1.178 among genotypes. Soluble Solid Content (SSC) and DPPH values were in range of between 21.18-24.72% and 73.17-96.28. $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ fresh weight base.

Keywords: Fig, DPPH scavenging, phenolic compound, bioactive content.

Introduction

Fig (*Ficus carica* L.) is known as one of the oldest fruit species and originated in Middle East and Western Asia. Wild grown figs widely grown in Middle East and Mediterranean region (De Candolle, 1886). Cultivation of figs by humans back to ≈6.000 year ago across the Mediterranean region (Ferguson et al., 1990)

Fig is one of the oldest fruit species mentioned and created in the holy books along with olives, pomegranates, grapes and dates. Fig, also known as the Mediterranean fruit, is grown in different parts of the world, especially in the Mediterranean region. In addition to its fertilization biology being different from the other fruits, the fruit structure and characteristics of fig are also unique. Fig, which has been proven to be of great importance in terms of human health, contributes greatly to biodiversity with many genotypes growing spontaneously in the wild, and is an important source of food and livelihood for rural life (Ercisli et al., 2012).

Fig is of great importance in terms of Türkiye's agricultural diversity and national economy, and is among the strategic products. Türkiye has dominated the world's fig production and export for many years, and according to recent figures, it realizes approximately 28% of the world's fig production (FAO, 2024). In Türkiye, especially Aydın and İzmir provinces, which are located in the Aegean region are main fig production areas and Bursa province located in Marmara region in Türkiye is also important for cultivation of figs.

Figs, which were taken from the Mediterranean region to different continents over time, are now widely grown in both tropical and subtropical regions of the world. When the fig growing areas in these regions are examined, it is seen that the climatic conditions specific to figs (prefer mild winters and hot dry summers) prevail. The most important fig producers in the world are Türkiye (320.000 tons), Egypt (298.000 tons), Morocco (144.000 tons), Algeria (107.000 tons) and Iran (83.000 tons) (FAO, 2024, Figure 1).

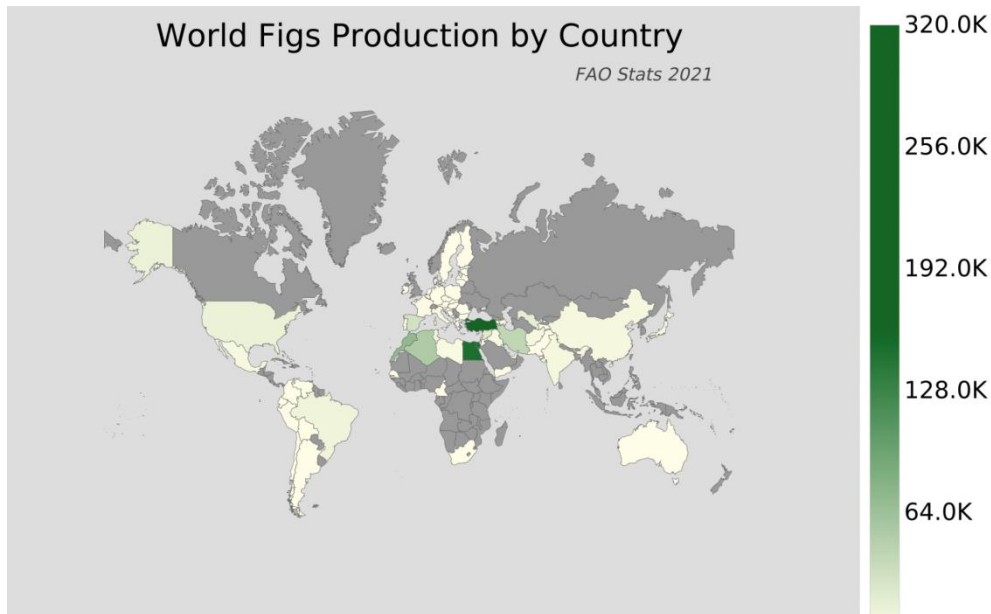


Figure 1. World fig production according to countries and continents

Fig is commonly consumed as fresh or dried. Although dried figs are available throughout the year, there is nothing like the unique taste and texture of fresh figs (Gozlekci, 2011).

The aim of this study to determine some fruit characteristics of naturally growing of unnamed figs from Dalaman districts of Mugla province of Turkiye.

Materials and methods

Eight unnamed naturally grown fig genotypes were preselected in 2023 according to

- Attractive fruits
- High yields
- Free pest and disease characteristics

The eight fig genotypes belonging to *F. carica* L. Parameters related to the fruits were measured at harvest stage (full maturity) in the second crop production (July and August). All genotypes in this study belong to the bifera type i.e. common fig. In terms of climate; summers are very hot and dry, winters are warm and rainy in Dalaman district. It has a subtropical climate. Precipitation is mostly seen as rain. Annual precipitation varies between 484 mm. and 1551 mm. A total of 40 fruits per genotype were harvested randomly in 2022. The harvested figs of each genotype were divided into four groups (replicates) with 10 fruits and were kept in separated polythene bags in refrigerator at about 4°C before testing. Fruit weight (g) was measured by digital scale. The shape index was calculated using the following formula proposed by [Mohsenin \(1986\)](#).

$$SI = \frac{L}{\sqrt{WT}} \quad \text{SI: Shape Index, L:Length, W:Width, T:Thickness}$$

After measurements of fruit physical parameters, same whole fruits (skin + flesh) were used for chemical analyses. For SSC analysis, hand press used to obtain a composite juice sample. Filtered supernatant juice was used for determination of SSC. SSC was measured by digital refractometer at 20°C. Total phenolic content (TPC), antioxidant activity (free radical scavenging activity by DPPH assay), and total carotenoids content were analyzed using spectrophotometer. The TPC was determined using the Folin-Ciocalteu colorimetric method ([Lima et al., 2005](#)) and the results were expressed as milligrams of gallic acid equivalents per 100 g of fresh weight (mg GAE/100 g FW). Antioxidant activity was determined using DPPH method reported by [Brand-Williams et al. \(1995\)](#) and the results were expressed as Trolox equivalent ($\mu\text{mol TE}/100 \text{ g FW}$). Contents of carotenoids were spectrophotometrically determined by measuring the absorption at 470 nm ([Lichtenthaler and Buschmann, 2001](#)), and the results were expressed as $\mu\text{g}/100 \text{ g FW}$.

Statistical analysis of the data was carried out using Microsoft Office Excel software. Data were evaluated by two-way analysis of variance (ANOVA).

Results and discussion

Fruit physical properties including fruit color, fruit shape index (SI) and fruit weight of eight fig genotypes are shown in Table 1.

As indicated in Table 1, fruit color was yellow in 5 genotypes and rest of the genotypes had black fruit color. The genotypes exhibited fruit weight and shape index between 19.13-27.66 g and 0.896-1.178 indicating diversity even genotypes were found similar growing and cultivated conditions. The dark colored genotypes had lower physical values compared yellow

ones. Fruit weight was accepted one of the main distinctive character of fig fruits for both consumers and processing.

Table 1. Fruit weight, color and shape index of eight fig genotypes

Genotypes	Fruit weight (g)	Fruit color	Shape index (SI)
MD 1	20.14 ± 1.07c	Black	0.896 ± 0.02d
MD 2	19.77 ± 1.15c	Black	0.911 ± 0.05cd
MD 3	19.13 ± 1.34c	Black	0.978 ± 0.04b
MD 4	25.07 ± 1.77b	Yellow	1.078 ± 0.03bc
MD 5	25.44 ± 1.67ab	Yellow	1.106 ± 0.02bc
MD 6	27.66 ± 1.50a	Yellow	1.178 ± 0.02a
MD 7	27.02 ± 1.46a	Yellow	1.156 ± 0.04ab
MD 8	26.66 ± 1.87ab	Yellow	1.114 ± 0.05b

Different letters in same column indicate statistically significant differences at 0.05 level

Previous studies indicated a wide range of fruit weight among fig cultivars and genotypes. For example, [Gozlekci \(2011\)](#) reported fruit weight between 13.8-48.5 in Antalya province of Türkiye. In Brazil it was reported between 27.09 and 44.58 g ([Ferraz et al., 2020](#)). In Iran Loghavi et al. (2010) reported fruit weight between 5.42 and 13.76 g. In Jordan, [Almajali et al. \(2012\)](#) reported fruit weight between 9.6 to 35.3 g. The present results on fruit weight were in accordance with results of above authors. Fruit weight were strongly affected by genetic background, cultivation and environmental conditions ([Şimşek and Yildirim, 2010](#))

Considerable variability was also recorded in fig genotypes for shape index, thus indicating an important variability. Shape index are of great importance in packing and transportation and for consumer acceptance in the fresh consumption ([Crisosto et al., 2010](#)).

SSC, total phenolic content, total carotenoid content and DPPH values of fig genotypes are presented in Table 2. Differences for all parameters among genotypes were found to be statistically significant at 0.05 level (Table 2).

Table 2. SSC, total phenolic content, total carotenoid and antioxidant activity (DPPH) of eight fig genotypes

Genotypes	SSC (%)	Total phenolic (mg GAE/100 g)	Total carotenoid (µg/100 g)	DPPH (µmol TE/100 g)
MD 1	22.55 ± 1.86c	93.66 ± 4.12a	0.40 ± 0.00cd	96.28 ± 4.70a
MD 2	24.10 ± 1.95ab	86.37 ± 3.98b	0.35 ± 0.00c	90.48 ± 5.02b
MD 3	22.74 ± 1.30bc	88.40 ± 4.04ab	0.37 ± 0.00d	92.14 ± 3.98ab
MD 4	21.18 ± 1.56d	33.12 ± 2.02c	0.15 ± 0.00ab	77.14 ± 3.44cd
MD 5	23.00 ± 1.78b	29.68 ± 1.97cd	0.31 ± 0.00b	75.42 ± 3.12cd
MD 6	23.06 ± 1.40b	25.14 ± 1.86d	0.19 ± 0.00a	73.17 ± 4.07cd
MD 7	24.72 ± 1.66a	30.34 ± 1.67cd	0.21 ± 0.00ab	76.00 ± 4.89c
MD 8	21.95 ± 1.50cd	31.78 ± 1.44cd	0.29 ± 0.00bc	72.48 ± 4.33d

Different letters in same column indicate statistically significant differences at 0.05 level

Soluble Solid Content (SSC) and total phenolic content were in range of between 21.18-24.72% and 25.14-93.66 mg GAE/100 g, Total carotenoid and DPPH values were between 0.15-0.40 µg/100 g and 73.17-96.28 µmol TE/100 g fresh weight base (Table 2).

Based on the [IPGRI and CIHEAM \(2003\)](#) proposals, all genotypes had very high SSC content (>20°Brix). [Crisosto et al. \(2010\)](#) reported a great diversity on figs for SSC in several genotypes from California, whose values ranged between 15.7 and 19.3%. [Pereira et al. \(2017\)](#) reported SSC in fig fruits between 15.2-19.1% in Spain. [Polat and Caliskan \(2008\)](#) reported very high SSC in fig fruits sampled from Mediterranean region of Turkey, ranged from 23.9 to 27.2%.

The total phenolic content results showed differences among genotypes and black colored ones had higher total phenolic content. These results confirm the well-known fact that figs with lighter skin colored (green or yellow) have lower TPC compared with genotypes with dark skin colored ([Debib et al., 2014](#); [Harzallah et al., 2016](#)).

The DPPH anti-free radical capacity was significantly differed among genotypes (Table 2) which is in agreement with [Ersoy et al. \(2017\)](#). The highest anti-free radical activity was observed in the dark-coloured genotypes which had higher total phenolic content. Our data for DPPH scavenging were higher than [Petkova et al. \(2019\)](#) and were within the limits found by [Hssaini et al. \(2020\)](#) for fig fruits grown under Moroccan climate.

Regarding content of total carotenoides as potential antioxidant, it was found between 0.15-0.40 µg/100 g and the results are lower than [Petkova et al. \(2019\)](#) and much higher than those reported by [Silva et al. \(2009\)](#). This discrepancy might be related to the environmental conditions and genotypes used.

References

- Almajali, D., Abdel-Ghanib, A.H., Migdadi, H., 2012. Evaluation of genetic diversity among Jordanian fig germplasm accessions by morphological traits and ISSR markers. *Sci. Hortic.* 147, 8–19. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2012.08.029>.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C.L.W.T., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Sci. Technol.* 28 (1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Crisosto, C.H., Bremer, V., Ferguson, L., Crisosto, G.M., 2010. Evaluating quality attributes of four fresh fig (*Ficus carica* L.) cultivars harvested at two maturity stages. *HortScience* 45 (4), 707–710. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.45.4.707>
- Debib, A., Tir-Touil, A., Mothana, R.A., Meddah, B., Sonnet, P., 2014. Phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities of two fruit varieties of a Algerian *Ficus carica* L. *J. Food Biochem.* 38 (2), 207–215. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12039>
- De Candolle, A., 1886. Origin of cultivated plants (reprint of 2nd edition, 1967). Hafner Publishing, New York.
- Ercisli, S., Tosun, M., Karlidag, H., Dzubur, A., Hadziabulic, S., Aliman, Y. (2012). Color and antioxidant characteristics of some fresh fig (*Ficus carica* L.) genotypes from northeastern Turkey. *Plant Foods Hum Nutr.* 67 (3):271-276.
- Ersoy, N., Gozlekci, S., Gok, V., Yilmaz, S., 2017. Fig (*Ficus carica* L.) fruit: Some physical and chemical properties. *Acta Hortic.* 1173, 329–334. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1173.57>.
- FAOSTAT, 2024. www.fao.org/faostat/en/#data/QCL
- Ferraz, R.A., Leonel S., Souza J.M.A., Ferreira, R.B., Modesto, J.H., Arruda, L.L., 2020. Phenology, vegetative growth, and yield performance of fig in Southeastern Brazil. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 55, e0119. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.01192>.
- Ferguson, L., Michailides, T.J., Shorey, H.H., 1990. The California fig industry. *Hort. Rev.* 12, 409–490.
- Fuller, D.Q., Stevens, C.J., 2019. Between domestication and civilization: the role of agriculture and arboriculture in the emergence of the first urban societies. *Veg. Hist. Archaeobot.* 28 (3), 263–282. <https://doi.org/10.1007/s00334-019-00727-4>.
- Gozlekci, S. 2011. Pomological traits of fig (*Ficus carica* L.) genotypes collected in the West Mediterranean region in Turkey. *J. Anim. Plant Sci.* 21 (4), 646–652.
- Harzallah, A., Bhourri, A.M., Amri, Z., Soltana, H., Hammami, M., 2016. Phytochemical content and antioxidant activity of different fruit parts juices of three figs varieties grown in Tunisia. *Ind. Crops Prod.* 83, 255-267. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.043>.
- Hssaini, L., Charafi, J., Razouk, R., Hernández, F., Fauconnier, M-R., Ennahli, S., Hanine, H., 2020. Assessment of Morphological Traits and Fruit Metabolites in Eleven Fig Varieties (*Ficus carica* L.), *Int. J. Fruit Sci.* 20 (Supl. 2): 8–28. <https://doi.org/10.1080/15538362.2019.1701615>.
- IPGRI and CIHEAM, 2003. Descriptors for Fig (*Ficus carica*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, and International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies, Paris, France, p. 63.
- Lichtenthaler, H.K., Wellburn, A.R., 1983. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf in different solvents. *Biochem. Soc. Trans.* 11 (5), 591–592.

- Lima, V.L.A.G., Mélo, E.A., Maciel, M.I.S., Prazeres, F.G., Musser, R.S., Lima, D.E.S., 2005. Total phenolic content in acerola genotypes harvested at three ripening stages. *Food Chem.* 90 (4), 565–568. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.04.014>
- Mohsenin, N.N., 1986. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Sci. Press, New York, USA.
- Pereira, C., Corrales, M.L., Martín, A., del Carmen Villalobos, M., de Guía Córdoba, M., Serradilla, M.J., 2017. Physicochemical and nutritional characterization of brebas for fresh consumption from nine fig varieties (*Ficus carica* L.) grown in Extremadura (Spain). *J. Food Qual.* 2017: ID 6302109. <https://doi.org/10.1155/2017/6302109>
- Petkova, N., Ivanov, I., Denev, P., 2019. Changes in phytochemical compounds and antioxidant potential of fresh, frozen, and processed figs (*Ficus carica* L.). *Int. Food Res. J.* 26 (6), 1881–1888.
- Polat, A.A., Caliskan, O., 2008. Fruit characteristics of table fig (*Ficus carica*) cultivars in subtropical climate conditions of the Mediterranean region. *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.* 36 (2), 107–115. <https://doi.org/10.1080/01140670809510226>.
- Silva, L.C.A.S., Harder, M.N.C., Arthur, P.B., Lima, R.B., Modolo, D.M., Arthur, V., 2009. Physical-chemical characteristics of figs (*Ficus carica* L.) pre-ready to submitted to ionizing radiation. In: Proceedings of the International Nuclear Atlantic Conference, 27 September-2 October 2009, Rio de Janeiro, Brazil.
- Şimşek, M., Yildirim, H., 2010. Fruit characteristics of the selected fig genotypes. *Afr. J. Biotechnol.* 9 (37), 6056–6060. <https://doi.org/10.5897/AJB09.1266>.

**EMPOWERING WOMEN IN AGRICULTURE: YOUTH-DRIVEN INITIATIVES
FOR GENDER-INCLUSIVE AGRIBUSINESS MODELS**

Sadiq, M.S¹

Singh, I.P²

Ahmad, M.M³

Sani, B.S⁴

¹Department of Agricultural Economics and Agribusiness, FUD, Dutse, Nigeria



²Department of Agricultural Economics, SKRAU, Bikaner, India

³Department of Agricultural Economics and Extension, BUK, Kano, Nigeria

⁴PhD Scholar, Department of Agricultural Economics and Agribusiness, FUD, Dutse, Nigeria

Author's correspondence address: Sadiq, Mohammed Sanusi, Department of Agricultural Economics and Agribusiness, FUD, P.M.B. 7156, Dutse, Nigeria

Email: sadiqsanusi30@gmail.com

0000-0003-4336-5723^{a*},  0000-0002-1886-5956^b,  0000-0003-4565-0683^c, 0000-0001-7773-3796^d

Abstract

Agriculture plays a vital role in the economic stability and development of many low- and middle-income countries, yet gender disparities in land ownership, access to resources, and agribusiness participation continue to impede women's empowerment in this sector. In response to these challenges, youth-driven agribusiness initiatives have emerged as powerful tools for fostering gender inclusivity and economic empowerment. This review explores the intersection of youth entrepreneurship and women's empowerment in agriculture, focusing on innovative models, digital solutions, and policy frameworks that support gender-sensitive agribusiness development. By analyzing global trends, theoretical foundations, and case studies from diverse regions, this paper presents an evidence-based framework for promoting gender equality in agriculture. The findings highlight the critical role of youth-led initiatives in bridging gender gaps, advancing the Sustainable Development Goals (SDGs), particularly Goals 2 (Zero Hunger) and 5 (Gender Equality), and promoting sustainable agricultural development.

Keywords: Agriculture; Development; Economic; Empowerment; Growth; Youth

1.0 Introduction

Agriculture remains a cornerstone of many economies, particularly in sub-Saharan Africa, Asia, and Latin America, where a significant portion of the population relies on farming for livelihood and food security. According to the Food and Agriculture Organization (FAO, 2020), agriculture contributes to over 25% of GDP in many developing nations and employs more than 60% of the rural population. Within this workforce, women play a critical role, constituting almost 50% of agricultural labor globally. In some regions, such as sub-Saharan Africa, women account for up to 70% of food production (FAO, 2020). However, despite their significant contributions, women face systemic barriers in accessing resources such as land ownership, credit facilities, extension services, and modern agricultural technology (Vale *et al.*, 2022). These disparities limit their economic potential and contribute to broader issues of food insecurity, malnutrition, and persistent poverty.

Land ownership remains a particularly critical barrier. In many societies, customary land rights and patriarchal inheritance systems restrict women from owning or controlling land, despite their active involvement in farming activities. Globally, women represent less than 15% of landowners, which undermines their ability to invest in long-term agricultural productivity and sustainability (Doss *et al.*, 2018). Furthermore, women's limited access to financial services hinders their ability to invest in improved inputs such as high-yield seeds, fertilizers, and irrigation systems. This gap in resource access perpetuates a cycle of low productivity and economic dependency on male counterparts.

In response to these challenges, youth-driven initiatives in agribusiness have gained momentum as transformative agents in promoting gender inclusivity and revitalizing the agricultural sector. Young entrepreneurs and innovators are leveraging digital technologies, cooperative business models, and sustainable agricultural practices to create more inclusive agribusiness ecosystems. For instance, mobile applications facilitating market access, financial inclusion platforms, and digital advisory services are bridging gaps in agricultural value chains and ensuring that women benefit equitably from technological advancements (Geza *et al.*, 2021).

Moreover, youth involvement in agribusiness brings fresh perspectives, technological innovation, and a commitment to social equity, making them pivotal actors in reshaping traditional agribusiness models. By fostering gender-sensitive agricultural programs and cooperative models, youth-led initiatives have demonstrated the potential to empower women economically, enhance their participation in decision-making processes, and contribute to the achievement of sustainable development goals (SDGs), particularly Goal 5 (Gender Equality) and Goal 2 (Zero Hunger).

Despite growing international attention and efforts to address gender disparities in agriculture, significant challenges persist. The United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), particularly Goal 5 (Achieve gender equality and empower all women and girls) and Goal 2 (End hunger, achieve food security, and promote sustainable agriculture), highlight the importance of gender inclusivity in achieving sustainable development. However, the translation of these goals into practical, on-the-ground solutions has been inconsistent and often insufficient.

Traditional agribusiness models remain heavily male-dominated, often excluding women from decision-making processes at both household and institutional levels. Women are underrepresented in agribusiness leadership roles, cooperative boards, and policy-making platforms, limiting their influence on agricultural innovations and policy directions. Furthermore, access to credit continues to be a critical bottleneck for women in agriculture.

Financial institutions frequently perceive women as high-risk borrowers due to lack of collateral (primarily land) and gender biases within financial systems (FAO, 2020). This financial exclusion restricts women's ability to invest in agricultural inputs, technologies, and value-added processing activities.

Additionally, women's contributions to agricultural innovation are often marginalized or undervalued. Research and development in agriculture frequently overlook women's traditional knowledge systems and adaptive practices, which are crucial for climate-resilient agriculture and sustainable food systems. The exclusion of women from agricultural extension services further exacerbates this gap, as many programs are tailored to male farmers' needs, overlooking the distinct challenges faced by female farmers.

The lack of youth engagement in agriculture compounds these gender disparities. In many developing countries, young people are increasingly disinterested in agriculture, perceiving it as labor-intensive, low-status, and economically unviable. This trend has led to rural-urban migration, with youth seeking better employment opportunities in urban areas, leaving behind aging farming populations that struggle to adopt new technologies and sustain agricultural productivity (Adeyanju *et al.*, 2023). The absence of youth from agriculture not only threatens food security but also limits the sector's potential for innovation and gender transformation.

Moreover, the intersecting challenges of climate change, market volatility, and global health crises (e.g., the COVID-19 pandemic) have disproportionately affected women in agriculture, further entrenching existing inequalities. Women are often the first to experience the impacts of these crises due to their vulnerable socio-economic status and limited access to coping mechanisms. These compounding factors underscore the urgent need for youth-driven, gender-sensitive agribusiness models that can address these systemic challenges holistically.

In summary, while international frameworks and development programs have made strides in recognizing the importance of gender equality in agriculture, persistent structural barriers, limited youth engagement, and inadequate policy implementation continue to hinder progress. Addressing these challenges requires a multifaceted approach that leverages youth innovation, digital technologies, and inclusive policies to create agribusiness models that are not only economically viable but also socially equitable.

This review aims to provide a comprehensive analysis of youth-driven agribusiness initiatives that empower women. By examining theoretical foundations, key trends, and case studies, this paper presents an evidence-based framework for achieving gender inclusivity in agriculture.

2.0 Theoretical Framework

A robust theoretical framework is essential for understanding how youth-driven initiatives can empower women in agriculture and foster gender-inclusive agribusiness models. This section explores four critical theories that provide insights into the structural barriers, transformative opportunities, and innovative pathways relevant to this topic: Feminist Theory, Youth Empowerment Theory, the Sustainable Livelihoods Framework, and Theories of Agricultural Innovation.

2.1 Feminist Theory and Gender Empowerment

Feminist theory provides a critical lens for examining the structural inequalities and power dynamics that women face across different sectors, including agriculture. At its core, feminist theory seeks to uncover how patriarchal structures-social systems that privilege male dominance-create and sustain gender disparities in resource access, decision-making, and

economic participation (Butler, 1990). In the agricultural sector, these patriarchal norms manifest in several ways:

- **Land Ownership and Inheritance Laws:** In many societies, customary and statutory laws limit women's rights to own or inherit land, even though land is a primary asset for agricultural production. This exclusion restricts women's ability to invest in agriculture or access credit, as land often serves as collateral.
- **Gendered Division of Labor:** Feminist scholars highlight how agricultural labor is often gendered, with women relegated to subsistence farming and unpaid household labor, while men dominate commercial agriculture and agribusiness leadership (Agarwal, 1994). This division not only limits women's economic empowerment but also reduces their influence in decision-making processes.
- **Access to Resources and Technology:** Feminist theory also explores how women are systematically excluded from agricultural extension services, credit facilities, and technological innovations that could enhance productivity. These exclusions are often justified by gender stereotypes that perceive women as less capable or less interested in technical knowledge.

By applying feminist theory, we recognize that empowering women in agriculture is not merely about providing resources but about dismantling the structural barriers that prevent women from participating equally. This involves policy reforms, community-level advocacy, and the promotion of gender-sensitive agribusiness models that challenge traditional norms and prioritize women's inclusion at all levels of the agricultural value chain.

Moreover, feminist theory aligns closely with global development goals such as the United Nations Sustainable Development Goal 5 (Gender Equality), emphasizing that gender empowerment is both a human rights issue and a prerequisite for sustainable development.

2.2 Youth Empowerment Theory

Youth Empowerment Theory focuses on the potential of young people as agents of change in their communities and societies. According to Zimmerman (2000), empowerment is a process through which individuals gain the skills, resources, and confidence needed to influence their own lives and the broader systems in which they operate. Applied to the agricultural sector, youth empowerment theory highlights the critical role that young entrepreneurs and innovators can play in transforming traditional agribusiness models and promoting gender inclusivity.

Key dimensions of youth empowerment include:

- **Psychological Empowerment:** This involves enhancing young people's self-efficacy, confidence, and belief in their ability to effect change. For youth in agriculture, this can be fostered through mentorship programs, leadership training, and exposure to role models who have succeeded in agribusiness.
- **Community Empowerment:** Youth empowerment theory emphasizes the importance of community engagement, where young people are encouraged to participate in decision-making processes and policy formulation. This participatory approach ensures that youth-led initiatives are contextually relevant and socially inclusive.
- **Economic Empowerment:** Providing youth with access to financial resources, entrepreneurship training, and market opportunities is essential for fostering sustainable agribusiness ventures. Empowered youth can, in turn, create opportunities for women's participation by designing gender-sensitive business models and advocating for inclusive policies.

Youth empowerment is particularly relevant in addressing the rural-urban migration crisis, where young people often leave rural areas in search of better opportunities. By making agriculture a viable and attractive career option, youth empowerment strategies can help reverse this trend, ensuring that innovative and inclusive agricultural practices are developed and sustained in rural communities.

In the context of gender inclusivity, youth are often more open to progressive ideas and more willing to challenge traditional gender norms. By engaging youth in agribusiness, we create a generation of leaders committed to social equity and gender justice.

2.3 The Sustainable Livelihoods Framework

The Sustainable Livelihoods Framework (SLF), developed by Chambers and Conway (1992), provides a holistic approach to understanding how individuals and communities sustain their livelihoods through various assets and resources. The SLF identifies five key asset categories—human, social, natural, physical, and financial capital—that are essential for building resilient and sustainable livelihoods.

- **Human Capital:** Refers to skills, knowledge, and health that enable individuals to pursue livelihoods. For women and youth in agriculture, this includes agricultural training, technical skills development, and access to education.
- **Social Capital:** Involves networks, relationships, and social structures that facilitate cooperation and support. Cooperative models and community-based organizations play a crucial role in promoting gender-inclusive agribusinesses by fostering collaboration and knowledge-sharing among women and youth.
- **Natural Capital:** Includes access to natural resources such as land, water, and biodiversity. Gender-sensitive policies that promote women's land rights and youth access to agricultural resources are essential for sustainable agribusiness development.
- **Physical Capital:** Encompasses infrastructure such as roads, irrigation systems, and technological tools that support agricultural activities. Investments in rural infrastructure and digital technologies can significantly enhance the productivity and inclusivity of agribusiness models.
- **Financial Capital:** Refers to access to financial resources such as credit, savings, and income-generating activities. Microfinance programs, youth entrepreneurship funds, and gender-responsive financial services are critical for empowering women and youth in agriculture.

The SLF also emphasizes the importance of vulnerability contexts—such as climate change, economic shocks, and political instability—that affect livelihood outcomes. Women and youth are often more vulnerable to these shocks due to their limited access to resources and decision-making power. By integrating the SLF into agribusiness models, we can design holistic interventions that address the multi-dimensional challenges faced by women and youth, ensuring resilient and sustainable livelihoods.

2.4 Theories of Agricultural Innovation

Agricultural Innovation Theories provide insights into how new technologies, practices, and ideas are adopted and diffused within agricultural communities. One of the most influential theories in this field is Rogers' Diffusion of Innovations Theory (1962), which explains how innovations spread through social systems over time. Rogers identifies five key factors that influence the adoption of innovations:

- **Relative Advantage:** The perceived benefits of an innovation compared to existing practices. For example, digital farming tools that enhance productivity and reduce labor can encourage adoption among women and youth.
- **Compatibility:** The extent to which an innovation aligns with the values, experiences, and needs of potential adopters. Gender-sensitive technologies that address the specific challenges faced by women farmers are more likely to be adopted.
- **Complexity:** The perceived difficulty of understanding and using an innovation. Simplifying digital platforms and providing training can enhance adoption rates among women with limited technical experience.
- **Trialability:** The ability to experiment with an innovation on a limited basis before full-scale adoption. Pilot projects and demonstration farms can help women and youth assess the feasibility of new agribusiness models.
- **Observability:** The visibility of the innovation's benefits to others in the community. Success stories and peer networks can encourage wider adoption by showcasing the positive impacts of gender-inclusive agribusiness initiatives.

In addition to Rogers' theory, the concept of Open Innovation has gained traction in agricultural development. Open Innovation emphasizes the importance of collaboration, knowledge-sharing, and inclusive participation in the innovation process (Chesbrough, 2003). By involving women, youth, and marginalized communities in the design and implementation of agricultural innovations, we can create more inclusive and sustainable agribusiness models.

Furthermore, Agricultural Value Chain Innovation focuses on improving the efficiency and inclusivity of the entire agricultural value chain—from production and processing to marketing and distribution. Youth-driven digital solutions, such as mobile marketplaces, blockchain for supply chain transparency, and agricultural finance platforms, have the potential to promote gender inclusivity by providing women with better access to markets, resources, and information (Geza *et al.*, 2021).

By integrating agricultural innovation theories into youth-driven initiatives, we can better understand how to design technological solutions and business models that address the specific needs of women and promote gender equality in agriculture.

3.0 Conceptual Framework

3.1 Definition of Key Concepts

- **Youth-Driven Initiatives:** Entrepreneurial activities and programs led by young people aimed at transforming agricultural practices.
- **Gender-Inclusive Agribusiness:** Business models in agriculture that actively promote equal participation and benefits for both men and women.
- **Empowerment:** The process of increasing individuals' capacity to make choices and transform those choices into desired actions and outcomes.
-

3.2 Linkages between Youth Initiatives and Gender Empowerment

Youth-driven initiatives can serve as catalysts for gender empowerment by introducing innovative solutions that address gender-specific barriers in agriculture. These initiatives often focus on digital tools, cooperative models, and policy advocacy to promote inclusivity.

3.3 Gender-Inclusive Agribusiness Model: A Conceptual Design

A gender-inclusive agribusiness model integrates gender-sensitive policies, equitable resource

distribution, and participatory decision-making processes. It emphasizes collaboration between youth and women to create sustainable and inclusive agricultural value chains.

Conceptual Framework Visualization Description

1. Youth-Led Initiatives (Input)

- Digital Technologies: Mobile apps, digital marketplaces, and mobile banking solutions.
- Cooperative Models: Gender-sensitive agricultural cooperatives that promote inclusivity.
- Policy Advocacy: Youth involvement in shaping gender-inclusive agricultural policies.

↓ *Leads to Interventions* →

2. Interventions (Processes/Activities)

- Capacity Building: Training programs for both youth and women on agribusiness skills.
- Financial Inclusion: Access to credit and financial services tailored for women.
- Market Access: Direct access to markets through digital tools and platforms.

↓ *Leads to Outcomes* →

3. Women's Empowerment (Outcomes)

- Access to Resources: Credit, land ownership, and technology adoption.
- Leadership and Decision-Making Power: Inclusion of women in agribusiness leadership roles.
- Economic Independence: Increased income generation and control over financial resources.

↓ *Contributes to* →

4. Agribusiness Ecosystem (Broader Impact)

- Gender-Inclusive Agribusiness Models: Sustainable, equitable agricultural systems.
- Sustainable Development Goals: Particularly SDG 5 (Gender Equality) and SDG 2 (Zero Hunger).

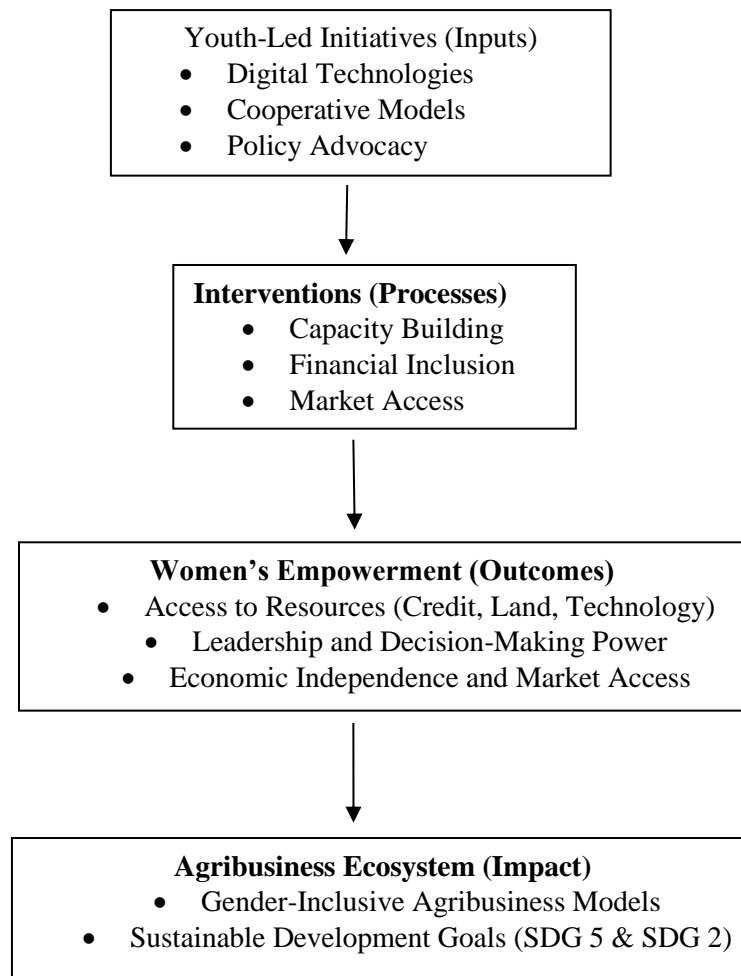


Figure 1: Conceptual framework

4.0 Research Methodology

This study employs a qualitative research design, focusing on a comprehensive literature review of academic articles, policy reports, and case studies related to youth-driven agribusiness and women's empowerment in agriculture. Data were collected from peer-reviewed journals, institutional reports (FAO, UN Women), and case studies from various countries. Both primary and secondary sources were analyzed to ensure a robust understanding of the topic. Studies published in the last 10 years, focusing on youth-driven agribusiness and gender empowerment in agriculture. Besides, articles not available in English or lacking empirical evidence. Further, a thematic analysis was conducted to identify key trends, challenges, and best practices in youth-led agribusiness initiatives and their impact on gender inclusivity.

5.0 Results and Discussion

This section analyzes recent findings on youth-led agribusiness initiatives and their role in promoting gender inclusivity and women's empowerment in agriculture. It draws on global trends, case studies, and recent literature to explore the successes, challenges, and transformative potential of these initiatives.

5.1 Trends in Youth-Led Agribusiness Initiatives

In recent years, there has been a noticeable surge in youth-led agribusiness initiatives that leverage digital technologies to address challenges in agriculture, such as market access, financial inclusion, and gender inequality. Youth entrepreneurs are at the forefront of integrating innovative solutions into agricultural practices, using tools such as mobile applications, digital marketplaces, and blockchain technologies to streamline agricultural value chains (Aliu, 2024).

For instance, in Kenya, the Vijabiz Project created youth-led enterprises that combined innovative financial services and market linkages to enhance opportunities for women and marginalized groups (Lohento, 2021). This project emphasized digital platforms for capacity building, demonstrating how technology can be a tool for youth empowerment and gender inclusivity.

Similarly, in Nigeria, the use of digital agricultural extension services has enabled young agripreneurs to provide advisory support to female farmers, improving their access to information on modern farming techniques (Amedu & Adeyemo, 2023). These services help bridge the information gap that often exists between male and female farmers, ensuring that women benefit equally from advancements in agricultural practices.

Additionally, youth engagement in agribusiness is increasingly tied to the promotion of sustainability. Many young entrepreneurs prioritize climate-smart agriculture, organic farming, and sustainable resource management, recognizing that long-term agricultural success depends on both environmental stewardship and social inclusivity (Kote & Jabeen, 2024).

5.2 Impact of Youth-Driven Initiatives on Women's Empowerment

Youth-driven agribusiness initiatives have demonstrated a significant impact on women's empowerment in agriculture, particularly by improving women's access to credit, land, technology, and decision-making opportunities. For example, the IITA Agripreneur Movement established agribusiness incubators across 10 African countries, focusing on gender-inclusive training programs that encouraged women to take on leadership roles within agribusiness ventures (Sanginga *et al.*, 2023). This movement provided women with access to digital tools, mentorship programs, and entrepreneurial training, fostering an environment where women could thrive alongside their male counterparts.

In Zimbabwe, youth-led agripreneurship initiatives increased women's participation in agricultural value chains by promoting financial inclusion and technological training (Mokhema *et al.*, 2024). These initiatives enabled women to engage in high-value agricultural activities, such as processing and marketing, which traditionally excluded female participants due to gender norms and resource limitations.

Furthermore, in India, digital agriculture platforms provided mobile-based advisory services to rural women, empowering them to make informed decisions about crop management, pest control, and market opportunities (Barman & Roy, 2023). This technological empowerment helped women reduce dependency on male intermediaries and increase their bargaining power in agricultural markets.

Overall, these youth-driven initiatives have contributed to greater autonomy, economic independence, and leadership opportunities for women in agriculture, aligning with global efforts to achieve gender equality and sustainable development.

5.3 Barriers and Challenges in Gender-Inclusive Agribusiness

Despite the positive impacts of youth-led agribusiness initiatives, several barriers and challenges continue to hinder the full realization of gender inclusivity in agriculture.

1. **Cultural Norms and Gender Stereotypes:** In many societies, deep-rooted cultural beliefs restrict women's participation in agribusiness. Patriarchal structures often limit women's decision-making power within households and communities, reinforcing the perception that agriculture is a male-dominated field (Aliu, 2024).
2. **Limited Access to Financial Resources:** Although youth-driven initiatives have improved financial inclusion to some extent, many women still face challenges in accessing credit and investment capital. Financial institutions often perceive women as high-risk borrowers due to their lack of collateral (e.g., land) and limited credit histories (Amedu & Adeyemo, 2023).
3. **Technological Gaps:** While digital technologies have the potential to empower women, digital literacy gaps and limited access to technology remain significant barriers. In rural areas, women may lack access to smartphones, internet connectivity, or digital skills, preventing them from fully participating in digital agribusiness models (Barman & Roy, 2023).
4. **Inadequate Policy Support:** Policies that promote gender equality in agriculture are often fragmented or poorly implemented. Many youth-led initiatives operate in environments where government support for gender-inclusive agribusiness is minimal, limiting their ability to scale and sustain successful models (Mugo & Kinyua, 2023).
5. **Market Access Challenges:** Women often face discrimination in accessing agricultural markets, particularly for high-value crops. This exclusion limits their ability to benefit from agribusiness ventures and reinforces gender disparities in income and economic opportunity (Rasoanindrainy *et al.*, 2024).
- 6.

5.4 Case Studies from Africa, Asia, and Latin America

Kenya's Vijabiz Project

The Vijabiz Project in Kenya is a prime example of how youth-led agribusiness ventures can enhance women's economic opportunities. By integrating innovative financial services and market linkages, the project facilitated women's access to credit, agricultural training, and market opportunities. This initiative empowered young women to participate in agribusiness leadership, challenging traditional gender norms and promoting economic independence (Lohento, 2021).

Zimbabwe Agripreneurship Initiatives

In Zimbabwe, youth engagement in agripreneurship has significantly increased women's participation in agricultural value chains. The initiatives focused on providing technological training, financial literacy programs, and market access for women, enabling them to move beyond subsistence farming into commercial agriculture. This shift has contributed to greater economic empowerment and gender equality within the agricultural sector (Mokhema *et al.*, 2024).

Digital Agriculture in India

In India, digital agriculture platforms have played a transformative role in empowering rural women. By providing mobile-based advisory services, women gained access to real-time

information on crop management, market prices, and pest control. These services reduced women's reliance on male intermediaries, increased their bargaining power, and enhanced their ability to make independent decisions in agricultural activities (Barman & Roy, 2023).

Urban Agriculture and Youth Empowerment in Kenya

Obebo (2023) examined the role of youth-led urban agriculture initiatives in Kenya, focusing on projects like Toggfram (Mathare), Mash Farm (Kahawa West), and Mwihoko Farm (Kiambu). These urban farms not only provided employment opportunities for young people but also created platforms for women to engage in agribusiness leadership and sustainable farming practices. The study highlights how urban agriculture can bridge gender gaps by making farming accessible and profitable in urban settings.

Agripreneurship and Women's Empowerment in South Africa

Khetsha *et al.* (2024) analyzed the impact of the Comprehensive Rural Development Programme (CRDP) in QwaQwa, Free State, South Africa. This program engaged youth in agripreneurship while promoting gender-inclusive business models. Women benefited from training in agribusiness management, access to digital platforms, and cooperative farming models, enhancing their economic participation and leadership roles.

Youth-Led Agribusiness Enterprises in Uganda

Kitambo (2022) investigated the Youth Livelihood Programme in Gulu District, Northern Uganda, focusing on how youth-led businesses in agribusiness, fuel production, and carpentry fostered socio-economic empowerment for women. The program emphasized skills development and provided financial resources for young women to establish their own agribusiness ventures, leading to greater autonomy and community leadership.

Youth Engagement in Agribusiness in Ethiopia

Yami *et al.* (2019) explored youth engagement in agribusiness in Ethiopia, focusing on the role of ICT in fostering gender-inclusive agricultural practices. The study found that digital platforms facilitated market access and financial inclusion for women, while agricultural training programs improved women's technical skills and leadership potential in agribusiness.

The ENABLE Youth Program in Africa

Adeyanju (2023) examined the ENABLE Youth Program, which implemented agribusiness empowerment interventions across Africa. The program provided entrepreneurial training, access to credit, and mentorship to young agripreneurs, with a specific focus on empowering women through inclusive business models. The initiatives led to increased female participation in agricultural value chains and greater economic resilience among women.

Digital Agribusiness Initiatives in Nigeria

Geza *et al.* (2021) explored youth participation in agriculture in Nigeria, focusing on digital solutions that facilitated women's access to markets and financial services. The study found that mobile-based platforms improved women's productivity and income generation, highlighting the transformative potential of technology-driven agribusiness models.

Women and Youth in Agriculture in the SADC Region

Rasoanindrainy *et al.* (2024) investigated the role of women and youth in agriculture within the Southern African Development Community (SADC) region. The study focused on simple bookkeeping practices, financial literacy, and market access strategies that empowered young women in agribusiness. By improving women's financial management skills and ensuring their access to local and international markets, the initiative helped women secure sustainable incomes and increased their presence in the agricultural value chain. The findings emphasize the need for inclusive policy frameworks to sustain these initiatives.

Youth Agribusiness Incubations in 10 African Countries

The International Institute of Tropical Agriculture (IITA) established youth-led agribusiness incubations across 10 African countries as part of the ENABLE (Empowering Novel AgriBusiness Led Employment) program. This initiative provided entrepreneurial training, financial support, and mentorship to young agripreneurs, with a strong emphasis on gender inclusivity. The incubations focused on innovative farming techniques, agribusiness management, and market access for women, significantly enhancing their participation in the agricultural value chain.

Digital Agribusiness Initiatives in Nigeria

Youth-led digital agribusiness initiatives in Nigeria focused on leveraging technology to promote gender inclusivity in agriculture. These initiatives provided mobile platforms for financial inclusion, market access, and agricultural training, enabling women to overcome traditional barriers in agribusiness. The study highlighted how digital solutions can bridge gender gaps and foster inclusive economic growth.

Comprehensive Rural Development Programme (CRDP) in South Africa

The CRDP in QwaQwa, Free State, South Africa, engaged youth in agripreneurship while promoting gender-sensitive business models. The program offered training in agribusiness management, access to digital tools, and financial support for young women. By fostering inclusive agribusiness environments, the initiative enhanced women's economic participation and leadership opportunities.

5.5 The Role of Technology and Digital Solutions

Technology has emerged as a critical tool in promoting gender inclusivity within youth-led agribusiness initiatives. The integration of digital solutions into agricultural practices has facilitated market access, financial inclusion, and capacity building for women, transforming traditional barriers into opportunities for empowerment.

- **Mobile Banking and Financial Inclusion:** Mobile banking platforms have enabled women to access microloans, savings accounts, and insurance products without the need for traditional collateral. In regions where women lack access to formal banking systems, these digital solutions provide a pathway to financial independence (Amedu & Adeyemo, 2023).
- **Digital Marketplaces:** Online agricultural marketplaces connect women farmers directly with buyers, suppliers, and exporters, eliminating intermediaries and ensuring fair prices for their products. This direct access to markets enhances women's income potential and economic autonomy (Aliu, 2024).

- **Online Training Platforms:** E-learning platforms and mobile-based training programs offer women flexible and accessible opportunities to develop technical skills in areas such as precision farming, climate-smart agriculture, and agribusiness management. These platforms help bridge the gender gap in agricultural education and promote lifelong learning (Barman & Roy, 2023).

5.6 Policy Implications and Institutional Support

To sustain the gains made by youth-driven agribusiness initiatives, there is a need for robust policy frameworks and institutional support that promote gender equality in agriculture.

- **Gender-Sensitive Agricultural Policies:** Governments must develop and implement policies that address the structural barriers faced by women in agriculture. This includes reforms to land ownership laws, financial regulations, and extension services that prioritize gender inclusivity (Mugo & Kinyua, 2023).
- **Institutional Support from NGOs and International Organizations:** Non-governmental organizations and international bodies play a critical role in funding, capacity building, and advocacy for gender-inclusive agribusiness models. Programs such as the ENABLE Youth Program and the IITA Agripreneur Movement demonstrate the importance of institutional partnerships in driving systemic change (Sanginga et al., 2023).
- **Public-Private Partnerships:** Collaborations between governments, private sector actors, and civil society organizations can create synergies that enhance the effectiveness and scalability of youth-led agribusiness initiatives. These partnerships can provide funding, technical expertise, and market access for women entrepreneurs (Aliu, 2024).

6.0 Conclusion

Youth-driven agribusiness initiatives have the potential to transform agriculture by promoting gender inclusivity and empowering women. These initiatives leverage technology, cooperative models, and policy advocacy to address gender-specific barriers in agriculture. Further, the findings support feminist and youth empowerment theories, highlighting the need for systemic change to promote gender equality in agriculture. Practically, they suggest that targeted interventions can significantly improve women's participation and success in agribusiness.

7.0 Recommendations

7.1 For Policymakers

- Develop gender-sensitive agricultural policies that promote equal access to resources.
- Support youth-led initiatives through funding and capacity-building programs.

7.2 For Agribusiness Stakeholders

- Foster partnerships between youth-led organizations and women's groups.
- Invest in digital solutions that address gender-specific challenges in agriculture.

7.3 For Future Research

- Conduct longitudinal studies to assess the long-term impact of youth-driven agribusiness initiatives on gender empowerment.
- Explore the role of intersectionality in shaping women's experiences in agribusiness.

References

- Adeyanju, D. (2023). *Impact of Agribusiness Empowerment Interventions on Skills Development and Livelihood Outcomes: Evidence from the ENABLE Programme in Africa*. University of Nairobi Repository. [Link to full report](#)
- Agarwal, B. (1994). *A Field of One's Own: Gender and Land Rights in South Asia*. Cambridge University Press.
- Aliu, A. A. (2024). *Youth-Led Agribusiness Innovations and Gender Inclusivity in Africa: A Comparative Study*. *Sustainability Journal*, 16(2), 1123.
- Amedu, O., & Adeyemo, M. (2023). *Digital Financial Inclusion and Women's Empowerment in Agribusiness: Evidence from Nigeria*. *African Journal of Agricultural Economics*, 12(4), 55-72.
- Barman, B., & Roy, S. (2023). *Youth Engagement in Agricultural Extension: Empowering Rural Women through Digital Advisory Services in India*. ResearchGate. [Link to publication](#)
- Butler, J. (1990). *Gender Trouble: Feminism and the Subversion of Identity*. Routledge.
- Chambers, R., & Conway, G. (1992). *Sustainable Rural Livelihoods: Practical Concepts for the 21st Century*. Institute of Development Studies Discussion Paper 296.
- Doss, C., Kovarik, C., Peterman, A., Quisumbing, A., & van den Bold, M. (2018). *Gender Inequalities in Ownership and Control of Land in Africa: Myths versus Reality*. *World Development*, 96, 321-334.
- FAO (2020). *The State of Food and Agriculture 2020: Overcoming Water Challenges in Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Geza, W., Ngidi, M., Ojo, T., Adetoro, A.A., & Slotow, R. (2021). *Youth Participation in Agriculture: A Scoping Review*. *Sustainability*, 13(16), 9120. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/16/9120>
- Khetsha, Z., Taole-Kolisang, L., & Makamane, A. (2024). *Enhancing Rural Livelihoods and Empowering Youth Through Agripreneurship: An Analysis of the Comprehensive Rural Development Programme in QwaQwa, Free State, South Africa*. ResearchGate. [Link to publication](#)
- Kitambo, E. (2022). *Youth Perceptions on the Youth Livelihood Programme as Social Entrepreneurship for Socio-Economic Empowerment in Gulu District, Northern Uganda*. Makerere University Repository. [Link to study](#)
- Kote, N., & Jabeen, R. (2024). *Integrating Gender-Sensitive Approaches in Youth-Led Agribusiness Ventures: A Review of Sustainable Development Practices*. *Journal of Rural Development Studies*, 18(1), 45-59.
- Lohento, K. (2021). *Youth Economic Empowerment Through Agribusiness in Kenya (Vijabiz)*. CGSpace. <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/10568/113643/1/Vijabiz-synthetic-project-report.pdf>
- Mokhema, S., Enokenwa Baa, O., Mukwashi, T., & Mabika, V. (2024). *Youth Engagement in Agripreneurship in Zimbabwe: Report and Recommendations*. CGSpace. <https://cgspace.cgiar.org/bitstreams/2a33b3dc-62d2-4934-b098-3cfb407f5838/download>
- Mugo, E., & Kinyua, G. (2023). *Policy Gaps in Gender-Inclusive Agribusiness: A Kenyan Perspective*. *African Journal of Agricultural Policy*, 9(2), 134-150.
- Obebo, F. (2023). *Youth Participation in Urban Agriculture in Kenya*. CGSpace. <https://cgspace.cgiar.org/bitstreams/d661a5c0-eff4-4355-9282->

- [ab0f86c01858/download](#)
Rasoanindrainy, A., Kasase, C., & Kakuwa, B. (2024). *Women and Youth in Agriculture in the Southern African Development Community (SADC) Region. CGSpace*. <https://cgspace.cgiar.org/bitstreams/dfd74214-80f1-42a8-a366-20db38c99e3f/download>
- Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of Innovations*. Free Press.
- Sanginga, N., Adenmosun, A., Obaniyi, J., et al. (2023). *The IITA Agripreneur Movement: A Dynamic Approach to Youth Empowerment Across Africa*. *Journal of International Agricultural and Extension Education*. <https://newprairiepress.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1059&context=jiaee>
- Vale, J., Thomas, R., & Obuya, P. (2022). *Women in Agriculture: Addressing Gender Disparities in Land and Resources*. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 14(2), 87-101.
- Zimmerman, M. A. (2000). *Empowerment Theory: Psychological, Organizational, and Community Levels of Analysis*. In J. Rappaport & E. Seidman (Eds.), *Handbook of Community Psychology* (pp. 43-63). Springer.

**AN ASSESSMENT OF RETAILERS' PREFERENCES FOR BANANA (*MUSA SPP*)
RIPENING METHODS AND THEIR PERCEIVED HEALTH IMPACTS IN IMO
STATE, NIGERIA**

Chikamso Christian Apeh¹

¹University of agriculture and Environmental Sciences, Umuagwo, Faculty of Agriculture,
Department of Agricultural Economics, Imo State, Nigeria.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5133-5746>

apehchikamso@yahoo.com

Chizoma Olivia Osuagwu²

²University of agriculture and Environmental Sciences, Umuagwo, Faculty of Agriculture,
Department of Agricultural Economics, Imo State, Nigeria.

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9549-480x>

olivia.osuagwu@uaes.edu.ng

Rakiya Y. Abdulsalam³

³Federal University Dutse, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics and
Agribusiness, Jigawa State, Nigeria.

³ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8272-770X>

r.abdulsalam@fud.edu.ng

Johnpaul Tochukwu Offorma⁴

⁴University of Nigeria, Nsukka, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural
Economics, Nsukka, Nigeria.

⁴ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-8149-2114>

johnpaul.offorma@unn.edu.ng

Christopher C. Eze⁵

⁵University of agriculture and Environmental Sciences, Umuagwo, Faculty of Agriculture,
Department of Agricultural Economics, Imo State, Nigeria.

chiedoziec2013@gmail.com

Abstract

While bananas serve as essential component of nutrition for consumers, retailers are attracted to the income they generate as a means of sustaining their livelihoods. Hence, retailers are continuously adopting various ripening techniques that can guarantee optimum profits while maintaining quality, safety and consumer acceptability. In Nigeria, although various ripening techniques are adopted, the use of chemical agents in particular is drawing concerns regarding their potential health risks. This has necessitated an assessment of retailers' preferences for ripening methods, techniques, and their perceptions of associated health impacts in Imo State, Nigeria. Using cross-sectional data collected from 90 randomly selected retailers across three

markets, results showed that a significant proportion (64%) of the respondents preferred artificial ripening methods. About 55% cited the need for faster ripening time as their primary reason and the choice of technique for 46% was the use of calcium carbide. Forty percent of the retailers claimed to be aware of the health risks associated with artificial ripening method and mentioned respiratory complications (35%) as a perceived health risk. Furthermore, a multinomial logistic regression analysis revealed that education level ($p < 0.01$) and health risk awareness ($p < 0.05$) had negative influences on the use of artificial ripening methods, whereas higher daily sales ($p < 0.01$) positively influenced their adoptions. To enhance food safety and promote natural ripening practices, this study recommended firstly, an introduction of educational campaigns for natural ripening methods. Secondly, regulatory authorities should enforce strict policies and consequences against the use of harmful ripening agents.

Keywords: Banana, artificial ripening method, calcium carbide, health risk, multinomial logistic regression

Introduction

Fruits are essential components of human nutrition as well as reliable sources of income for retailers. Bananas (*Musa spp.*) are widely consumed fruits globally due to their high nutritional value, affordability, and role in food security (FAO, 2021). They serve as a source of essential nutrients staple in many parts of the world, including Nigeria, where they contribute significantly to dietary intake and household income (Olumba & Onunka, 2020). The ripening process is a crucial determinant of banana quality, marketability, and consumer acceptance, with various methods employed to facilitate this process (Sogo-Temi et al., 2014). These methods can be natural or artificial where agents like ethylene gas and calcium carbide are used (Bhandare & Malode, 2023; Nasir et al., 2024). Although, artificial ripening accelerates the ripening process, there are concerns about the health implications of chemical agents used, particularly calcium carbide, which has been linked to respiratory diseases and neurological disorders (Vidhya et al., 2025).

Retailers play a critical role in determining the ripening methods adopted, as their choices influence food safety and consumer health (Nasir et al., 2024). Several factors shape retailers' preferences, including market demand, cost-effectiveness, and perceived risk associated with different ripening techniques (Rizzo et al., 2023). Studies have shown that while some retailers prefer natural ripening due to safety concerns, others opt for artificial methods due to their economic benefits and the need to meet consumer expectations for readily available ripe bananas (Alonso-Salinas et al., 2024; Maduwanthi & Marapana, 2019). However, limited awareness of the health risks associated with chemical ripening agents remains a challenge (Anaduaka et al., 2023; Islam et al., 2016; Okeke et al., 2022).

In Nigeria, particularly in Imo State, the use of artificial ripening agents is prevalent, raising concerns about consumer exposure to harmful chemicals (Ubuoh et al., 2022). While regulatory frameworks exist to control the use of hazardous substances in food processing, enforcement remains weak, and compliance among retailers is inconsistent (Anaduaka et al., 2023; A. C. Apeh et al., 2024). Understanding retailers' preferences for banana ripening methods and their awareness of associated health risks is essential for developing effective policies to promote safe food handling practices.

This study aimed to assess retailers' preferences for banana ripening methods in Imo State, Nigeria, and their perceptions of the health impacts associated with these methods. Specifically, it sought to identify the factors influencing their choices, determine their level of awareness regarding the risks of artificial ripening, and provide recommendations for promoting safer ripening practices. By addressing these gaps, the study contributes to ongoing discussions on food safety, public health, and sustainable agricultural practices in Nigeria and beyond.

Methodology

The Study Area

This study was conducted in Imo State, Nigeria, a state located in the South-East geopolitical zone. Imo State spans an area of 5,067.20 km², lying between latitudes 5°45'N & 6°35'N and longitudes 6°35'E & 7°28'E (Anyiam et al., 2020). With an estimated population of 5,408,756 as of the 2016 census (NBS, 2016), its projected population for 2024 is 5,500,000 using a growth rate of 3.25. The state is characterised by tropical rainforest and savannah vegetation (Apeh et al., 2023) with two distinct seasons: a rainy season (April to October) and a dry season (November to March). The fertile soil and favourable climatic conditions support the cultivation of various crops, including cassava, yam, maize, rice, vegetables, and tree crops

Sampling Technique and Sample size

The study specifically focused on three Local Government Areas (LGAs): Okigwe, Nkwerre, and NgorOkpuala, selected due to their significant involvement in banana production and retailing. A multi-stage sampling technique was employed in selecting banana retailers for the study. In the first stage, a major banana market was purposively selected from each of the selected LGAs based on the high volume of banana trading activities. In the second stage, 30 banana retailers including hawkers were randomly selected from each of the three chosen markets, yielding a total sample size of 90 respondents.

Date Collection Process

Cross sectional primary data were collected through questionnaires, capturing information on respondents' demographic characteristics, banana ripening practices, and health risk awareness. The collected data were analysed using descriptive statistics such as frequency and percentage distributions and inferential statistics using the multinomial logistic regression model.

Analytical Technique

The multinomial logistic regression model was employed to analyse the factors influencing retailers' choice of banana ripening methods. The dependent variable (Y) represents the ripening method used, categorised as follows :-

1. Natural ripening (baseline category)
2. Artificial ripening methods, which include:
 - Use of calcium carbide (CaC)
 - Smoking with kerosene
 - Use of ethylene gas

The general form of the multinomial logistic regression model was specified as:

$$P(Y = j) = \frac{e^{(\beta_{0j} + \sum_{i=1}^k \beta_{ij} X_i)}}{1 + \sum_{m=1}^{j-1} e^{(\beta_{0m} + \sum_{i=1}^k \beta_{im} X_i)}} \text{-----}$$

(1)

Where,

- $P(Y = j)$ = Probability of choosing ripening method j
- β_{0j} = Intercept for category j
- X_i = Independent variables
- β_{ij} = Regression coefficients for category j
- J = Number of ripening method categories

Independent Variables:

- Gender (Male = 1, Female = 0)
- Age (years)
- Education level (years of formal schooling)
- Banana retailing experience (years)
- Average daily sales (Naira)
- Health risk awareness (Aware = 1, Not aware = 0)

Result and Discussion

Socio-economic characteristics

The results as presented in Table 1 indicate that a significant proportion (78%) of banana retailers surveyed were female. This finding aligns with previous studies that highlight the dominance of women in small-scale agribusiness and informal food markets, particularly in sub-Saharan Africa (Apeh et al., 2024; FAO, 2021). Women's participation in banana retailing suggests that the sector provides an essential livelihood source, particularly for those with limited access to formal employment. According to Apeh, Ukwuaba, et al., 2023, women often engage in food retail due to its relatively low capital requirement, flexibility, and potential for sustaining household income.

Age distribution of the respondents showed that 55% were within the 30–49 years age range. This indicates that banana retailing is predominantly managed by middle-aged individuals, who are likely to have accumulated business experience and financial obligations, such as supporting a family. The findings correspond with those of (Apeh, Apeh, et al., 2023), who found that agricultural trading businesses in Nigeria are largely driven by individuals within this age group due to their economic responsibility and entrepreneurial capacity. Younger individuals may be less involved in banana retailing due to their preference for formal employment or more technologically advanced business opportunities (World Bank, 2015).

With regards to education, 45% of the respondents had attained secondary education, while 30% had only primary education. This suggests that a substantial number of banana retailers possess basic literacy skills, which could influence their business operations, particularly in record-keeping, pricing strategies, and communication with suppliers and ethnically diverse customers. Several studies (Apeh, 2018; Apeh, Agbugba, et al., 2023; Okere et al., 2021) have emphasised the role of education in improving financial literacy and managerial skills among small-scale traders. However, the relatively low percentage of respondents with higher education levels may indicate that highly educated individuals tend to pursue alternative employment opportunities with greater income potential.

Experience in banana retailing was another critical factor, with 60% of respondents having over five years of involvement in the business. This finding suggests that many retailers have developed significant expertise in market dynamics, and customer preferences, which can contribute to business sustainability. According to Struckell et al., (2022), business longevity in informal markets is often linked to adaptive strategies and social capital, enabling retailers to navigate economic challenges effectively.

Furthermore, the study found that 65% of respondents generated an average daily revenue of ₦5,001 – ₦10,000 (3.34 US\$ - 6.67 US\$ as at February 26, 2025) from banana sales. This revenue range indicates that banana retailing contributes to household income, reinforcing its role in poverty alleviation and food security. Research by Yuan et al., (2022) suggests that small-scale agricultural trade can serve as a financial buffer against economic shocks, particularly for low-income households in urban and peri-urban areas. However, the revenue figures also suggest potential constraints, such as price volatility, seasonal supply fluctuations, and competition from larger retailers or supermarkets.

Table 1: Socioeconomic Characteristics of Respondents

Variable	Description	Proportion (%)
Gender	Male	22
	Female	78
Age (years)	Below 18	05
	18 – 29	29
	30 – 49	55
	50 and above	11
Education level (years)	0 years	10
	1 - 6 years	30
	7 - 12 years	45
	13 years and above	15
Years of experience in retailing	0 – 2	11
	3 – 4	29
	5 and above	60
Average daily sales (Naira)	0001 – 5,000	21
	5,001 – 10,000	65
	10,001 and above	14

Source: Field Survey, 2025

Preference for Ripening Methods

The findings as summarised in Table 2 reveal that a significant proportion (64%) of banana retailers prefer artificial ripening methods, while 36% opt for natural ripening. Among the artificial ripening techniques, calcium carbide is the most commonly used (46%), followed by smoking with kerosene (12%) and ethylene gas (6%). The primary reason for choosing the artificial ripening methods was the need for faster ripening as accounted by 55% of the respondents. Other reasons were, cost-effectiveness (25%), availability and convenience (15%), and perceived safety and health benefits (5%).

The widespread preference for artificial ripening methods aligns with previous studies that highlight their role in ensuring a steady supply of ripe bananas to meet market demand (Nasir et al., 2024). Artificial ripening accelerates the process, allowing retailers to sell fruits quickly and minimise post-harvest losses, particularly in areas with high consumer demand (Okeke et al., 2022). The dominance of calcium carbide use raises concerns, as numerous studies have documented its health risks, including respiratory complications, gastrointestinal disorders, and potential carcinogenic effects (Vidhya et al., 2025). Despite these risks, its affordability and effectiveness contribute to its continuous usage.

The use of smoking with kerosene (12%) as an alternative artificial ripening method reflects the limited access to safer ripening technologies, particularly in informal markets. This practice, though effective in inducing ripening, has been linked to chemical contamination and reduced fruit quality (Maduwanthi & Marapana, 2019; Sogo-Temi et al., 2014). Similarly, ethylene gas (6%), which is scientifically recognised as a safe ripening agent, is underutilised due to its higher cost and limited availability in informal market settings (Alonso-Salinas et al., 2024; Islam et al., 2016; Maduwanthi & Marapana, 2019).

The 36% of retailers who preferred natural ripening method likely do so due to consumer awareness of the health risks associated with artificial ripening agents. Natural ripening methods are perceived as safer and capable of preserving fruit quality, nutritional value, and

taste (Mebratie et al., 2016; Rizzo et al., 2023). However, they require more time, which may be impractical for retailers operating in fast-moving markets.

Table 2: Ripening Methods Adopted and their Reasons

Ripening Methods Used	Description	Proportion (%)
Natural Methods	Leave to ripe	28
	Storage with other ripe fruits	8
Artificial Methods	Calcium carbide (CaC)	46
	Smoking with kerosene	12
	Ethylene gas	6
Reasons for Choice of Method		
	Faster ripening	55
	Cost-effectiveness	25
	Availability and convenience	15
	Perceived safety and health benefits	5

Source: Field Survey, 2025

Awareness of Health Risks Associated with Artificial Methods

The study revealed that a significant proportion (60%) of the fruit retailers lacked awareness of the potential health risks associated with artificial ripening. Among those who acknowledged certain health concerns, 35% identified respiratory complications as a possible effect, 20% reported cases of skin irritation, and 15% recognised a potential carcinogenic risk linked to artificial ripening agents. However, 30% of the respondents indicated that they were unaware of any adverse health implications. Despite the widespread use of artificial ripening methods, a notable 65% of the retailers expressed their willingness to transition to safer ripening techniques if affordable alternatives were made readily available and accessible. Conversely, 35% remained inclined toward artificial ripening due to its cost-effectiveness and its ability to accelerate the ripening process.

The limited awareness of the health risks associated with artificial ripening poses a major public health challenge. Several studies have documented the adverse effects of chemical ripening agents, particularly calcium carbide, which has been linked to respiratory disorders, skin irritation, neurological complications, and potential carcinogenicity (Bhandare & Malode, 2023; Nasir et al., 2024; Sogo-Temi et al., 2014). The inhalation of acetylene gas, released during calcium carbide-induced ripening, has been shown to cause respiratory distress and irritation of the mucous membranes (Vidhya et al., 2025). Similarly, exposure to chemical residues from artificial ripening can lead to skin reactions and allergic responses among handlers and consumers (Apeh, 2018). The fact that 60% of respondents were unaware of these risks underscores the urgent need for targeted awareness campaigns.

The finding that 65% of retailers were open to switching to safer ripening methods, provided they are affordable and accessible, indicates a strong potential for transitioning to health-conscious practices. Research suggests that ethylene-based ripening is a scientifically approved, non-toxic alternative that mimics natural fruit ripening processes (Okeke et al., 2022). However, the accessibility and cost of ethylene gas remain major barriers to its widespread adoption in informal markets.

Despite the known risks, 35% of retailers prefer artificial ripening methods due to their cost-

effectiveness and ability to hasten the ripening process. This preference is consistent with findings from previous studies, which indicate that small-scale retailers prioritise economic viability and operational efficiency over potential long-term health concerns (Gupta et al., 2023). Artificial ripening, particularly with the use of calcium carbide, is widely used because it is inexpensive and readily available, making it an attractive option for traders seeking quick market turnover (Vidhya et al., 2025).

These findings highlight a critical gap in food safety regulations and enforcement mechanisms. Given that a significant proportion of the retailers remain unaware of health risks, there is a need for stricter regulatory oversight to control the use of harmful ripening agents. Countries such as India and Bangladesh have successfully implemented policies that ban calcium carbide for fruit ripening and promote the use of safer alternatives. Nigeria and other developing economies can adopt similar measures by enforcing stricter penalties on the use of banned substances, strengthening monitoring mechanisms, and ensuring compliance with international food safety standards (Nasir et al., 2024). Consumer advocacy groups can also play a role in raising awareness and pressuring policymakers to take decisive action against unsafe ripening practices.

Table 3: Retailers' Awareness of Potential Health Impacts of Artificial Ripening Methods

Variable	Description	Proportion (%)
Health risks associated with artificial ripening method	Aware	40
	Unaware	60
Perceived health risks of artificial ripening method	Respiratory issues	35
	Skin irritation	20
	Potential carcinogenic effects	15
	No known effects	30
Retailers' willingness to switch to safer methods	Willing to switch provided affordable alternatives are made available and accessible	65
	Preferred artificial methods due to cost-effectiveness and speed	35

Source: Field survey, 2025

Consumers' complaints on artificially ripened bananas

The findings indicate that consumer complaints of artificially ripened bananas vary significantly (Table 4), with 40% of the retailers reporting that customers frequently complained about the faster spoilage of such fruits. Additionally, 25% of the respondents noted consumer dissatisfaction regarding an unusual taste or texture of artificially ripened bananas, while 20% of the retailers stated that some customers suspected potential health risks associated with artificial ripening methods. Conversely, 15% of the retailers reported receiving no consumer complaints.

Regarding sales trends, 44% of retailers observed a decline in demand for artificially ripened bananas, suggesting growing consumer awareness and preference for naturally ripened fruits. However, 32% of respondents indicated stable sales, implying that some consumers are indifferent to the ripening method used. Interestingly, 24% of retailers reported increased demand for artificially ripened bananas, attributing it to the faster product turnover facilitated by quicker ripening processes.

The study highlights a shift in consumer awareness regarding the quality and safety of artificially ripened bananas. The fact that 40% of retailers reported complaints about faster spoilage aligns with existing literature, which suggests that chemically ripened bananas have a shorter shelf life due to their rapid and uneven ripening process (Mebratie et al., 2016). Calcium carbide, a commonly used ripening agent, triggers premature degradation of fruit tissues, leading to increased susceptibility to microbial spoilage (Vidhya et al., 2025). This finding underscores the need for public awareness campaigns to educate consumers on the disadvantages of artificially ripened fruits and promote the benefits of natural ripening methods. Furthermore, the 25% of retailers who reported complaints about unusual taste or texture reinforced the argument that artificial ripening alters fruit composition. Studies show that artificially ripened fruits often exhibit inferior taste, reduced sweetness, and altered texture due to incomplete starch-to-sugar conversion (Nasir et al., 2024; Ubuoh et al., 2022). This dissatisfaction among consumers suggests an opportunity for retailers to respond to market preferences by sourcing naturally ripened bananas, thereby enhancing customer satisfaction and loyalty.

The finding that 20% of respondents reported consumer concerns over potential health risks indicates growing scepticism toward artificially ripened fruits. Previous research has linked chemical ripening agents like calcium carbide to various health hazards, including respiratory issues, neurological disorders, and carcinogenic effects (Okeke et al., 2022; Ubuoh et al., 2022; Vidhya et al., 2025). In countries where food safety regulations are weak, the misuse of unapproved ripening chemicals remains a significant challenge (Cudjoe et al., 2022). Consumer wariness about these health risks may contribute to the declining demand for artificially ripened bananas, as seen in 44% of respondents' reports. This shift underscores the importance of regulatory enforcement and consumer education to curb the use of hazardous ripening agents and promote safer alternatives such as ethylene-based ripening agents.

The study also highlights a division in market response, with 44% of the retailers experiencing declining demand for artificially ripened bananas, while 32% reported stable sales and 24% observed increased demand. The decline in demand suggested that more consumers were prioritising fruit quality and safety, a trend consistent with studies indicating rising health consciousness among urban populations (Okeke et al., 2022). This presents a challenge for retailers who rely on artificial ripening methods to accelerate sales but also an opportunity for those who adapt to consumer preferences by offering naturally ripened bananas.

On the other hand, the 32% of retailers who reported stable sales suggested that some consumers remain indifferent to ripening methods, likely due to price constraints or lack of awareness. In contrast, the 24% who experienced increased demand for artificially ripened bananas highlighted the economic motivations behind artificial ripening. Faster turnover benefits retailers by reducing storage costs and minimising losses from overripe stock (Nasir et al., 2024). However, continued reliance on artificial ripening method poses long-term risks, including regulatory crackdowns and declining consumer trust in chemically treated produce (Islam et al., 2016; Sogo-Temi et al., 2014).

The findings suggest an urgent need for stronger food safety regulations to address the widespread use of harmful ripening agents. In countries such as India and Bangladesh, regulatory agencies have imposed strict bans on calcium carbide for fruit ripening, promoting ethylene gas as a safer alternative (Nasir et al., 2024). Nigeria and other developing nations could benefit from similar policy interventions, coupled with regular market monitoring to ensure compliance. Additionally, food certification programs that label naturally ripened fruits could help consumers make informed choices, thereby influencing market demand in favour of safer ripening practices.

Table 4: Consumer Preferences and Sales Impact

Consumer Complaints on Artificially Ripened Bananas	Proportion (%)
Faster spoilage	40
Unusual taste or texture	25
Suspected health risks	20
No complaints	15
Effect on Sales	
Declining demand due to consumer preference for naturally ripened bananas	44
Stable sales regardless of the ripening method employed	32
Increased demand due to faster product turnover	24

Source: Field survey, 2025

Determinants of Retailers' Choices of Banana Ripening Method

The results of the multinomial logistic regression analysis presented in Table 5 show that education level was negatively associated with the use of artificial ripening agents ($p < 0.01$). This implies that retailers with higher education levels were more likely to adopt natural ripening methods and avoid harmful chemical agents like calcium carbide. This finding aligns with Barnabas et al., (2024), who reported that education increases awareness of food safety and encourages the adoption of healthier food handling practices. Similarly, Osaili et al., (2023) found that educated food vendors were more likely to avoid chemical preservatives due to knowledge of their potential health risks.

Retailers with higher daily sales were more likely to use artificial ripening methods ($p < 0.05$). This suggests that retailers prioritise quick turnover to meet high customer demand, which is consistent with the findings of Okeke et al., (2022), who noted that market competition and sales volume influence the adoption of rapid ripening techniques in fruit trading. The use of ethylene gas, for instance, was significantly preferred among high-sales retailers due to its ability to accelerate ripening while maintaining fruit appearance.

A significant negative relationship was observed between health risk awareness and the use of artificial ripening agents ($p < 0.01$). Retailers who were aware of the health hazards associated with chemical ripening were less likely to use calcium carbide, kerosene smoke, or ethylene gas. This corroborates the study by Ahsan et al., (2024), which emphasised that traders who received food safety training avoided artificial ripening agents due to concerns about consumer health. Additionally, Islam et al., (2016) reported that awareness campaigns on the dangers of chemical-ripened fruits led to a decline in their usage among fruit vendors in urban markets.

Table 5: Multinomial Logistic Regression Results for Factors Influencing Banana Ripening Method Choice

Independent Variable	Use of Calcium Carbide (CaC) (β)	Smoking with Kerosene (β)	Use of Ethylene Gas (β)
Intercept	-1.245 (0.312)**	-0.768 (0.267)**	-1.052 (0.298)**
Gender	0.321 (0.189)	0.415 (0.205)	0.278 (0.198)
Age	-0.027 (0.012)	-0.018 (0.010)	-0.022 (0.011)
Education level	-0.685 (0.152)***	-0.532 (0.145)***	-0.612 (0.149)***
Retailing experience	0.124 (0.068)	0.109 (0.061)	0.092 (0.064)
Average daily sales	0.482 (0.193)**	0.531 (0.184)**	0.517 (0.187)**
Health Risk Awareness	-0.753 (0.198)***	-0.692 (0.182)***	-0.718 (0.190)***

Note: ***p < 0.01; **p < 0.05; *p < 0.10. Figures in parenthesis are Std. Error

Conclusion

This study assessed banana retailers' preferences for ripening methods - whether retailers are aware of potential health impacts of these methods or not and what factors determine their choices of these methods and techniques. While health experts have continuously warned against the use of artificial ripening practice due to its potential health risks, retailers have shown little to no regard for such risk exposures. The findings of this study revealed that retailers were majorly females, were middle aged, and possess basic formal education. In spite of potential negative effects on both humans and fruit quality, the inclination towards the use of artificial ripening method is common among these retailers. This is an indication that artificial ripening method for banana in Imo State is a complex issue, especially because women dominate the retailing business, relying on it as a means of either primary or complimentary household income source. Thus, sensitisation on the potential health risks associated with this method alone may not necessarily address the problem of adopting artificial methods in Imo state, Nigeria. The fact that most of the retailers preferred the artificial method stemmed from the need for accelerated ripening time so as to meet market demand as well as its cost effectiveness makes this issue a priority that needs to be addressed. However, addressing this issue through awareness campaigns alone may not mitigate this challenge, rather campaigns should be complimented with making safer alternatives readily available and affordable for the retailers. This calls for a holistic approach towards changing the mindsets of the retailers by employing multiple strategies which will facilitate a healthier and more sustainable banana supply. Based on these findings, the following suggestions were made: (i) The key reason for adoption of artificial practice was to meet market demand. Hence, there should be research towards the development and dissemination of higher yielding and early maturing varieties in Imo State. (ii) Government authorities should introduce and enforce laws and regulations for monitoring the sales of chemical agents like calcium carbide. Higher price tags for such chemicals should be imposed as a means of deterring their abuse by retailers. (iii) Regulatory authorities should enforce strict policies and consequences against the use of harmful ripening agents. Potential users of such agents should be made to obtain purchase permits otherwise, violators should be made to face penalties in the form of hefty fines, destruction of commodities, retail business confiscation or legal prosecutions. (iv) Besides targeting the supply-side component, the demand-side aspect should equally be addressed by discouraging consumers from patronising such violating retailers. This can be achieved through mass awareness through media,

lawmakers, health experts on the potential risks of artificial ripening method and augmented with providing information on various features such as signs and smells unique to such treated fruits.

Acknowledgement

The authors sincerely appreciate the Tertiary Education Trust Fund (TETFund) for the financial support provided for this research under the 2024 Intervention for Institution-Based Research (IBR) at the University of Agriculture and Environmental Sciences, Umuagwo. This study was made possible through the sponsorship of TETFund under the reference number: TETFUND/DR&D/CE/UNI/UMUAGWO/IBR/2024. The support received was instrumental in facilitating data collection, analysis, and the overall completion of this work. The authors also acknowledge the contributions of colleagues and research assistants who provided valuable input throughout the study.

References

- Ahsan, M., Ahmad, F., Usman, F., Habib, S., Shahid, I., Abbas, S., & Munir, S. (2024). Artificial Fruit Ripening Agents and their Impact on Health of the University Students in Lahore. *Journal of Bioresource Management*, *11*(3), 1–8.
- Alonso-Salinas, R., López-Miranda, S., Pérez-López, A. J., & Acosta-Motos, J. R. (2024). Strategies to Delay Ethylene-Mediated Ripening in Climacteric Fruits: Implications for Shelf Life Extension and Postharvest Quality. *Horticulturae*, *10*(8), 840. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10080840>
- Anaduaka, E. G., Uchendu, N. O., Asomadu, R. O., Ezugwu, A. L., Okeke, E. S., & Chidike Ezeorba, T. P. (2023). Widespread use of toxic agrochemicals and pesticides for agricultural products storage in Africa and developing countries: Possible panacea for ecotoxicology and health implications. *Heliyon*, *9*(4), e15173. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15173>
- Anyiam, K. H., Igwe, K. C., & Henry-Ukoha, A. (2020). Determinants of productivity of farmland in Imo State. *Journal of Agriculture and Food Sciences*, *17*(2), 74–85. <https://doi.org/10.4314/jafs.v17i2.7>
- Apeh, A. C., Apeh, C. C., Tikon, F. U., & Onyekuru, A. N. (2023). Role of digital entrepreneurship in youth empowerment in Enugu State, Nigeria. *Journal of Agripreneurship and Sustainable Development*, *6*(2), 50–57. <https://doi.org/10.59331/jasd.v6i2.433>
- Apeh, A. C., Apeh, C. C., Ukwuaba, S. I., Agbugba, I. K., & Onyeaka, H. (2024). Exploring data sources and farmers' perceptions regarding agrochemical use and food safety in Nigeria. *JSFA Reports*, jsf2.212. <https://doi.org/10.1002/jsf2.212>
- Apeh, C. C. (2018). Farmers' Perception of the Health Effects of Agrochemicals in Southeast Nigeria. *Journal of Health & Pollution*, *8*(19), 180901. <https://doi.org/10.5696/2156-9614-8.19.180901>
- Apeh, C. C., Agbugba, I., Apeh, A. C., Okere, R. A., & Mzuyanda, C. (2024). Women's Participation in Climate Smart Agriculture (CSA) in Southeast, Nigeria. *Rwanda Journal of Agricultural Sciences*, *3*(1), 59–70. <https://www.ajol.info/index.php/rjeas>
- Apeh, C. C., Agbugba, I. K., & Mdoda, L. (2023). Assessing the Determinants of Adopting Urban Tree Planting as Climate Change Mitigation Strategy in Enugu Metropolis, Nigeria. *Sustainability*, *15*(16), 12224. <https://doi.org/10.3390/su151612224>
- Apeh, C. C., Ugwuoti, O. P., & Apeh, A. C. (2023). Analysis of the consumption patterns of cassava food products amongst rural households in Imo State, Nigeria. *Ghana Journal of Agricultural Science*, *58*(1). <https://doi.org/10.4314/gjas.v58i1.9>
- Apeh, C. C., Ukwuaba, S. I., Osuagwu, O. C., Ugwuoti, O. P., & Apeh, C. P. (2023). Barriers to Agricultural Productive Resources among Female Farmers in the Southeastern Zone of Nigeria. *Journal of Agricultural Economics, Environment and Social Science*, *9*(2), 119–130.
- Barnabas, B., Bavorova, M., Madaki, M. Y., & Kächele, H. (2024). Food safety knowledge, attitudes, and practices of food vendors participating in Nigeria's school feeding program. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, *19*(2), 199–212. <https://doi.org/10.1007/s00003-023-01476-3>
- Bhandare, S. D., & Malode, S. S. (2023). Study of food toxicology of toxins artificially introduced into the food or fruits. *Toxicology Research*, *12*(5), 711–715. <https://doi.org/10.1093/toxres/tfad061>

- Cudjoe, D., Balali, G. I., Titus, O. O., Osafo, R., & Taufiq, M. (2022). Food Safety in Sub-Saharan Africa, An insight into Ghana and Nigeria. *Environmental Health Insights*, 16, 11786302221142484. <https://doi.org/10.1177/11786302221142484>
- FAO. (2021). *The State of Food and Agriculture 2021. Making agri-food systems more resilient to shocks and stresses*. Food and Agriculture Organisation of the United Nations. <https://www.fao.org/3/cb4476en/cb4476en.pdf>
- Gupta, S., Kushwaha, Pooja. S., Badhera, U., Chatterjee, P., & Gonzalez, E. D. R. S. (2023). Identification of benefits, challenges, and pathways in E-commerce industries: An integrated two-phase decision-making model. *Sustainable Operations and Computers*, 4, 200–218. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2023.08.005>
- Islam, Md. N., Mursalat, M., & Khan, M. S. (2016). A review on the legislative aspect of artificial fruit ripening. *Agriculture & Food Security*, 5(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s40066-016-0057-5>
- Maduwanthi, S. D. T., & Marapana, R. A. U. J. (2019). Induced Ripening Agents and Their Effect on Fruit Quality of Banana. *International Journal of Food Science*, 2019, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2019/2520179>
- Mebratie, M. A., Woldetsadik, K., Ayalew, A., & Haji, J. (2016). Comparative Study of Different Banana Ripening Methods. *Science, Technology and Arts Research Journal*, 4(2), 32. <https://doi.org/10.4314/star.v4i2.4>
- Nasir, U., Ismail, A., Riaz, M., Razzaq, K., Ali, S., Hussain, A., Ameen, M., Saif, A., Aslam, F., & Fernandes De Oliveira, C. A. (2024). Exploring fruit ripening methods: Conventional, artificial, and novel approaches for quality and health. *Food Control*, 165, 110626. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110626>
- NBS. (2016). *National Population Estimates based on Population Census Conducted in 2006 by the National Population Commission*. National Bureau of Statistics (NBS). <https://nigerianstat.gov.ng/download/474>
- Okeke, E. S., Okagu, I. U., Okoye, C. O., & Ezeorba, T. P. C. (2022). The use of calcium carbide in food and fruit ripening: Potential mechanisms of toxicity to humans and future prospects. *Toxicology*, 468, 153112. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2022.153112>
- Okere, R. A., Akparanta, C. D., Apeh, C. C., Okeke, C. O., & Ovie, S. (2021). Willingness to Pay for Extension Services by Smallholder Oil Palm Farmers in Okada, Ovia North-East Local Government Area of Edo State, Nigeria. *Journal of Agriculture and Food Environment (JAFE)*, 8(4), 28–36.
- Olumba, C. C., & Onunka, C. N. (2020). Banana and plantain in West Africa: Production and marketing. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 20(02), 15474–15489. <https://doi.org/10.18697/ajfand.90.18365>
- Osaili, T. M., Obaid, R. S., Alkayyali, S. A. I., Ayman, H., Bunni, S. M., Alkhaled, S. B., Hasan, F., Mohamad, M. N., & Cheikh Ismail, L. (2023). Consumers' knowledge and attitudes about food additives in the UAE. *PLOS ONE*, 18(3), e0282495. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282495>
- Rizzo, M., Marcuzzo, M., Zangari, A., Gasparetto, A., & Albarelli, A. (2023). Fruit ripeness classification: A survey. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 7, 44–57. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2023.02.004>
- Sogo-Temi, C. M., Idowu, O. A., & Idowu, E. (2014). Effect of Biological and Chemical Ripening Agents on the Nutritional and Metal Composition of Banana (*Musa* spp). *J. Appl. Sci. Environ. Manage*, 18(2), 243–246. <https://doi.org/10.4314/jasem.v18i2.14>

- Struckell, E., Ojha, D., Patel, P. C., & Dhir, A. (2022). Strategic choice in times of stagnant growth and uncertainty: An institutional theory and organizational change perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 182, 121839. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121839>
- Ubuoh, E. A., Nwogu, F. U., & Oporuiche, C. O. (2022). Evaluation of nutrients, toxicity and hazard quotient associates of artificially ripened humid tropical banana (musa. Spp). *Food Chemistry Advances*, 1, 100045. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100045>
- Vidhya, D., Mahanti, N. K., Barun, Dakho, J., Kumar, A., Chaubey, S., & Chhetri, K. B. (2025). Calcium carbide (CaC₂) ripening in fruits: Health risks, non-destructive detection, quality control, and regulatory frameworks. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 24(2), e70140. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70140>
- World Bank. (2015). Opportunities and Challenges for Youth Employment in Africa. In *Youth Employment in Sub-Saharan Africa*. World Bank.
- Yuan, G. N., Marquez, G. P. B., Deng, H., Iu, A., Fabella, M., Salonga, R. B., Ashardiono, F., & Cartagena, J. A. (2022). A review on urban agriculture: Technology, socio-economy, and policy. *Heliyon*, 8(11), e11583. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11583>

EFFECTS OF BLACK CUMIN OIL ADDITION ON OLIVE POMACE SILAGE QUALITY

Dr. Öğr. Üyesi Erinç GÜMÜŞ (ORCID: 0000-0002-6839-8428)

Aksaray University, Eski Vocational School, Department of Veterinary, Eski-Aksaray-Türkiye, **Email:** erincgumus@aksaray.edu.tr (Responsible Author)

Dr. Öğr. Üyesi Selim SIRAKAYA (ORCID: 0000-0003-2733-1726)

Aksaray University, Technical Sciences Vocational School, Department of Food Processing, Aksaray-Türkiye, **Email:** selimsirakaya@hotmail.com

Şahin ÖZTÜRK (ORCID: 0009-0008-0744-9616)

Aksaray University, Eski Vocational School, Department of Veterinary, Eski-Aksaray-Türkiye, **Email:** ozturksahin778@gmail.com

Ozan GENDİGELEN (ORCID: 0009-0001-8626-8387)

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Faculty of Veterinary, Eğirdir-Konya-Türkiye
Email: ozangen68@hotmail.com

Abstract

Although olive pomace produced during olive oil production is an energy and cellulose-rich by-product, it has limited use in animal nutrition due to its negative characteristics such as high fat content and low digestibility. Storage of olive pomace by ensiling is an important method to extend its shelf life and reduce its polyphenol content. Black cumin oil, on the other hand, shows antioxidant properties with its essential oils and can inhibit yeast-mold growth. In this study, the effects of different rates (0%, 0.8% and 1.6%) of black cumin oil inclusion to olive pomace on silage quality, aerobic stability, antioxidant capacity and yeast-mold growth were investigated. Olive pomace obtained from an olive oil factory in Hatay province was ensiled in vacuum bags for 8 weeks followed by quality analysis. The results showed that the addition of black cumin oil did not make a significant difference in basic silage quality parameters such as dry matter, pH and Fleig score. However, in terms of aerobic stability, higher carbon dioxide accumulation was observed in the groups to which black cumin oil was added ($P < 0.05$). In the antioxidant capacity analysis, DPPH values were similar, but lipid peroxidation levels were higher in the groups to which black cumin oil was included ($P < 0.05$). This may be explained by the pro-oxidant effects of the components such as thymoquinone in black cumin oil. Yeast and mold analyses revealed that the addition of black cumin oil did not reduce growth. In general, it was determined that black cumin oil did not show the expected positive effects in olive pomace silage and caused some negative results. Future studies may be recommended to investigate the use of black cumin oil in different silage types and the effects of its individual components.

Keywords: Antioxidant, black cumin oil, olive pomace, silage quality.

ÇÖREKOTU YAĞI İLAVESİNİN ZEYTİN POSASI SİLAJİ KALİTESİNE ETKİLERİ

Özet

Zeytin yağı üretimi sırasında ortaya çıkan zeytin posası, enerji ve selüloz bakımından zengin bir yan ürün olmasına rağmen, yüksek yağ içeriği ve düşük sindirilebilirlik gibi negatif özellikleri nedeniyle hayvan beslemede sınırlı kullanıma sahiptir. Zeytin posasının silolanarak depolanması, raf ömrünün uzatılması ve polifenol içeriğinin azaltılması açısından önemli bir yöntemdir. Çörek otu yağı ise, içerdiği esansiyel yağlarla antioksidan özellikler gösterir ve maya-küf üremesini engelleyebilir. Bu çalışmada, zeytin posasına farklı oranlarda (%0, %0.8 ve %1.6) çörek otu yağı ilavesinin silaj kalitesine, aerobik stabiliteye, antioksidan kapasiteye ve maya-küf üremesine etkilerini incelenmiştir. Hatay ilindeki bir zeytinyağı fabrikasından temin edilen zeytin posası vakum poşetlerinde 8 hafta boyunca silolanmış ve ardından kalite analizleri yapılmıştır. Sonuçlar, çörek otu yağı ilavesinin kuru madde, pH ve Fleig puanı gibi temel silaj kalite parametrelerinde anlamlı bir fark yaratmadığını göstermiştir. Ancak, aerobik stabilite açısından çörek otu yağı ilave edilen gruplarda daha yüksek karbondioksit birikimi gözlemlenmiştir ($P<0.05$). Antioksidan kapasite analizlerinde DPPH değerleri benzer bulunmakla birlikte, lipid peroksidasyon seviyeleri çörek otu yağı ilave edilen gruplarda daha yüksek çıkmıştır ($P<0.05$). Bu durum, çörek otu yağında bulunan timokinon gibi bileşenlerin pro-oksidan etkileriyle açıklanabilir. Maya ve küf analizleri ise çörek otu yağı ilavesinin üremeyi azaltmadığını ortaya koymuştur. Genel olarak, çörek otu yağı zeytin posası silajında beklenen olumlu etkileri göstermediği ve bazı olumsuz sonuçlara yol açtığı belirlenmiştir. Gelecekteki çalışmalar, çörek otu yağının farklı silaj türlerinde kullanımını ve bileşenlerinin ayrı ayrı etkilerini araştırılması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, çörek otu yağı, silaj kalite, zeytin posası.

Introduction

Olive is a tree species that grows in the Mediterranean region and its fruit has high oil and nutritional values. 496 kg of olive pomace is obtained from 1 ton of olives compared to 214 kg of olive oil (Arslan & Kaya, 2015). Although olive pomace is a feed raw material rich in energy and cellulose, its high polyphenol content, moisture and fat content and low digestibility level limit its use in animal nutrition (Hadjipanayiotou, 2000; Keser & Bilal, 2010). Storage of olive pomace by ensiling is considered to be an important preservation method in terms of preserving its shelf life and nutritional properties (Molina-Alcaide & Yáñez-Ruiz, 2008). In addition to ensiling olive pomace alone, there are also studies on the use of different additives (Arslan & Kaya, 2015).

Thymoquinone in essential oils obtained from black cumin is an important bioactive component in terms of both antioxidant properties and inhibition of yeast and mold growth (Forouzanfar et al., 2014). Studies on the use of black cumin oil (BCO) as an additive to silage are quite limited. Arican & Arslan Duru, (2020) examined the effect of black cumin oil added to the ration at the levels of 0.00, 0.02, 0.04, 0.08 and 1.60 on the characteristics of Hungarian vetch-wheat mixed silage, and stated that black cumin oil added to the ration at the rate of 1.60 positively affected the silage quality.

Within the scope of this study, about 12 kg of olive pomace was divided into three parts, 0, 0.8 and 1.6% of black cumin oil was added to each part, respectively, and ensiled in food-type vacuum bags for 8 weeks and opened at the end of 8 weeks and silage quality, aerobic stability, antioxidant values and yeast-mold growth rates were examined in these products.

Materials and Methods

Within the scope of this study, 12 kg of olive pomace obtained from an olive oil factory in Hatay province was brought to Aksaray University Esil Vocational School laboratory where the pomace was divided into three parts. BCO was added to these sections at the rate of 0.0, 0.8 and 1.6% respectively. A commercial BCO product was used in the experiment. Then, the silage samples were vacuumed by dividing them into food-type vacuum bags (3 packages + 1 spare package) with a capacity of approximately 1 kg. The packages were wrapped with stretch foil to prevent air intake. Each package was weighed, and sample amounts were recorded.

At the end of the 8th week, the packages were weighed, and the values were recorded. A 50 g sample was taken from the opened packages, mixed with 125 mL pure water and filtered. The pH values were measured in the filtrate. Dry matter contents were determined by measuring the final weights of the samples weighed before being placed in the drying cabinet after being kept at 105°C for 16 hours. Fleig score was calculated with the formula $220 + (2 \times \% \text{ Dry Matter} - 15) - (40 \times \text{pH})$.

250 g of silage samples were taken and placed in plastic bottles. The lids of these bottles were punctured, half of them were cut in half upside down and the aerobic stability test was carried out for 5 days by combining them with the 2nd pet bottles to which 100 mL of 20% KOH solution was added. At the end of the 5th day, 10 mL of 20% KOH solution was taken into a beaker and the pH value was monitored with a pH meter and the pH value was first reduced to 8.1 with 3N HCl and then to pH 3.6 with 1N HCl. The amount of 1N HCl spent to reduce to 6% was determined and CO₂ level (g/kg) was calculated with the formula $(0.044 \times \text{HCl ml spent in titration} \times 20\% \text{ KOH ml}) / (\text{KOH ml used} \times \text{sample amount} \times \text{dry matter ratio})$.

1 g of the samples were taken and analyzed according to the TBARS method described by Zeb and Ulah (2016) to measure lipid peroxidation level. In this context, 1 g of sample was mixed

with 5 mL of glacial acetic acid and 2 mL of 0.01% butyl hydroxy toluene was added and mixed with a shaker for 1 hour. Then, 1 mL of the supernatants were centrifuged and treated with 1 mL of thiobarbituric acid solution and the reaction was carried out at 95°C for 1 hour. Then, the reaction was terminated with ice cassettes and the cooled samples were read at 523 nm. TBARS value was measured with the help of the malondialdehyde curve. In order to determine the antioxidant capacity values in silages, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging capacity analysis was performed. In this context, 0.2 g of sample was extracted with 10 mL methyl alcohol for 24 hours in the dark and then centrifuged and the supernatant was taken. 2.4 mg DPPH was dissolved in 100 mL methyl alcohol and then 500 μ L solvent and 500 μ L supernatant were mixed and left to incubate for 15 minutes. Finally, the absorbance values of this mixture were measured with a spectrophotometer at 517 nm.

For yeast-mold analysis, the opened samples were inoculated on potato dextrose agar by smear plate method and incubated at 25°C for 5 days. At the end of 5 days, colony forming units were counted.

The data obtained as a result of the study were analyzed according to One-Way Anova procedure in SPSS 22 package program and Tukey Multiple Comparison Test was applied for the differences of the groups. In addition, microbiological analysis of silages were analyzed according to the Frequency procedure in SPSS Package Program.

Findings and Discussion

Table 1. Olive pomace silage quality values

Parameters	BCO Level (%)			SEM	P
	0	0.8	1.6		
Dry Matter %	31.88	33.18	32.88	0.48	0.538
pH	4.33	4.28	4.45	0.04	0.206
Fleig Point	95.42	100.35	92.68	2.74	0.343
CO ₂ , g/kg KM	3.17 ^b	5.90 ^a	5.78 ^a	0.39	0.000
Silage Loss, %	0.32	0.36	0.31	0.03	0.776

^{a,b}Differences between the means shown with different letters in the same column are significant (P<0.01)

Data on weight loss, dry matter content, pH and fleig score values of olive pomace silages are given in Table 1. As a result of the analyses, there was no statistical difference between DM, pH, Fleig score and loss scores. However, in terms of aerobic stability values, a statistically higher level of carbon dioxide accumulation was observed in olive silages to which 0% BCO was added compared to the experimental groups (P<0.05). Aerobic stability is defined as the length of time that an opened silage sample remains unheated and intact due to contact with air after opening and is related to the activation of microorganisms that reduce silage quality such as yeast and mold (Çayıroğlu et al., 2016). It has been reported in previous studies that the addition of essential oil in silage has a positive effect on aerobic stability. Özdeş & Daşkan (2017) reported that cavracrol obtained from thyme oil positively affected aerobic stability by suppressing yeast-mold growth in silage. Similarly, in another study, it was stated that thyme and cumin essential oils added to alfalfa silage helped to protect silage samples against aerobic degradation (Soycan Önenç et al., 2019). However, in our project, it was observed that carbon

dioxide production was higher in the groups given BCO compared to the control group. Feed materials with high fat content are more prone to mold due to increased moisture content and oxidation. In this case, it is seen that the silage additive used may be insufficient. Similarly, Büyükkiliç Beyzi et al. (2016) stated that the addition of sodium metabisulfite to sunflower silage increased mold growth, while the addition of sodium metabisulfite with formic acid, and propionic acid caused mold growth at the same level with the control.

Table 2. Olive pomace silage antioxidant activity and lipid peroxidation values

Parameters	BCO Level (%)			SEM	P
	0	0.8	1.6		
DPPH, %	70.36	68.25	67.06	0.88	0.312
MDA, (μ M/g)	1.06 ^b	1.20 ^a	1.23 ^a	0.02	0.003

^{a,b} Differences between the means shown with different letters in the same column are significant ($P < 0.01$)

DPPH and MDA levels are given in Table 2. As a result of the study, no statistical difference was detected between the groups in terms of DPPH value. However, it is observed that MDA levels were higher in the groups to which BCO was added. Olive pomace is a very rich food industry by-product in terms of tannin content (Keser & Bilal, 2010). Tannins are organic compounds known to have antioxidant effect. However, they are also reported to have a pro-oxidant effect since pro-oxidant products can be produced during biotransformation or as end products (Labieniec et al., 2003). In addition, thymoquinone, which is the most common antioxidant compound found in BCO, is also reported to have a pro-oxidant effect (Mahmoud & Abdelrazek, 2019).

Table 3. Olive pomace silage yeast and mold values

Parameters	BCO Level (%)			P
	0	0.8	1.6	
Yeast	+++	+++	+++	
Mold	+++	+++	+++	

+++ : Uncountable yeast and mold growth

The values for the effects of BCO addition on yeast and mold growth in olive pomace silage are given in Table 3. As a result of our study, it was determined that the addition of BCO did not make a significant difference in reducing yeast and mold growth in silage. During the interpretation of the findings related to aerobic stability, information about this issue was also given.

Conclusion and Recommendations

As a result, within the scope of this project in which we examined the effects of BCO addition on silage quality, antioxidant effect and yeast-mold growth in olive pomace silage, it was determined that the addition of BCO did not have a significant positive effect on any value, on the contrary, it negatively affected aerobic stability and lipid peroxidation levels. In future studies, it is thought that BCO should be used in different silage types or the components should be separated and added to silage samples in order to better understand the effectiveness of the

components it contains.

Thanks and Information Note

This study was funded by The Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TÜBİTAK) 2209-A - Research Project Support Programme for Undergraduate Students.

References

- Arıcan, G., & Arslan Duru, A. (2020). The effect of black seed oil (*Nigella sativa*) on in vitro digestibility, chemical and fermentation characteristics of Hungarian vetch-wheat silage. *Pakistan Journal of Botany*, 52(2). [https://doi.org/10.30848/PJB2020-2\(45\)](https://doi.org/10.30848/PJB2020-2(45))
- Arslan, D., & Kaya, Ş. (2015). Zeytin Posası Silajının Hayvan Beslemede Kullanım Olanakları. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 64–71.
- Büyükkılıç Beyzi, S., Konca, Y., Özdüven, M. L., & Okuyucu, B. (2016). Çeşitli ticari karışımların ayçiçeği silajlarında kullanılabilirliği, silaj kalitesi, in-vitro sindirilebilirlik ve mikroorganizma profili üzerine etkileri. *Alinteri*, 31(B), 53–58.
- Çayıroğlu, H., Coşkun, İ., & Şahin, A. (2016). Silajın aerobik stabilitesini etkileyen faktörler ve iyileştirme stratejileri. *Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 31(2), 91–97. <https://doi.org/10.28955/alinterizbd.285159>
- Forouzanfar, F., Bazzaz, B. S. F., & Hosseinzadeh, H. (2014). Black cumin (*Nigella sativa*) and its constituent (thymoquinone): A review on antimicrobial effects. *Iran J Basic Med Sci*, 17(12).
- Hadjipanayiotou, M. (2000). The use of crude olive cake silage as small ruminant feed in Cyprus: A review. *Cahires-Options Mediterraneennes*, 52, 51–54.
- Keser, O., & Bilal, T. (2010). Zeytin Sanayi Yan Ürünlerinin Hayvan Beslemede Kullanım Olanakları.
- Labieniec, M., Gabryelak, T., & Falcioni, G. (2003). Antioxidant and pro-oxidant effects of tannins in digestive cells of the freshwater mussel *Unio tumidus*. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 539(1–2), 19–28. [https://doi.org/10.1016/S1383-5718\(03\)00115-3](https://doi.org/10.1016/S1383-5718(03)00115-3)
- Mahmoud, Y. K., & Abdelrazek, H. M. A. (2019). Cancer: Thymoquinone antioxidant/pro-oxidant effect as potential anticancer remedy. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 115, 108783. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2019.108783>
- Molina-Alcaide, E., & Yáñez-Ruiz, D. R. (2008). Potential use of olive by-products in ruminant feeding: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 147, 247–264. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.09.021>
- Özelçam, H., & Daşkan, H. (2017). Mısır silajına ilave edilen karvakrolün aerobik stabiliteye etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(3), 409–412. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.386442>
- Soycan Önenç, S., Korkmaz Turgud, F., & Turan Uçman, A. (2019). Kekik ve Kimyon Uçucu Yağlarının Yonca Silajlarının Fermantasyon Kalitesi, Aerobik Stabilitesi ile Yem Değeri Üzerine Etkileri. *Hayvansal Üretim*, 60(2), 117–123. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.555562>

CATTLE RESPIRATORY SYSTEM DISEASE COMPLEX AND DIAGNOSTIC METHODS SEEN IN CALVES

Doktor Öğretim Üyesi Tuğçe ANTEPLİOĞLU (ORCID: 0000-0001-7033-0759)
Kırıkkale University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology, Kırıkkale-
Türkiye, **Email:** tugceanteplioglu@gmail.com

Veteriner Hekim Muzaffer ORAL (ORCID: 0000-0002-2798-1414)
Kırıkkale University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology, Kırıkkale-
Türkiye, **Email:** muzaffer-oral@hotmail.com

Abstract

Bovine Respiratory Disease (BRD) Complex is a complex of diseases caused by bacterial and viral agents interacting with each other as a result of the negative effects of many stress factors on the host's defence mechanism. Etiology; The effectiveness of predisposing factors, mainly It is important that primary viral agents such as *Bovine Parainfluenza-3 Virus (PIV-3)*, *Bovine Respiratory Syncytial Virus (BRSV)*, *Bovine Herpes Virus-1 (BHV-1)*, *Bovine Viral Diarrhea Virus (BVDV)*, *Bovine Corona Virus (BCV)* and secondary bacterial agents such as *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida* and *Mycoplasma bovis* interact with each other. Mycotic and parasitic agents may also play a role in the aetiology of BRD. BRD can be referred to as carriage disease in fattening cattle, enzootic pneumonia in calves and pneumonia in adult cows. It is seen intensively in the livestock industry in our country. Thus, it is one of the causes of calf losses by increasing both morbidity and mortality rates in both meat and dairy farms. In addition, the high cost of treatment causes serious economic losses. In animals with BRD, high fever, respiratory distress, depression, nasal and eye discharge, abdominal respiration, and in some cases sudden death may occur. It is very important to correctly diagnose an animal with BRD in order to implement an effective treatment protocol and take preventive health measures. This includes; clinical scoring score, chest auscultation and medical imaging, assessment of haematological criteria such as biomarkers, blood biochemistry and complete blood count, collection of respiratory secretions such as nasopharyngeal swab (DNS), transtracheal aspiration (TTA), bronchoalveolar lavage (BAL), As a result of necropsy of deceased animals, agents can be detected by histopathological and immune histochemical staining of tissues, cytopathological studies, bacteriological culture, serological and Polymerase Chain Reaction (PCR) tests.

Keywords: Enzootic pneumonia, *Bovine Respiratory Syncytial Virus (BRSV)*, *Bovine Viral Diarrhea Virus (BVDV)*, *Pasteurella multocida*

BUZAĞILARDA GÖRÜLEN SIĞIRLARIN SOLUNUM SİSTEMİ HASTALIĞI KOMPLEKSİ VE TANI YÖNTEMLERİ

Özet

Siğirlerin Solunum Sistemi Hastalığı (BRD) Kompleksi; çok sayıda stres faktörünün konakta savunma mekanizmasını olumsuz etkilemesi sonucu çoğunlukla bakteriyel ve viral etkenlerin birbirleri ile etkileşime girerek oluşturdukları hastalık kompleksidir. Etiyolojisinde; predispoze faktörlerin etkinliği, başlıca *Bovine Parainfluenza-3 Virus (PIV-3)*, *Bovine Respiratory Syncytial Virus (BRSV)*, *Bovine Herpes Virus-1 (BHV-1)*, *Bovine Viral Diarrhea Virus (BVDV)*, *Bovine Corona Virus (BCV)* gibi primer viral etkenlerin ve *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida* ve *Mycoplasma bovis* gibi sekonder bakteriyel etkenlerin birbiri ile etkileşim içerisinde olmaları önemlidir. Yine mikotik ve paraziter etkenlerde BRD etiolojisinde rol alabilir. Ülkemiz hayvancılık endüstrisinde yoğun olarak görülür. Böylece hem et hem de süt işletmelerinde gerek morbidite oranını gerekse mortalite oranını arttırarak, buzağı kayıplarının sebeplerinden biri olmaktadır. Ayrıca tedavi maliyetlerinin oldukça yüksek olması ciddi ekonomik kayıpların oluşmasına sebep olur. BRD' li hayvanlarda klinik olarak yüksek ateş, solunum güçlüğü, depresyon, burun ve göz akıntısı, abdominal solunum görülürken bazı durumlarda ani ölümler meydana gelebilir. BRD' li bir hayvanı, etkili bir tedavi protokolü uygulamak ve önleyici sağlık tedbirlerini almak için doğru teşhis etmek oldukça önemlidir. Bunun için; klinik skorlama puanı, göğüs oskültasyonu ve medikal görüntüleme, biyobelirteç, kan biyokimyası ve tam kan sayımı gibi hematolojik kriterlerin değerlendirilmesi, nazofaringeal sürüntü (DNS), transtrakeal aspirasyon (TTA), bronkoalveoler lavaj (BAL) gibi respiratorik sekresyonlardan bakteri ve virüs izolasyonu, ölen hayvanların nekropsisi sonucunda dokuların histopatolojik ve immunhistokimyasal boyamalarının yapılması, sitopatolojik çalışmalar, bakteriyolojik izolasyon Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) gibi testlerin yapılması ile etkenler tespit edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Enzootik pnömoni, *Bovine Respiratory Syncytial Virus (BRSV)*, *Bovine Viral Diarrhea Virus (BVDV)*, *Pasteurella multocida*

Giriş

1.1 Sığırların Solunum Sistemi Hastalık Kompleksi ve Önemi

Sığırların Solunum Sistemi Hastalığı (BRD) Kompleksi; çok sayıda stres faktörünün konakta savunma mekanizmasını olumsuz etkilemesi sonucu çoğunlukla bakteriyel ve viral etkenlerin birbirleri ile etkileşime girerek oluşturdukları hastalık kompleksidir. Bu hastalık tablosu konağın immun durumuna, etkenin miktarına ve patojenitesine göre değişmekle birlikte, subklinikten ölümcül sonuçları olan bir hastalık tablosuna kadar değişen yelpazede görülebilir (Cusack, 2003). Günümüz hayvancılık endüstrisinde yoğun olarak görülen BRD, morbidite ve mortaliteyi arttırarak, buzağı kayıplarına sebep olmaktadır. Bunun yanı sıra; yemden yararlanmayı azaltarak ve kilo kazanımını yavaşlatarak, karkas kalitesini bozarak ve sağaltım giderlerini arttırarak büyük ekonomik kayıplara neden olur (Edwards, 1996; Gülersoy, 2017). Sığır solunum sistemi hastalığı hem makroskopik hem de histopatolojik lezyon karakteristiği bakımından; bronkopnömoni, fibrinli pnömoni, plorapnömoni, kazeonekrotik pnömoni, intersitisyapnömoni, ve verminöz pnömoni olarak tanımlanabilir (Confer, 2010). BRD; besi sığırlarında taşıma hastalığı, buzağılarda enzootik pnömoni ve yetişkin ineklerde pnömoni olarak adlandırılabilir (Caswell, 2014).

1.2 Predispozan Faktörler

Sığırların akciğerlerinin vücutlarına oranla küçük oluşu, akciğerlerin fonksiyonel kapasitesinin düşmesine neden olabilir. Sığır akciğerinin loblarının diğer hayvanlara nazaran fazla oluşu da temizlenme işlevinin tam olarak gerçekleşmesine engel olabilmektedir (Kurtde ve ark, 2002). Bunların yanı sıra, buzağının doğduğu ve otlatmaya çıkartıldığı mevsim, havanın kalitesi, buzağının aldığı kolostrumun kalitesi ve miktarı, barınak alanı ve hijyeni, buzağuların yetersiz ve kontamine süt ile beslenmeleri, işletmede altlıkların uzun süre değiştirilmemesi, ikiz doğumlar ve buzağuların barındıkları bölgede sürekli olarak toz bulutlarının oluşması gibi stress faktörleri BRD oluşmasına ortam hazırlar (Dubrovsky, 2019).

1.3 Etiyoloji

Sığır solunum sistemi hastalığı (BRD), konakta akciğerin yoğun olarak yangısal reaksiyonlara yol açabilen viral ve bakteriyel patojenler arasındaki karmaşık etkileşim sonucu meydana gelir (Czuprynski, 2009). Genellikle primer viral patojen ve sekonder bakteriyel patojenin etkileşimi ile karakterizedir (Zachary, 2021). BRD etiyojisinde çoğunlukla yer alan etkenler Tablo 1' de gösterilmiştir.

Tablo 1: BRD'ye sebep olan etkenler (Ames ve ark, 2002).

Viral Etkenler	Bakteriyel Etkenler	Mikotik Etkenler	Paraziter Etkenler
<i>Sığır parainfluenza virüsü 3 (BPIV-3)</i>	<i>Mannheimia haemolytica</i>	<i>Cryptococcus spp</i>	<i>Dictyocaulus Viviparus</i>
<i>Bovine Respiratory Syncytial Virus (BRSV)</i>	<i>Histophilus somni</i>	<i>Coccidiomycosis spp</i>	
<i>Bovine Alpha herpesvirus 1 (BHV-1)</i>	<i>Mycoplasma bovis</i>	<i>Histoplasmosis spp</i>	
<i>Bovine Viral Diarrhea Virus (BVDV)</i>	<i>Bibersteinia trehalosi</i>	<i>Blastomycosis spp</i>	
<i>Bovine Corona Virus (BCV)</i>	<i>Arcanobacterium pyogenes</i>		
<i>Bovine Adenovirus</i>	<i>Pasteurella multocida</i>		

1.4 Patogenez

Sığırların burun boşluğu mikrobiyatasında bulunan etkenlerin, çeşitli stres faktörlerine maruz kalması sonucu sayılarında ve etkinliklerinde artış meydana gelebilir (Frank ve Smith, 1983). Soğuğa maruz kalan buzağılarda kortizonun fazla salgılanması sonucu antimikrobiyal peptit ve laktoferrin yapısının bozulması bakteriyel kolonizasyonu artırabilir (Slocombe ve ark, 1984; Roca-Ferrer ve ark, 200). Viral etkenler, solunum sistemi epitel hücrelerine yerleşip mukusilier klirensin bozulmasına sebep olabilirler. Solunum yollarında oluşan bu anormal durumu takiben goblet hücreleri tarafından aşırı mukus salgılanır. Aşırı miktarda salgılanan mukus solunum yolunda viskoziteyi artırarak patojenlerin daha iyi kolonize olup, solunum yollarının tıkanmasına yol açabilir. Predispozan faktörler solunum sistemi epitel hücre yüzeylerinde bulunan ve bakteriyi tanımayı sağlayan Toll-benzeri reseptörlerin yapısını değiştirir ve bakteriyel koloni oluşumuna olanak sunar (Parker ve Prince, 2011). Viral etkenlerin humoral bağışıklığa müdahalesi sonucu bakteriyel kolonizasyon meydana gelebilir (Virtala ve ark, 1996). *Pasteurella multocida* ve *Manhemia haemolytica* gibi kapüsüllü bakteriler fagositoza karşı dirençlidir. *H. somni*, nötrofillerde ve alveolar makrofajlarda hayatta kalabilir ve çoğalabilir, fagositozu inhibe edebilir. Herpes virüs-1, Parainfluenza virüs 3, Bovine respiratuar sinsityal virüs, Bovine viral diyare virüs gibi viral etkenlerin akciğerlere yerleşmesi sonucunda akut intersitisyel pnömoni şekillenir. Ardından, *P. multocida*'nın katılımı ile supuratif bronkopnömoni (Lobüler Bronkopnömoni), *M. haemolytica* ve *H. somni*'nin katılımı fibrinli pnömoni veya fibrinli Plevrapnömoni (Fibrinöz Bronkopnömoni, Lober Pnömoni), *M. bovis*'in katılımıyla da kazeonekrotik bronkopnömoni (Mikoplazmal Pnömoni) meydana gelir (Panciera ve Confer, 2010).

1.5 Klinik belirtiler

Viral partiküllerin inhale edilmesi, kontamine olmuş gıda veya suyun alınması ya da direkt temas ile klinik belirtiler görülmeye başlar. İlk olarak burun akıntısı ile hızlı ve yüzeysel solunum meydana gelebilir. Bunu dispne ve öksürük takip eder (Guterbock, 2014). Ani ölüm, depresyon, iştahsızlık, 42 °C'ye kadar çıkabilen ateş, solunum sayısının artması ve oskültasyonda yaş raller duyulabilir. Hastalık ilerlemeye başlayınca; respiratorik distres, burun deliklerinin kapanması, aşırı gözyaşı akıntısı ve dispne görülebilir. Oskültasyonda boğuk

akciğer sesleri duyulur. Buzağular solunum güçlüğünden dolayı dirseklerini vücuttan uzak tutma ve boyunu uzatma şeklinde bir duruş gösterebilirler (Ives ve Richeson, 2015).

2. Tanı

Sığırlarda yaygın ve maliyetli bir hastalık kompleksi olan BRD' ye, etkili bir tedavi protokolü uygulamak ve önleyici sağlık tedbirlerini almak için doğru teşhis etmek oldukça önemlidir. Doğru teşhis yapılması; hastalığın karşılaşma sıklığını, uygulanan tedavi protokolünün etkinliğini ve koruyucu sağlık programlarının gözden geçirilmesine olanak sağlayabilir. Sahada BRD tanısı genellikle, depresyon, iştahsızlık, burun akıntısı, öksürük gibi belirtilere dayanır ve tedavi kararı genellikle gözlemlere ve rektal sıcaklığın durumuna göre yapılır (White ve Renter, 2009). BRD' nin, çeşitli klinik skorlama puanları kullanılarak, torasik bölgenin ultrason ve radyografisi çekilerek teşhis edilebileceği gibi nekropsi sonrası histopatolojik, mikrobiyolojik, moleküler ve biyokimyasal yöntemlerle de tanısı yapılabilir (Masseau ve ark, 2008).

Tablo 2. WI klinik skorlama puanı (Buczinski ve ark, 2014).

	0 Puan	1 Puan	2 Puan	3 Puan
Öksürük	Yok	Hafif	Orta	Yoğun
Burun akıntısı	Yok	Tek taraflı hafif	Bilateral müköz akıntı	Bilateral mukopurulent akıntı
Göz akıntısı	Yok	Tek taraflı hafif	Orta miktarda bilateral	Yoğun göz akıntısı
Kulak sarkması	Normal	Hafif sallantı	Hafif tek taraflı düşüş	Kulaklar iki taraflı sarkık
Rektal sıcaklık	≤38 C	38-39	39,1-39,9	≥40

2.1 Tam Kan Sayımı

Bakteriyel etkenlerin yoğun olduğu ve kronik akciğer enfeksiyonlarda beyaz kan hücreleri (WBC) sayısında artış olur. Toplam eritrosit sayısı (RBC) ve hemoglobin (HGB) miktarı artabilir. Şiddetli toksemik hayvanlarda hematokrit (HCT) yükselmiş olabilir. Kanama olgularında, bakteriyel hastalıklarda ve kronik enfeksiyonlarda trombosit (PLT) sayısında artış meydana gelebilir (Akter ve ark, 2022).

2.2 Kan Biyokimyası

Pnömonili buzağularda serum AST, LDH, TP ve TIg seviyeleri yüksek olabilirken, serum albümin, kreatin ve glukoz seviyeleri düşük olabilir. Serum magnezyum (Mg), ve çinko (Zn) seviyelerinde önemli bir şekilde azalma meydana gelebilir. Serum potasyum (K), sodyum (Na), ve kalsiyum (Ca) seviyelerinde kayda değer fark oluşmayabilir (Šoltésová ve ark, 2015). Sezer ve arkadaşları (2023) yaptıkları çalışmada serum ALT, AST, kreatin, üre, total protein ve kreatin kinaz seviyelerini yüksek, serum albümin, glukoz ve demir seviyeleri sağlıklı buzağulardan düşük olarak tespit etmişlerdir.

2.3 Biyobelirteçler

Akut faz proteinleri çoğunlukla hepsatositlerden sentezlenen, hastalık, yangısal süreç ve travmatik yaralanma gibi durumlarda kan dolaşımına giren büyük proteinlerdir. Bu proteinler IL-1' e yanıt olarak, Haptoglobin (Hpt), serum amiloid A (SAA), alfa 1-asit glikoprotein ve TNF

alfa üretir. Serum toplam oksidasyon seviyeleri (TOS) ve serum toplam antioksidasyon seviyelerini (TAS) BRD'li buzağılarda artış göstermesi biyobelirteç olarak kullanılmasına imkan verebilir (Gökçe, 2017). Akciğer epiteli tarafından Sürfaktan Protein A (SP-A) üretimi pnömoni tanısında kullanılabilen biyobelirteç olabilir (Ackermann ve ark, 2010). Enzootik pnömoni buzağılarda, akciğere bağlı kalpte hipoksi ve taşikardi meydana gelebilir. Bu durumda kardiyak troponin 1 (cTnI) artar. Ayrıca kreatin kinaz myokardial bant (CK-MB), kreatin kinaz (CK) ve kalp tipi yağ asidi bağlayıcı protein (H-FABP) seviyelerinde artış olabilir (Değirmençay, 2023).

2.4 Respiratorik Sekresyonlar

Pnömonide eksudatın ve sekresyonların laboratuvar muayenesi, tanı yöntemi olarak en yaygın kullanılan prosedürlerden biridir. Solunum yollarından örnek almak için derin nazofaringeal sürüntüler (DNS) transtrakeal aspirasyon (TTA), bronkoalveoler lavaj (BAL) yöntemleri kullanılır (Pardon ve Buczinski, 2020).

2.4.1 Bakteri İzolasyon ve İdentifikasyonu

Bakteriyolojik kültür, bakterileri tanımlamak için en sık kullanılan yöntemdir. Maliyetinin düşük olmasının yanı sıra, antimikrobiyal duyarlılık testi imkanının olması önemli bir avantajdır. Bakteriler için özel besi yeri gereklidir (Bokma ve ark, 2020). Bakteriyel etkenler normal akciğer ile konsolide akciğer arasında koloni oluşturur. Bu kısım akciğerde en son enfekte olan bölgedir. Kranioventral bölgedeki konsolide alanlarda ise ikincil patojenlerin bulunma olasılığı daha yüksektir. Bu sebeple anormal ve normal akciğer sınırı arasından, apse odaklarından kaçınarak ≥ 4 cm çapında doku örnekleme yapılmalıdır. *M. bovis* için kazeöz nekrotik alanlar ideal örnekleme yerleridir (Caswel ve ark, 2012).

2.4.2 Moleküler Yöntemler ile Etken Tayini

Gerçek zamanlı PCR (qPCR) ve ters transkriptaz PCR (RT-qPCR), sığır pnömonilerinde en sık kullanılan moleküler tanı yöntemleri arasındadır. Bu teknikler, *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Histophilus somni* ve *Mycoplasma bovis* gibi bakteriyel etkenler ile bovine respiratory syncytial virus (BRSV), bovine coronavirus (BCoV), bovine viral diarrhoea virus (BVDV), parainfluenza-3 (PI-3) ve bovine herpesvirus-1 (BHV-1) gibi viral patojenlerin varlığını yüksek hassasiyetle belirleyebilir. Multiplex PCR, tek bir reaksiyon içerisinde birden fazla patojenin eş zamanlı olarak saptanmasına olanak tanır, bu da özellikle polimikrobiyal enfeksiyonların tespitinde avantaj sağlar (OIE, 2021).

Daha hızlı ve saha koşullarında uygulanabilir yöntemler arasında izotermal amplifikasyon teknikleri (LAMP, RPA) bulunmaktadır. Bu yöntemler, PCR'ye kıyasla daha az ekipman gerektirmesi ve düşük maliyet avantajı sunması nedeniyle sığır pnömonilerinin hızlı teşhisinde umut verici tanı araçları arasında yer almaktadır. Son yıllarda gelişen metagenomik yeni nesil dizileme (mNGS) teknolojisi ise, özellikle atipik veya bilinmeyen patojenlerin tanımlanmasında güçlü bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Ancak, analiz süresinin uzunluğu ve maliyetlerin yüksek olması nedeniyle rutin kullanımda sınırlı kalmaktadır (Kamel ve ark, 2024).

2.4.3 Sitopatoloji

Bronkoalveoler lavaj, trakeal yıkama ve nazofarengeal sıvı sitolojisi pnömoni etkenlerinin kolay tanınabilmesine imkan sağlayabilir. Sitolojik yaymalar toplanan sıvının durumuna göre santrifüj yapılarak oluşan peletin yaymasının hazırlanmasıyla ya da direkt olarak lama yayılarak hazırlanır. Hazırlanan preparat, havada kurutulur ve genelde üzerlerine fiksatif damlatılması tavsiye edilmez (Leslie ve ark, 2020). Daha sonra Wright-Giemsa, May-Grunwald-Giemsa veya Differential-Quik gibi Romanowsky tip boyalar ile boyanarak değerlendirilir. Boyamadan sonra 200-500 hücre mikroskop altında sayılır ve nötrofiller, eozinofiller, makrofaj ve bazofiller sınıflandırılır. Maya-benzeri mikroorganizmaların gösterimi için gomorimetenamin gümüş (GMS) ve Periodicacidschiff (PAS); Mycobacterium türlerinin teşhisi için ise acid-fast boyalar kullanılır. Bunun yanı sıra spesifik etken ve/veya reseptör gösterimi için ise immunositokimyasal (IHC) boyama yapılabilir (Chen ve ark, 2022).

2.5 Nekropsi

Tablo 3. BRD etkenleri oluşturdukları lezyonlar ve tanı yöntemleri (Caswel ve ark, 2012).

Etken	Lezyon	Tanı yöntemi
<i>M. haemolytica</i> , <i>H. somni</i> <i>P. multocida</i> <i>B. trehalosi</i>	Kranioventral kızarıklık sert konsolidasyon; pıhtılaşma nekrozu, interlobüler ödem veya fibrinöz plörit	Histopatolojik inceleme transtrakeal yıkama kültürü
<i>M. Bovis</i>	Kazeöz nekroz, kranioventral kızarıklık ve çökme veya konsolidasyon	Histopatoloji, IHC Kültür veya RT-PCR
<i>H. somni</i>	Akciğer dokusunun konsolidasyonu olan veya olmayan fibrinöz plörit	Plevral eksüdat, böbrek, dalak, eklem kültürü
BRSV, BCV, BHV-1, BPI3V	Kranioventral akciğer kırmızı-mor ve hafif sertlastiktir; dorsokaudal akciğer ödem ± amfizem ile benzerdir. İkincil bakteriyel enfeksiyon varsa kranyal akciğerde bronkopnömoni olabilir	Akut evre: PCR, IHC, VI veya antijen yakalama ELISA ve RT-PCR daha hassastır
<i>Dictyocaulus viviparus</i>	Akciğerler yaygın olarak kırmızı, ödemli ve serttir (interstisyel pnömoni) Lobüler atelektazi veya akciğer dokusunun, özellikle akciğerin dorsokaudal bölgelerinde konsolidasyon	Akut: akciğerdeki larvaları belirlemek için histopatoloji Kronik: Bronşlarda bariz solucan bulgusu; verilen histopatolojik inceleme Canlı hayvanlar: Baermann testi

3. Sonuç

Sığırların Solunum Sistemi Hastalığı (BRD) kompleksi; multifaktöriyel etiolojisi nedeniyle veteriner sahada tanı ve tedavi süreçlerini karmaşık hale getiren önemli bir sağlık sorunudur. Viral, bakteriyel, mikotik ve paraziter birçok etkenin etiolojide rol oynaması, veteriner sahada tanının genellikle klinik belirtilere dayanması, etkene yönelik tanı işlemlerinin yapılamaması ve çoğu zaman yalnızca tek bir bakteriyel patojene yönelik tedavi uygulanması tedavinin uzun süreli ve oldukça maliyetli olmasına ya da tedavi başarısızlıklarına neden olmaktadır. Bu şekilde tedavi sürecinin uzun olması hasta sahibini maddi ve manevi olarak olumsuz etkilediği gibi Veteriner Hekimde de olumsuz sonuçlanan vakalardan ötürü motivasyon kaybına neden olabilmektedir. Hasta hayvanlardan alınan respiratör sekresyonların, sitopatolojik incelenmesi, etkene özel hızlı tanı kiti kullanılması, polimeraz zincirleme reaksiyon testi (PCR) gibi moleküler yöntemlerle etken tayininin yapılması, aglütinasyon veya enzime bağlı immunosorbent tahlili (ELISA) ile biyobelirteç tayini ve bakteriyolojik kültür yapılarak

pnömoni etkeni belirlenebilmesi veteriner sahada etkene yönelik tedavi yapılmasını sağlayacak, tedavide başarı şansını artırarak BRD kaynaklı ölümlerin azalmasına zemin hazırlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte; bu yaklaşımlar, gereksiz ve/veya yanlış antibiyotik kullanımı ile oluşan antimikrobiyal direncin önüne geçilmede bir adım oluşturabilecek ve aynı zamanda veteriner hekimlikte daha bilimsel ve kanıta dayalı yaklaşımların benimsenmesine zemin hazırlayacaktır.

Kaynaklar

- Akter, A., Caldwell, J. M., Pighetti, G. M., Shepherd, E. A., Okafor, C. C., Eckelkamp, E. A., ... & Schneider, L. G. (2022). Hematological and immunological response to naturally occurring bovine respiratory disease in newly received beef calves in a commercial stocker farm. *Journal of Animal Science*, 100(2), skab363
- Ames, T. R., Baker, J. C., & Wikse, S. E. (2002). The bronchopneumonias (respiratory disease complex of cattle, sheep, and goats). *Large Animal Internal Medicine. 3rd ed. St. Louis: Mosby*, 551-570
- Ames, T. R., Baker, J. C., & Wikse, S. E. (2002). The bronchopneumonias (respiratory disease complex of cattle, sheep, and goats). *Large Animal Internal Medicine. 3rd ed. St. Louis: Mosby*, 551-570
- Askar, H., Chen, S., Hao, H., Yan, X., Ma, L., Liu, Y., & Chu, Y. (2021). Immune Evasion of *Mycoplasma bovis*. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 10(3), 297. <https://doi.org/10.3390/pathogens10030297>
- Bokma, J., Van Driessche, L., Deprez, P., Haesebrouck, F., Vahl, M., Weesendorp, E., ... & Boyen, F. (2020). Rapid identification of *Mycoplasma bovis* from bovine bronchoalveolar lavage fluid with MALDI-TOF MS after enrichment procedure. *Journal of Clinical Microbiology*.
- Caswell JL. Failure of Respiratory Defenses in the Pathogenesis of Bacterial Pneumonia of Cattle. *Veterinary Pathology*. 2014;51(2)
- Caswell JL. Failure of Respiratory Defenses in the Pathogenesis of Bacterial Pneumonia of Cattle. *Veterinary Pathology*. 2014;51(2)
- Caswell, J. L., Hewson, J., Slavić, Đ., DeLay, J., & Bateman, K. (2012). Laboratory and postmortem diagnosis of bovine respiratory disease. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 28(3), 419-441.
- Confer Ellis JA. Bovine parainfluenza-3 virus. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 2010 Nov;26(3):575-93. doi: 10.1016/j.cvfa.2010.08.002. PMID: 21056802
- Confer, A. W., Panciera, R. J., Clinkenbeard, K. D., & Mosier, D. A. (1990). Molecular aspects of virulence of *Pasteurella haemolytica*. *Canadian journal of veterinary research = Revue canadienne de recherche veterinaire*, 54, S48-52.
- Dubrovsky, SA, Van Eenennaam, AL, Karle, BM, Rossitto, PV, Lehenbauer, TW ve Aly, SS (2019). California mandıralarında süttten kesilmiş buzağılarda sığır solunum yolu hastalığının (BRD) epidemiyolojisi: BRD 10K çalışması. *Süt bilimi dergisi*, 102 (8), 7306-7319.
- Edwards, A. (1996). Respiratory diseases of feedlot cattle in central USA. *The Bovine Practitioner*, 5-7.
- Frank, G. H., & Smith, P. C. (1983). Prevalence of *Pasteurella haemolytica* in transported calves. *American journal of veterinary research*, 44(6), 981-985.
- Gershwin, L. J., Van Eenennaam, A. L., Anderson, M. L., McEligot, H. A., Shao, M. X., Toaff-Rosenstein, R., ... & Bovine Respiratory Disease Complex Coordinated Agricultural Project Research Team. (2015). Single pathogen challenge with agents of the bovine respiratory disease complex. *PloS one*, 10(11), e0142479.
- GÖKÇE, G. (2017). Sığırlarda enfeksiyöz solunum sistemi hastalıkları kompleksinde (brdc) klinik, hematoloji, biyokimya, oksidatif stres, akut faz proteinler üzerinde araştırmalar. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 12(1), 34-44.
- Guterbock, W. M. (2014). The impact of BRD: the current dairy experience. *Animal health*

- research reviews*, 15(2), 130-134.
- Gülersoy, E. (2017). Sığırların Solunum Sistemi Hastalığı Kompleksi. *Türkiye Klinikleri J Vet Sci Intern Med-Special Topics*, 3(2), 114-21
- Ives, S. E., & Richeson, J. T. (2015). Use of antimicrobial metaphylaxis for the control of bovine respiratory disease in high-risk cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 31(3), 341-350.
- Kamel, M. S., Davidson, J. L., & Verma, M. S. (2024). Strategies for bovine respiratory disease (BRD) diagnosis and prognosis: a comprehensive overview. *Animals*, 14(4), 627.
- Kurtdede A, Kalınbacak A (2002). *Solunum Sistemi*. Gül Y (ed). Geviş Getiren Hayvanların İç Hastalıkları. Medipres Yayıncılık, Ankara
- Leslie C. Sharkey, M. Judith Radin, Davis Seelig - *Veterinary Cytology*-Wiley-Blackwell (2020)
- Maheswaran, S. K., Weiss, D. J., Kannan, M. S., Townsend, E. L., Reddy, K. R., Whiteley, L. O., & Srikumaran, S. (1992). Effects of *Pasteurella haemolytica* A1 leukotoxin on bovine neutrophils: degranulation and generation of oxygen-derived free radicals. *Veterinary immunology and immunopathology*, 33(1-2), 51-68.
- Masseau I, Fecteau G, Breton L, Hélie P, Beauregard G, Blond L. Radiographic detection of thoracic lesions in adult cows: a retrospective study of 42 cases (1995-2002). *Can Vet J*. 2008 Mar;49(3):261-7. PMID: 18390098; PMCID: PMC2249717.
- McGavin MD, Zachary JF. *Pathologic of veterinary disease*. 4a ed. St. Louis, MO: Mosby;2007.
- McGuirk, S. M. (2008). Disease management of dairy calves and heifers. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1), 139-153
- OIE (2021). "Respiratory Disease in Cattle: Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals." *World Organisation for Animal Health (OIE)*.
- Pardon, B., & Buczinski, S. (2020). Bovine respiratory disease diagnosis: what progress has been made in infectious diagnosis?. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 36(2), 425-444.
- Parker, D., & Prince, A. (2011). Innate immunity in the respiratory epithelium. *American journal of respiratory cell and molecular biology*, 45(2), 189-201.
- Sacco, R. E., McGill, J. L., Pillatzki, A. E., Palmer, M. V., & Ackermann, M. R. (2014). Respiratory syncytial virus infection in cattle. *Veterinary pathology*, 51(2), 427-436.
- SEZER, M., AKYÜZ, E., MERHAN, O., AYDIN, U., Umut, B. A. T. I., YILDIZ, U., ... & GÖKÇE, G. (2023). Serum Levels of Mid-Regional Pro-adrenomedullin and Soluble Triggering Receptor Expressed on Myeloid Cells in Cattle with Pneumonia. *Kocatepe Veterinary Journal*, 16(1), 109-117.
- Singh, K., Ritchey, J. W., & Confer, A. W. (2011). *Mannheimia haemolytica*: bacterial–host interactions in bovine pneumonia. *Veterinary Pathology*, 48(2), 338-348.
- Slocombe, R. F., Derksen, F. J., Robinson, N. E., Trapp, A., Gupta, A., & Newman, J. P. (1984). Interactions of cold stress and *Pasteurella haemolytica* in the pathogenesis of pneumonic pasteurellosis in calves: method of induction and hematologic and pathologic changes. *American journal of veterinary research*, 45(9), 1757-1763.
- Svensson, C., Linder, A., & Olsson, S. O. (2006). Mortality in Swedish dairy calves and replacement heifers. *Journal of dairy science*, 89(12), 4769-4777.

PREPUBIC URETHROSTOMY IN A CAT: CASE REPORT

Veteriner Hekim Müzzemil Hattap SOYSAL (ORCID: 0009-0002-6760-8494)
Siirt University, Institute of Health Science, Department of Surgery, Siirt-Türkiye
Email: hattaps990@gmail.com (Responsible Author)

Dr. Öğr. Üyesi Ali GÜLAYDIN (ORCID: 0000-0002-7200-1040)
Siirt University, Faculty of Veterinary, Department of Surgery, Siirt-Türkiye,
Email: a.gulaydin@siirt.edu.tr

Abstract

Feline lower urinary tract disease (FLUTD) is a common and significant veterinary health issue characterized by clinical signs such as dysuria, hematuria, stranguria, pollakiuria, periuria, and anorexia. One of the most serious complications of FLUTD, particularly in male cats, is urethral obstruction, which occurs in approximately 28.6% of FLUTD cases. Urethral obstruction is associated with the narrow structure of the penile urethra, struvite crystals, calcium oxalate stones, and urinary tract infections. Conservative treatment is initially applied as first-line therapy; however, it may be insufficient in recurring cases and may require surgical intervention. Perineal urethrostomy (PU) is commonly performed in such cases, but complication rates range from 13–25% in the short term and 20–42% in the long term. When perineal urethrostomy fails or irreversible damage to the pelvic urethra occurs, prepubic urethrostomy (PPU) is recommended. However, PPU is associated with high complication and mortality rates. An alternative surgical method, transpelvic urethrostomy (TPU), is performed with a reported complication rate of 36%, with no documented mortality rates. This study presents a successful prepubic urethrostomy performed in a male cat with urethral rupture localized to the middle-upper pelvic urethra, where perineal urethrostomy could not be anatomically applied. The surgical procedure and outcomes are discussed in detail, emphasizing the effectiveness of early surgical intervention and postoperative care in the treatment of chronic urethral obstruction in cats.

Keywords: FLUTD, cat, prepubic urethrostomy

BİR KEDİDE PREPUBİK ÜRETROSTOMİ: OLGU SUNUMU

Özet

Kedi alt üriner sistem hastalığı (FLUTD), disüri, hematüri, strangüri, pollakiüri, periüri ve anoreksia gibi klinik belirtilerle karakterize edilen yaygın ve önemli bir veteriner sağlık sorunudur. FLUTD'nin en ciddi komplikasyonlarından biri, özellikle erkek kedilerde, üretral tıkanıklıktır ve FLUTD olgularının yaklaşık %28.6'sında bu komplikasyon görülmektedir. Üretral tıkanıklık, penil uretranın dar yapısı, strüvit kristalleri, kalsiyum oksalat taşları ve idrar yolu enfeksiyonlarıyla ilişkilidir. Konservatif tedavi, ilk basamak tedavi olarak uygulanır; ancak tekrarlayan vakalarda yetersiz kalabilir ve cerrahi müdahale gereksinimi doğurabilir. Perineal uretrasostomi (PU), bu tür vakalarda yaygın olarak uygulanmaktadır, ancak kısa dönemde %13–25, uzun dönemde ise %20–42 arasında komplikasyon oranları bildirilmiştir. Perineal uretrasostominin başarısız olduğu veya pelvik uretra üzerinde geri dönüşümsüz hasar olduğu durumlarda, prepubik uretrasostomi (PPU) önerilmektedir. Ancak, PPU yüksek komplikasyon ve mortalite oranlarına sahiptir. Alternatif bir cerrahi yöntem olan transpelvik uretrasostomi (TPU) ise %36 komplikasyon oranı ve mortalite oranı bildirilmeden uygulanmaktadır. Bu çalışma, perineal uretrasostominin anatomik olarak uygulanamadığı bir erkek kedide, orta-üst pelvik uretrada lokalize üretral yırtık nedeniyle prepubik uretrasostomi uygulamasının başarılı bir şekilde yapılmasını sunmaktadır. Cerrahi prosedür ve sonuçlar, erken cerrahi müdahale ve postoperatif bakımın, kedilerde kronik üretral tıkanıklık tedavisindeki etkinliğini vurgulayarak detaylı bir şekilde tartışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: FLUTD, kedi, prepubik uretrostomy

GİRİŞ

Kedilerde alt üriner sistem hastalıkları (Feline Lower Urinary Tract Disease, FLUTD), kedilerde yaygın görülen ve hayatı tehlikeye atabilecek ciddi bir hastalıktır (Nye, & Luther, 2018; Sousa-Filho ve ark., 2020; Eayrs & Moores, 2021). FLUTD; dizüri, hematüri, strangüri, pollakiüri, periüri ve anoreksia gibi semptomlarla kendini gösterir (Sousa-Filho ve ark., 2020). Bu hastalığın ciddi komplikasyonlarından biri, erkek kedilerde daha yaygın görülen üretral obstrüksiyondur (Eayrs & Moores, 2021). Kedilerin alt üriner sistem hastalığı vakalarının yaklaşık %28,6'sında üretral obstrüksiyon bildirilmiştir (Sævik ve ark., 2011). Erkek kedilerde penil üretranın dar yapıda olması, strüvit kristalleri, kalsiyum oksalat taşları ve enfeksiyonlara bağlı hücre birikimleri nedeniyle üretral obstrüksiyon sık görülmektedir (Saroglu ve ark., 2003).

Üretral obstrüksiyon tedavisinde öncelikli olarak konservatif yöntemler tercih edilse de, bu yaklaşımlar tekrarlayan vakalarda yetersiz kalabilmektedir (Sousa-Filho ve ark., 2020). Bu tür durumlarda, perineal üretrastomi (PU) yaygın olarak uygulanan cerrahi bir yöntemdir (Eayrs & Moores, 2021). PU, penil üretranın dar distal segmentini devre dışı bırakarak, daha geniş olan pelvik üretra ile perineal deri arasında kalıcı bir açıklık oluşturan cerrahi bir yöntemdir. Özellikle tekrarlayan üretral obstrüksiyon vakalarında veya üretral kateterizasyon ve irrigasyonun başarısız olduğu kedilerde bu prosedür tercih edilmektedir. PU'nun kısa dönemde %13–25, uzun dönemde ise %20–42 oranında komplikasyon riski bulunduğu ve mortalite oranlarının %24'e kadar çıktığı bildirilmiştir (Ruda & Heiene, 2012; Seneviratne ve ark., 2021).

PU prosedürünün başarısız olduğu veya pelvik üretranın geri döndürülemez şekilde zarar gördüğü durumlarda, prepubik üretrastomi (PPU) uygulanabilmektedir (Seneviratne ve ark., 2021). PPU, pelvik üretranın pubisin hemen önündeki ventral orta hattaki deriyle birleştirilmesini içerir. Ancak, bu teknik yüksek komplikasyon oranları (%83,3'e kadar) ve mortalite oranları (%38'e kadar) ile ilişkilendirilmiştir (Baines ve ark., 2001 ;Sousa-Filho ve ark., 2020). Bu tür yüksek komplikasyon oranları nedeniyle, PPU yerine transpelvik üretrastomi (TPU) alternatif bir yöntem olarak önerilmiştir. TPU prosedüründe, pelvik üretraya pubisten bir pencere açılarak erişilir ve üretra ile deri arasında bir açıklık oluşturulur (Baines ve ark., 2001 ;Sousa-Filho ve ark., 2020; Seneviratne ve ark., 2021). TPU'nun komplikasyon oranı %36 olarak bildirilmiş olup, mortalite gözlenmemiştir (Bernarde & Viguiet, 2004).

Literatürde, PU, PPU ve TPU gibi üretrastomi tekniklerinin farklı endikasyonlara, komplikasyon oranlarına ve mortalite risklerine sahip olduğu bildirilmiştir (Baines ve ark., 2001 ; Bernarde & Viguiet, 2004; Sousa-Filho ve ark., 2020; Seneviratne ve ark., 2021). Bu çalışmada, üretral rupturun pelvik üretranın orta-üst bölgesinde yer alması nedeniyle perineal üretrastominin anatomik olarak uygulanmasının mümkün olmadığı (Ellison ve ark., 1989) bir erkek kediye prepubik üretrastomi operasyonunun başarıyla gerçekleştirilmesi ve bu cerrahi müdahalenin süreci ile sonuçlarının detaylı değerlendirilmesi sunulmaktadır.

OLGU SUNUMU

Üç buçuk yaşında erkek British Shorthair bir kedi, yaklaşık bir hafta önce idrar yaparken zorluk, ağrı ve kesik kesik idrar yapma şikayetleriyle özel bir veteriner kliniğine götürülmüştür. Klinik tarafından üretral sondalama denemesi yapılmış ancak başarılı olunamamıştır. Takip eden günlerde, kedinin idrar sızdığını ve şikayetlerin devam ettiği gözlenmiştir. Bir hafta sonra ise idrar yapamama ve karında şişlik şikayetleriyle Siirt Üniversitesi Hayvan Sağlığı Uygulama ve Araştırma Hastanesi'ne sevk edilmiştir.

Klinik ve Diyagnostik Bulgular

Fiziksel muayene sırasında, kedinin genel olarak huzursuz olduğu ve abdominal palpasyon esnasında belirgin bir ağrı tepkisi verdiği tespit edilmiştir. Palpasyon sırasında idrar kesesinin büyüdüğü ve sert bir yapı olarak hissedildiği tespit edilmiştir; bu durum, urethral obstrüksiyon şüphesini güçlendirmiştir.

Hemogram ve biyokimyasal parametreler incelendiğinde sistemik enfeksiyon veya metabolik anormallikler ekarte edilmiştir, sonuçlar referans değer aralığında olduğu görülmüştür.

Radyolojik muayenede, latero-lateral abdomen ve pelvik bölgenin ventro-dorsal radyografileri alınmış, uretranın orta kısmında mineral opasite gözlemlenmiştir. Ardından yapılan ultrasonografik muayenede, idrar kesesinin dolu olduğu, hiperekojenik ve ekojenik yapılar gözlemlenmiş; bu durum idrar kesesi içerisinde kristallerin varlığına işaret etmiştir. Ayrıca, idrar taşları veya kitleler gibi yapısal patolojilere rastlanmamıştır. Üretranın orta kısmında tespit edilen opasite uretral tıkanıklık şüphesini kuvvetlendirmiştir ve yapılan mikroskopik idrar muayenesinde tıkanıklığın struvit kristalleri ve kalsiyum oksalat taşları tarafından meydana geldiği görülmüştür. Sonuç olarak, vaka FLUTD'ye bağlı uretral tıkanıklık olarak değerlendirilmiştir.

Kesin tanı amaçlı kontrastlı görüntüleme tekniği ile Omnipaque (OPAXOL®, MDS, İstanbul) üretraya verilerek uretral yırtılmanın kesin olarak lokalize edilmesi sağlanmıştır. Yırtık, uretranın orta-üst kısmında tam olarak tespit edilmiştir.

Tedavi Planlaması ve Operasyon Kararı

Yapılan tetkikler sonucunda uretranın orta-üst seviyesindeki obstrüksiyona bağlı olarak idrar kesesi rupturu tespit edilmiştir. Bu nedenle idrar akışını sağlamak amacıyla prepubik üretrostomi (PPU) yapılmasına karar verilmiştir. Ayrıca, kedinin kronik semptomlarının varlığı ve medikal tedaviye yanıt vermemesi cerrahi müdahale gerekliliğini ortaya koymuştur. Kedi, intravenöz sıvı tedavisi (50-80 ml/kg/saat, polifleks % 0,9 izotonik sodyum klorür i.v infüzyon için çözelti) ile stabilize edilmiştir. Ağrı yönetimi amacıyla meloksikam (0.2 mg/kg SC, Maxicam, Sanovel, İstanbul) verilmiştir.

Cerrahi Teknik

Kediye 2 mg/kg xylazine HCL (Xylazine 2%, Intermed, Ankara) ve 8 mg/kg Ketamine HCL (Ketasol 10%, Interhas, Ankara) intramusküler yolla uygulanarak hastanın induksiyonu sağlandı, anestezinin devamı %2 sevofluran (Sevorane Liquid Abbvie, İstanbul) ile sürdürülmüştür. operasyon süresince intravenöz sıvı tedavisi (50-80 ml/kg/saat, polifleks % 0,9 izotonik sodyum klorür İ.V infüzyon için çözelti) sağlanmıştır.

Rutin asepsi ve antisepsi işlemleri tamamlandıktan sonra, kedi sırtüstü pozisyona alınmıştır. Linea alba boyunca orta hattın umbilicustan pelvik bölgeye kadar bir insizyon yapılmıştır. İdrar kesesinin 22 G bir iğne ile punksiyonu gerçekleştirilmiş ve idrar kesesi tamamen boşaltılmıştır. Çevre dokular dikkatle diseke edilerek pelvik arterlere ve diğer hayati yapılara zarar verilmemesi sağlanmıştır. Küt disseksiyon kullanılarak intrapelvik uretra pelvik zeminden serbestleştirilmiştir. İntrapelvik uretranın distal kısmı kesilip linea albanın 1-3 cm lateraline bir punksiyon insizyonu ile dışarı çıkarılmıştır. Üretranın luminal çapının büyütülmesi için distal ucu genişletilmiş ve deriye basit ayrı dikiş yöntemi ile sabitlenmiştir.

Hemostaz dikkatlice sağlanmış ve yara, iki katmanlı kapama tekniği ile kapatılmıştır. Deri ve subkutan doku ayrı ayrı dikişle kapatılarak cerrahi alanda güvenli bir iyileşme süreci

sağlanmıştır (Şekil 1).

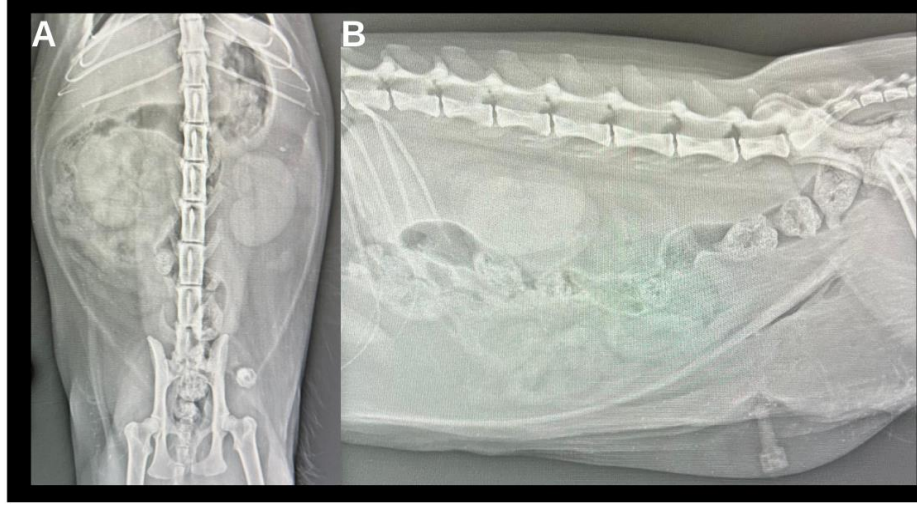


Şekil 1. Ensizyon hattının basit ayrı dikişle kapatılması ve deriye açılan üretraya idrar kateterinin dikilmesi.

Operasyon Sonrası Bakım ve Kontrol

Cerrahi işlem sonrasında, kedi kateter ile izlenmeye devam edilmiştir ve idrar çıkışı düzenli olarak kontrol edilmiştir. Günde üç kez olmak üzere idrar çıkışı için kateter kapağı açılmış olup idrar çıkışı sağlanmıştır. Kedi, intravenöz sıvı tedavisiyle izlenmiş ve elektrolit dengesi sağlanmıştır. Operasyon sonrası medikal sağaltımında yedi gün süreyle oniki saatte bir parenteral seftriakson disodyum (25mg/kg q12h İ.V, Unacefin® 1000 mg, Yavuz Drug, İstanbul), analjezi ve ağrı yöneti için üç gün süreyle günde bir kez meloxicam (0.2 mg/kg, Maxicam, Sanovel, İstanbul) uygulandı. Yara bölgesinin pansumanı günlük olarak baticon solüsyonu ile yapıldı.

Birinci haftanın sonunda, kedi tekrar değerlendirildi. Röntgen görüntülerinde herhangi bir patoloji görülmedi (Şekil 2). Ultrasonografik değerlendirme, idrar kesesinden abdominal boşluğa sıvı akışı olmadığını gösterdi. Kedi, idrarını rahatça yapabilmekte ve ağrı göstermemekteydi.



Şekil 2. Postoperatif 7. gün abdominal radyografisi, A: Ventro-dorsal, B: Laterolateral

Üçüncü hafta sonunda, kedi tamamen iyileşmiş olup idrar yapma fonksiyonu normal hale gelmiştir. Stoma bölgesi sağlıklı şekilde iyileşmiş ve herhangi bir tıkanıklık veya enfeksiyon belirtisi gözlemlenmemiştir. Kedi, sahibine teslim edilerek postoperatif bakım talimatları verilmiştir.

Bu vaka, prepubik ürethrostomi (PPU) cerrahisinin, kronik ve tekrarlayan üretral tıkanıklık olan kedilerde etkili bir çözüm sunduğunu göstermektedir. Ayrıca, erken cerrahi müdahale ve dikkatli postoperatif bakım, bu prosedürün uzun vadeli başarısı için kritik öneme sahiptir.

TARTIŞMA

Feline prepubik üretrastomi (PPU), genellikle perineal üretrastomi (PU) operasyonunun başarısız olduğu durumlarda, kurtarıcı bir cerrahi yöntem olarak tercih edilmektedir. Bu prosedür, özellikle alternatif üretrastomi tekniklerinin uygulanmasının anatomik veya patolojik nedenlerle güç olduğu ya da imkansız hale geldiği vakalarda önemli bir seçenek sunmaktadır (Seneviratne ve ark., 2021). Bu olguda, prepubik üretrastomi tercih edilmesinin temel nedenleri arasında üretral rupturun lokalizasyonu ve diğer üretrastomi yöntemleriyle onarımın teknik olarak zorluk arz etmesi yer almaktadır. Üretranın orta-üst bölgesindeki ciddi travmatik hasar veya patolojik süreçlerin varlığı, standart yöntemlerle başarı şansını düşürmüş ve cerrahi yaklaşımın prepubik olarak belirlenmesini gerektirmiştir.

Seneviratne ve arkadaşlarının (2020) yılında gerçekleştirdikleri çalışmada, prepubik üretrastomi operasyonunun tercih edildiği vakaların büyük bir kısmında üretral ruptur lokalizasyonunun pelvise yakın bölgede yer aldığına dikkat çekilmiştir. Bu bulgu, prepubik üretrastominin, özellikle üretral rupturun distal bölgeye müdahale ile etkin bir şekilde onarılamadığı durumlarda önemli bir cerrahi alternatif olarak değerlendirildiğini göstermektedir (Ruda & Heiene, 2012; Seneviratne ve ark., 2021). Bu vaka sunumunda, üretral rupturun orta-üst seviyede lokalize olması, operatörün cerrahi yaklaşımını belirlemede önemli bir rol oynamıştır. Üretral travmanın proksimal segmentte bulunması, geleneksel üretrastomi yöntemlerinin uygulanabilirliğini sınırlandırmış ve bu spesifik lokalizasyon, prepubik üretrastominin başarı potansiyelini artıran bir faktör olarak öne çıkmıştır.

Prepubik üretrastomi, bu tür olgularda anatomik yapıların yeniden düzenlenmesini sağlayarak idrar akışını devam ettirmek için uygun bir çözüm sunmaktadır (Bradley, 1989; Baines ve ark.,

2001). Ancak, literatürde vurgulandığı üzere, bu yöntemin uygulanması sırasında cerrahın deneyimi ve üretral hasarın derecesi gibi faktörler, cerrahi sonuçlar üzerinde doğrudan etkili olmaktadır (Bradley, 1989; Baines ve ark., 2001; Seneviratne ve ark., 2021). Ayrıca, bu teknik, özellikle komplike vakalarda, daha az invaziv yöntemlerin başarıyla uygulanmadığı durumlarda yaşam kalitesini artıran bir seçenek olarak değerlendirilmektedir (Bradley, 1989; Seneviratne ve ark., 2021). Bu bağlamda, prepubik üretrastominin tercih edilmesi, sadece üretral rupturun anatomik konumu ile değil, aynı zamanda hastanın genel durumu, alternatif yöntemlerin uygulanabilirliği ve uzun vadeli prognoza yönelik beklentilerle de ilişkilidir. Literatürde yer alan veriler ve bu vaka sunumundaki bulgular, bu yaklaşımın stratejik bir karar olduğunu ve hasta yönetiminde dikkatle ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Üretrastomi operasyonlarının en ciddi komplikasyonları arasında idrar kaynaklı dermatit, postoperatif dönemde uygun bakım eksikliğine bağlı olarak gelişen bakteriyel enfeksiyonlar ve ensizyon hattının geç iyileşmesi gibi problemler yer almaktadır. Literatürde, bu tür komplikasyonların sıklıkla operasyon tekniklerine, cerrahın deneyimine ve postoperatif bakım süreçlerine bağlı olduğu vurgulanmıştır (Baines ve ark., 2001; Nye & Luther, 2018; Slater ve ark., 2020). Prepubik üretrastomi (PPU) prosedürünün literatürde bildirilen komplikasyon oranlarının %83,3'e ve mortalite oranlarının %38'e kadar çıkabilmesi, bu yöntemin ciddi riskler taşıdığını ortaya koymaktadır (Baines ve ark., 2001; Slater ve ark., 2020; Sousa-Filho ve ark., 2020). Salter ve arkadaşlarının (2020) yılında 74 kedi üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada, operasyonun dikkatli ve özenli bir şekilde yapılmasının yanı sıra, postoperatif bakımın titizlikle uygulanmasının bu komplikasyonların görülme riskini önemli ölçüde azalttığı belirtilmiştir. Bu bulgular, cerrahi müdahale sırasında doğru tekniklerin uygulanması ve ameliyat sonrası bakımın etkili bir şekilde sürdürülmesinin, komplikasyonların önlenmesinde kritik rol oynadığını ortaya koymaktadır (Slater ve ark., 2020). Bu vaka sunumunda herhangi bir komplikasyonla karşılaşılma olmaması, operasyonun en ince detayına kadar özenle gerçekleştirilmesi ve postoperatif bakım sürecine büyük bir hassasiyetle yaklaşılması ile ilişkilidir. Hastanın hem cerrahi hem de bakım sürecinde optimal bir yönetim sağlanması, iyileşme sürecinin sorunsuz bir şekilde ilerlemesini mümkün kılmıştır. Bu durum, uygun cerrahi tekniklerin uygulanmasının ve postoperatif bakımın standart protokollere uygun bir şekilde gerçekleştirilmesinin, komplikasyonların önlenmesi açısından ne denli önemli olduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Bu vaka sunumu, feline prepubik üretrastomi (PPU) tekniğinin, üretral rupturların özellikle orta-üst bölgesinde ve komplikasyonların yüksek olduğu vakalarda etkili bir cerrahi çözüm sunduğunu ortaya koymaktadır. Üretral rupturun anatomik lokalizasyonu, cerrahi müdahale kararını önemli ölçüde etkilemekte ve doğru cerrahi tekniğin seçilmesi, uzun dönem prognoz üzerinde belirleyici olmaktadır. Bu çalışmada, prepubik üretrastominin başarı oranı, cerrahın deneyimi, dikkatli bir postoperatif bakım süreci ve uygun cerrahi tekniklerin uygulanması ile artırılmıştır. Bununla birlikte, prepubik üretrastominin potansiyel komplikasyonlarının farkında olunmalı ve cerrahi müdahalede kullanılan teknikler ve postoperatif süreçler, komplikasyon riskini azaltacak şekilde titizlikle planlanmalıdır.

Sonuç olarak, prepubik üretrastomi, komplikasyon oranları ve mortalite oranları yüksek olan vakalarda, doğru hasta seçimi, cerrahi teknikler ve dikkatli bir hasta yönetimi ile başarılı sonuçlar elde edilebilecek bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

Kaynaklar

- Baines, S. J., Rennie, S. & White, R. S. A. (2001). Prepubic urethrostomy: a long-term study in 16 cats. *Veterinary Surgery*, 30(2), p.107-113. DOI: 10.1053/jvet.2001.20327
- Bernarde, A. & Viguier, E. (2004). Transpelvic urethrostomy in 11 cats using an ischial ostectomy. *Veterinary Surgery*, 33(3), p.246-252. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2004.04036.x>
- Bradley, R. L. (1989). Prepubic urethrostomy. An acceptable urinary diversion technique. *Problems in Veterinary Medicine*, 1(1), p.120-127.
- Eayrs, M. K. & Moores, A. L. (2021). Management of incontinence following pre-pubic urethrostomy in a cat using an artificial urethral sphincter. *Journal of Small Animal Practice*, 62(7), p.604-607. <https://doi.org/10.1111/jsap.13200>
- Ellison, G. W., Lewis, D. D. & Boren, F. C. (1989). Subpubic urethrostomy to salvage a failed perineal urethrostomy in a cat.
- Nye, A. K. & Luther, J. K. (2018). Feline perineal urethrostomy: a review of past and present literature. *Topics in Companion Animal Medicine*, 33(3), p.77-82. DOI: 10.1053/j.tcam.2018.07.002
- Ruda, L. & Heiene, R. (2012). Short-and long-term outcome after perineal urethrostomy in 86 cats with feline lower urinary tract disease. *Journal of Small Animal Practice*, 53(12), 693-698. DOI: 10.1111/j.1748-5827.2012.01310.x
- Saroglu, M., Acar, S. E. & Duzgun, O. (2003). Urethrostomy done using the anastomosis technique of the prepuce mucosa to the pelvic urethra in cats with penile urethral obstruction. *Veterinárni Medicina*, 48(8), p.229. DOI: 10.17221/5774-VETMED
- Sævik, B. K., Trangerud, C., Ottesen, N., Sørum, H., & Eggertsdóttir, A. V. (2011). Causes of lower urinary tract disease in Norwegian cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 13(6), 410–417. DOI: 10.1016/j.jfms.2010.12.012
- Seneviratne, M., Stamenova, P. & Lee, K. (2021). Comparison of surgical indications and short-and long-term complications in 56 cats undergoing perineal, transpelvic or prepubic urethrostomy. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 23(6), p.477-486. DOI: 10.1177/1098612X20959032
- Slater, M. R., Pailler, S., Gayle, J. M. M., Cohen, I., Galloway, E. L., Frank, K. A., & DeClementi, C. (2020). Welfare of cats 5–29 months after perineal urethrostomy: 74 cases (2015–2017). *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 22(6), p.582-588. DOI: 10.1177/1098612X19867777
- Sousa-Filho, R. P., Nunes-Pinheiro, D. C., Sampaio, K. O., da Silva, E. C., Cavalcanti, G. A. & Mori da Cunha, M. G. M. (2020). Clinical outcomes of 28 cats 12–24 months after urethrostomy. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 22(10), p.890-897. DOI: 10.1177/1098612X19888808

MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF *Crataegus tanacetifolia* (Poir.) Pers GENOTYPES

Vildan Nermin UCAR¹

Sezai ERCISLI¹

Mehmet Ramazan BOZHUYUK²

¹Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ataturk University, 25240 Erzurum, Türkiye

²Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Iğdir University, 76200 Iğdir, Türkiye

Abstract

This research was carried out to characterize the morphological and biochemical diversity of fruits of 17 *Crataegus tanacetifolia* (Poir.) Pers genotypes sampled from Erzurum province. Fruit weight, fruit flesh/seed ratio, fruit shape index, fruit color, chroma value, specific sugars, soluble solids content, total acidity and vitamin C were determined. In order to show the similarities and differences between the genotypes, principal component analysis and hierarchical cluster heat map analyses based on morphological and biochemical data were performed with multivariate analysis using Pearson correlation and Ward method. In 17 hawthorn genotypes belonging to *Crataegus tanacetifolia* (Poir.) Pers species, fruit weights were measured between 3.83-4.96 g. Fruit flesh/seed ratio was calculated as 4.96% on average. Fruit shape index was calculated between 0.72-0.93. Dominant sugar was glucose (average 8.28%) and fructose (average 6.99%) in fruits. SSC values were found between 10.57-16.71% and total acidity was found between 1.55-3.17%. As a result of principal component analysis, the first five principal components explained 88.59% of the total variation. It is thought that the research results will be a source for fruit breeding studies, as well in the food industry and pharmacognosy researchs.

Keywords: Hawthorn, *Crataegus tanacetifolia* (Poir.) Pers, morphological characteristics

Introduction

Türkiye is a country with a very rich biodiversity due to its geographical and ecological factors. In terms of plant biodiversity, our country is the gene center of many plants and many endemic plants have been identified in Anatolian lands (Ercisli et al., 2015). The reasons for the richness of biodiversity can be listed as follows; Anatolia is located on migration routes, has hosted many civilizations throughout history, and is located within the European-Siberian, Mediterranean and Iranian-Turanian flora regions.

Edible wild fruits are of great importance in plant biodiversity. Recent studies have shown that a wide variety of lesser-known, forgotten or wild fruit species are abundant in certain rural areas in many parts of the world. The consumption of edible wild fruits is important for nutrition and human health, especially due to their high bioactive compounds content (Balta et al., 2022). These fruits are very valuable for plant breeding and have the potential to be used for many different breeding purposes. Another benefit of wild edible fruits is that they meet the nutritional needs of households, especially in rural areas. Cultivation and consumption of wild edible fruits can reduce nutritional deprivation and poverty among people living in rural areas worldwide (Ercisli et al., 2012).

One of the most important fruit species among edible wild fruits is hawthorn. Hawthorn species are included in the *Crataegus* genus of the Rosaceae family. The *Crataegus* L. genus is one of the most important and complex genera of the Rosaceae family and is thought to contain 150 to 1200 species (Gultekin, 2007). Many species are polyploid. Some species included in the *Crataegus* genus have a very complex structure (Martinelli et al. 2021). There are hawthorn species that can be self-pollinated, cross-pollinated and form apomictic seeds, as well as self-compatible (*Crataegus douglasii*) and self-incompatible (*Crataegus suksdorfii*) hawthorn species (Lo et al., 2009). *Crataegus* species are distributed in Central Asia, East Asia, North America and Europe in the world. Approximately 30 of the 50 hawthorn species found in the Northern Hemisphere have been reported to grow in Türkiye (Donmez, 2004; Gurlen et al., 2020; Sagbas et al., 2023).

Turkey is one of the most important biodiversity centers of wild *Crataegus* species. Wild *Crataegus* plants grow naturally mostly in the Aegean, Eastern Mediterranean, Southern Anatolia, Central Anatolia and Northeastern Anatolia. At least four or five hybrid *Crataegus* species, their intermediate forms and some unidentified specimens are found in these areas (Donmez, 2004). Hawthorn plants found in all these regions have a high morphological diversity, especially in terms of leaf, flower and fruit characteristics. It has been stated that birds and some mammals that eat this variety of fruits and act as vectors in their distribution are important (Ercisli et al., 2015; Sagbas et al., 2023). The widely distributed *Crataegus* species in Anatolia are; *Crataegus monogyna*, *C. orientalis*, *C. curvisepala*, *C. pentagyna*, *C. oxycantha*, *C. azarolus*, *C. tanacetifolia* and *C. prunitifolia* (Figure 1) (Donmez, 2004).

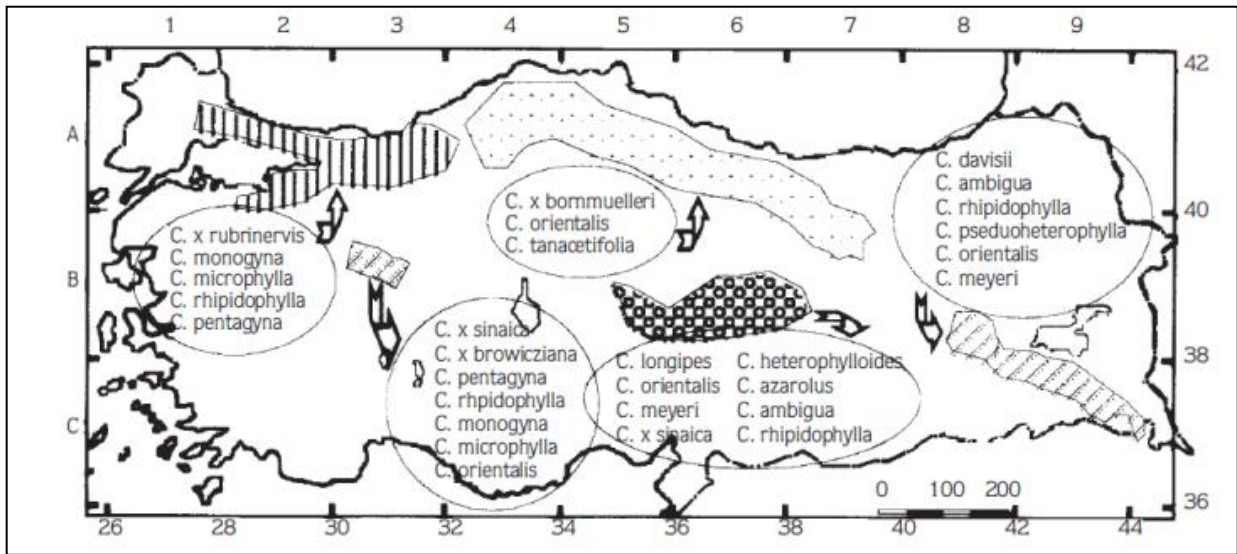


Figure 1. Distribution of *Crataegus* species in Türkiye (Donmez, 2004)

Among the hawthorn species, when the distribution, consumption and usage patterns in Anatolia are taken into consideration, the endemic species *Crataegus tanacetifolia* (Poir.) Pers comes to the fore. *Crataegus tanacetifolia* (Poir.) Pers is more common in the provinces of Bolu, Karabük, Kastamonu, Ankara, Erzincan, Eskişehir, Malatya, Samsun, Sivas and Erzurum in Türkiye (Figure 2).

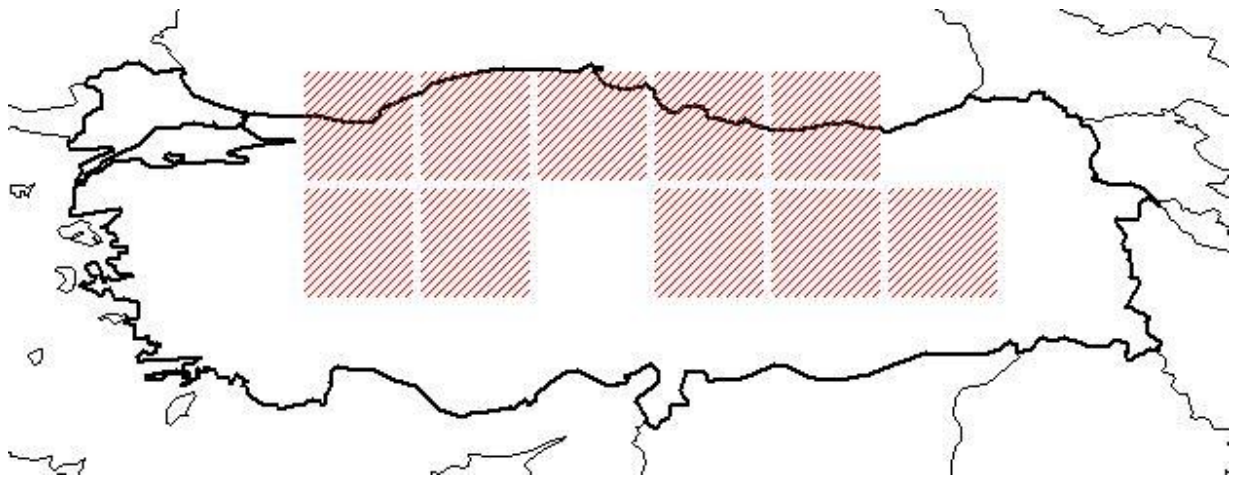


Figure 2. Distribution of *Crataegus tanacetifolia* (Poir.) Pers in Türkiye

The fruit is yellow, sometimes red, globose, about 2 cm in diameter, especially pubescent near the top and base, and the fruit seed is usually 5 (Figure 3). It is frequently encountered on limestone rocky slopes in Pine (*Pinus* L.) or Oak (*Quercus* L.) forests at altitudes between 800-1800 m (Donmez, 2004).



Figure 3. *Crataegus tanacetifolia* (Poir.)

In this study, it was aimed to characterize the morphological and biochemical diversity of fruits of *Crataegus tanacetifolia* (Poir.) Pers selected from the hawthorn population growing under natural conditions in Armutlu Plateau, Uzundere district, Erzurum province. In subsequent studies, it is aimed to contribute to hawthorn breeding processes and cultivar development studies

Material and Methods

Material

Fruit samples of *Crataegus tanacetifolia* (Poir.) Pers were taken from Armutlu plateau in Uzundere district of Erzurum province in 2023. In field studies, the first choice in plant selection is hawthorn plants that have healthy development in terms of morphology and have large and attractive fruits. 17 genotypes were evaluated in the study.

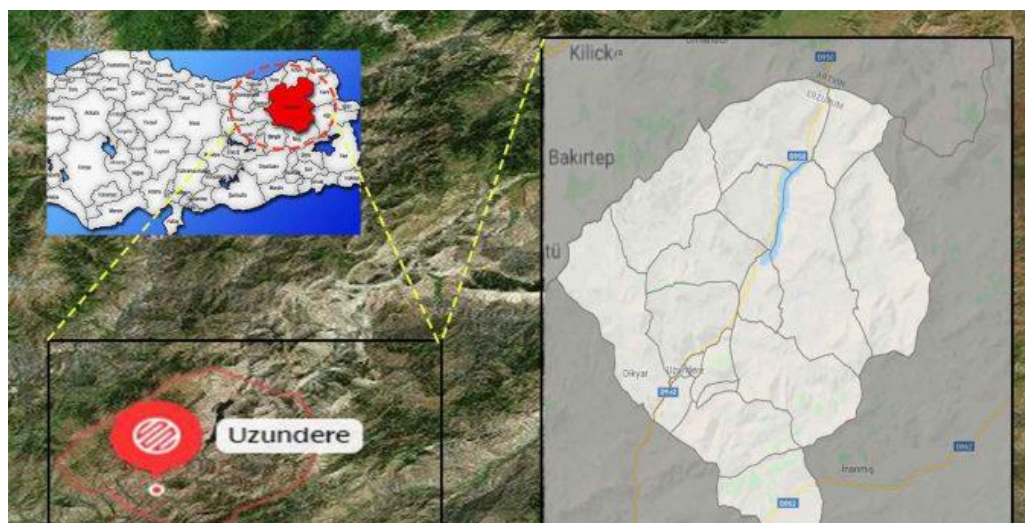


Figure 4. Study area where hawthorn samples obtained

Method

Fruit weight: The weights of 20 fruit samples of each genotype were measured on a scale with a sensitivity of 0.01 g, and the average of the values obtained was given in grams.

Fruit flesh/seed ratio: The fruit flesh/seed ratio was calculated by dividing the fruit flesh weight by the seed weight in 20 fruit samples for each genotype.

Fruit shape index: The fruit shape index was calculated with the average length/width ratio of 20 fully ripe hawthorn fruits for each genotype.

Fruit color: Color values were determined based on observation in 30 fruits of each genotype. Chroma value: During the maturity period, the peel color of 30 fruits of each genotype was measured with a digital chromameter (Konica Minolta, CR-400 Color Measurement Device) and taken as L*, a* and b*, and the Chroma value was calculated from these values.

Specific sugars: Proposed method by Melgarejo et al. (2000) was applied in this study with minor modifications. In the study, fructose, glucose and sucrose contents in fruit juice were determined by quantitative sugar analysis by taking the relevant standards as reference. After 5 grams of sample was broken in a homogenizer, it was centrifuged for 2 minutes at 12,000 rpm and then passed through SEPPAK C18 cartridge. Sugar components in the filtered samples were separated on μ bondapak-NH₂ column using 85% acetonitrile liquid phase and analyzed with HPLC device with refractive index detector.

Soluble Solid Content (SSC): The amount of soluble solid content in fruits was measured using a digital refractometer (Model Ra 250HE, Kyoto Electronics Manufacturing Co. Ltd., Japan) and the results were expressed as percentage (%). Measurements were made with 5 replications.

Titrateable acidity: 10 mL of fruit juice of hawthorn fruit samples were taken and titrated with 0.1 N NaOH solution until the pH reached 8.2 using a pH meter and total acidity values were determined. The results obtained were calculated as meq/L and g/L (in terms of citric acid) (AOAC, 1990). The following formula was used in the calculation:

Titrateable acidity (%) = (SxFxNxMe/Amount of sample used)/100

S= Amount of NaOH spent in titration

F= Factor of NaOH

N= Normality of NaOH

Me= 0.064

Vitamin C: Vitamin C analysis carried out according to Keles (2018)

Statistical analyses

Duncan's multiple comparison test ($p < 0.05$) was used to determine the differences between genotypes in the analyses. Fruit weight (g), flesh/seed ratio (%), shape index, glucose (%), fructose (%), sucrose (%), total sugars (%), fruit color, chroma, SSC (%), titrateable acidity (TA) (%), vitamin C (mg/100 g) were measured for each genotype. Analysis of variance (ANOVA) was performed with SPSS 27.0 statistical software package. In order to better demonstrate the

similarities and differences between genotypes, Principal component analysis (PCA) and Hierarchical Cluster Heatmap Analyses (HCA-Heatmap) based on morphological and biochemical data were performed with Pearson correlation and multivariate analyses using Ward's method. Analyses were performed using OriginPro 2024 (OriginLab Corporation, Northampton, MA, USA) program.

Results and Discussion

In this study, some morphological and biochemical properties of 17 hawthorn genotypes belonging to the *Crataegus tanacetifolia* (Poir.) Pers were characterized. The results obtained from the study are presented below.

Morphological properties

When the 17 hawthorn genotypes used in the study were examined in terms of fruit weight, fruit flesh/seed ratio, fruit shape index, and fruit color, the difference between the genotypes was found to be statistically significant ($p < 0.05$) (Table 1).

Fruit weight

Fruit weight was calculated as an average of 4.20 g for 17 genotypes. The hawthorn genotype with the highest fruit weight was the U-5 genotype with 4.96 g, while the hawthorn genotype with the lowest fruit weight was the U-9 genotype with 3.83 g (Table 1).

Fruit flesh/seed ratio

Fruit flesh/seed ratio was calculated as 4.96% on average for 17 genotypes. The highest fruit flesh/seed ratio was calculated as 5.41% in the U-14 genotype, while the lowest fruit flesh/seed ratio was calculated as 4.49% in the U-9 genotype (Table 1).

Fruit shape index

When 17 hawthorn genotypes were evaluated in terms of fruit shape index, it was seen that all genotypes were below 1, and the fruit shape index was calculated as 0.80 on average. The highest fruit shape index value was calculated as 0.93 in the U-5 genotype, while the lowest fruit shape index value was calculated as 0.72 in the U-4 genotype (Table 1).

Fruit color

It was observed that the fruit peel color of the 17 hawthorn genotypes evaluated in the study had different degrees of yellow. U-1, U-7, U-8, U-11, U-15 genotypes were yellow; The genotypes U-3, U-6, U-12, U-14 were in light yellow; the genotypes U-2, U-9, U-10 were in dark yellow; the genotypes U-4, U-5, U-13, U-16 were in light orange and the genotype U-17 was in orange peel color (Table 1).

Table 1. Morphological traits of 17 hawthorn genotypes of *Crataegus tanacetifolia*

Genotypes	Fruit weight (g)	Flesh/Seed ratio (%)	Shape index	Fruit color	Chroma
U-1	3.95c-e	5.38a	0.75c-f	Yellow	35.25 ₁
U-2	4.22b-d	4.79c-e	0.83a-e	Dark yellow	43.57bc
U-3	4.34b	5.23ab	0.84a-d	Light yellow	40.90c-f
U-4	3.90de	4.72d-e	0.72f	Light orange	34.81 ₁
U-5	4.96a	4.74d-e	0.93a	Light orange	43.37bc
U-6	4.40b	5.21ab	0.85a-c	Light yellow	42.38b-d
U-7	4.86a	4.71d-e	0.78b-f	Yellow	37.54f-1
U-8	3.93de	4.88b-e	0.84a-d	Yellow	36.91g-1
U-9	3.83e	4.49e	0.81b-f	Dark yellow	41.09c-e
U-10	4.30bc	5.02a-d	0.76c-f	Dark yellow	47.66a
U-11	3.88de	5.17a-c	0.77b-f	Yellow	37.62e-1
U-12	4.22b-d	5.17a-c	0.74d-f	Light yellow	36.18h ₁
U-13	3.91de	4.61d-e	0.87ab	Light orange	39.75d-g
U-14	4.38b	5.41a	0.73ef	Light yellow	36.17h ₁
U-15	4.22b-d	5.24ab	0.87ab	Yellow	44.89a
U-16	3.88de	4.73d-e	0.74d-f	Light orange	39.44d-h
U-17	4.22b-d	4.75d-e	0.76c-f	Orange	37.88e-1
Average	4.20	4.96	0.80		39.73

Different letters in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$) among genotypes.

Chroma value

The Chroma value, which expresses the color intensity, saturation and purity more accurately, was calculated as an average of 39.73 in 17 hawthorn genotypes. The highest Chroma value was calculated as 47.66 in the U-10 genotype, while the lowest Chroma value was calculated as 34.81 in the U-4 genotype (Table 1).

The significant differences found between the genotypes of the same specie in the same ecology were interesting. In the study, the average fruit weight of the fruits of 17 genotypes was measured as 4.20 g, and the fruit weights varied between 3.83 and 4.96 g. It has been reported that various factors such as studied plant species, genotype, agricultural practices, fruit maturity level at harvest time, post-harvest storage, climatic conditions and geographical location affect the morphological and biochemical content of horticultural plants (Kostic et al. 2012). Balta et al. (2006) measured the highest fruit weight in 42 hawthorn genotypes belonging to five different hawthorn species with 4.99 g in hawthorn fruits of *Crataegus tanacetifolia* specie, and the lowest fruit weight in fruits of *C. meyeri* specie with 1.36 g. Yanar et al. (2011) found the fruit weight between 0.65 and 4.19 g in 21 hawthorn genotypes selected from Malatya region. Ercisli et al. (2015) determined fruit weight between 0.76-4.27 g in 18 hawthorn genotypes obtained from preliminary selection studies in Malatya region. Keles (2018) conducted a study on 103 hawthorn genotypes in Yozgat province and its districts and found the fruit weights of the genotypes between 3.24-6.36 g.

In the fruits of 17 genotypes of *Crataegus tanacetifolia* (Poir.) Pers examined in the study, the average flesh/seed ratio was calculated as 4.96% and the average fruit shape index was calculated as 0.80. Balta et al. (2006) reported that *C. tanacetifolia* and *C. orientalis* fruits had the highest flesh ratios with 81.5% and 81.0%, respectively. Yavic et al. (2016) reported that the fruit flesh ratio in fruits of 39 hawthorn plants in Şemdinli district of Hakkari province was between 77.86-85.99%. Keles (2018) found the fruit flesh ratio of 103 hawthorn genotypes selected from Yozgat province and its districts to be between 82-93%.

Ercisli et al. (2015) reported that 14 genotypes had oblate fruit shape, 3 genotypes had oblong shape and 1 genotype had round shape in their study on 18 hawthorn genotypes in Malatya region. Keles (2018) conducted a study on 103 hawthorn genotypes in Yozgat province and its districts and observed that the fruit shapes of the genotypes were conical in 61 genotypes, flat in 38 genotypes, inverted ovoid in 2 genotypes and elliptical in 2 genotypes. Fruit shape is one of the most important physical properties and quality parameters of horticultural plants. Determining the fruit shape is also important to easily distinguish varieties from each other if they are grown in the same ecological conditions. Fruit shape also affects consumer behavior. In *Crataegus tanacetifolia* (Poir.) Pers specie, yellow color is characteristically dominant in the fruit peel. In this study, hawthorn genotypes with different shades of yellow and orange color were also encountered. In the study, the Chroma value was calculated as 39.73 on average in 17 hawthorn genotypes. The dominance of yellow color is also closely related to fruit ripening.

Biochemical properties

When the 17 hawthorn genotypes used in the study were evaluated in terms of specific sugars, SSC, titratable acidity and vitamin C, the difference between the genotypes was found to be statistically significant ($p < 0.05$) (Table 2).

Table 2. Specific sugar content (%) of 17 *Crataegus tanacetifolia* (Poir.) Pers genotypes

Genotype	Glucose (%)	Fructose (%)	Sucrose (%)	Total sugar (%)
U-1	7.88c-f	4.66f	2.74e-g	15.28fg
U-2	5.62fg	4.71f	2.89e-g	13.22g
U-3	7.58d-g	6.15d-f	4.27a-d	18.00d-f
U-4	10.99a	8.70ab	3.86b-e	23.55ab
U-5	10.22ab	7.16cd	2.29g	19.67c-e
U-6	11.79a	8.04bc	3.72b-f	23.55ab
U-7	7.42d-g	7.68b-d	2.97e-g	18.07d-f
U-8	5.42g	4.71f	2.63fg	12.76g
U-9	6.87e-g	6.68c-e	3.69b-f	17.24ef
U-10	9.59a-d	9.80a	5.20a	24.59a
U-11	8.17b-e	7.55b-d	4.34a-c	20.06cd
U-12	7.04e-g	5.56ef	2.66fg	15.26fg
U-13	10.29ab	10.07a	3.43c-f	23.79ab
U-14	10.00a-c	8.90ab	2.80e-g	21.70bc
U-15	8.40b-e	6.53c-e	4.73ab	19.66c-e
U-16	6.36e-g	5.37ef	4.56ab	16.29f
U-17	7.08e-g	6.51c-e	3.22d-g	16.81f
Average	8.28	6.99	3.53	18.80

Different letters in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$) among genotypes.

Specific sugars

According to the results obtained by HPLC analysis in this study, the dominant sugars in fruits of 17 hawthorn genotypes was glucose (average 8.28%). The fructose content in the fruits was also found to be high (average 6.99%) (Table 2).

The highest glucose content was determined as 11.79% in the U-6 genotype while the lowest glucose content was determined as 5.42% in the U-8 genotype. The highest fructose rate was determined as 10.07% in the U-13 genotype, and the lowest fructose content was determined as 4.66% in the U-1 genotype. The highest sucrose ratio was determined as 5.20%

in the U-10 genotype, while the lowest sucrose ratio was determined as 2.29% in the U-5 genotype. The average sucrose ratio in the fruits of 17 hawthorn genotypes was determined as 3.53%. When total sugars were examined, the average total sugar value was determined as 18.8% in the 17 hawthorn genotypes, the highest ratio was determined as 24.59% in the U-10 genotype, and the lowest ratio was determined as 12.76% in the U-8 genotype (Table 2).

The high fructose and glucose ratios and low sucrose ratio in hawthorn fruits of the *Crataegus tanacetifolia* (Poir.) Pers specie confirmed once again that hawthorn fruits can be used in the diet against the risk of diabetes. Previous studies have reported that hawthorn has many functional properties such as preventing type II diabetes (Martinelli et al., 2021). When the literature is examined, significant results have been obtained in terms of sugar composition in different hawthorn species and genotypes. Sorkun (2012), investigated the pomological properties and phytochemical contents of hawthorns of different colors, reported that the dominant sugar was glucose and sucrose in yellow hawthorns. Gundogdu et al. (2014) determined the organic acid and sugar contents in the fruits of 11 wild hawthorn species found in Erzincan region and fructose was found to be the most prevalent sugar compound among all sugar compounds. They detected a high amount of fructose with a rate of 18.38% in *C. monogyna* Jacq. subsp. *monogyna* Jacq. specie. Yavic et al. (2016) carried out pomological and biochemical analyses on fruits of 39 hawthorn plants found in Şemdinli district of Hakkari province, and stated that fructose and glucose were dominant in red and black hawthorn fruits, while sucrose and glucose sugars were dominant in yellow-fruited hawthorns. Balta et al. (2022) examined 15 genotypes belonging to 5 hawthorn species in their study to determine the sugar contents in the Akçadağ region of Malatya. Glucose, fructose and total sugar contents were found as 11.0 g/100 g, 12.7 g/100 g and 26.1 g/ 100 g in *Crataegus pontica*.

Soluble Solid Content (SSC)

According to the analysis results, the SSC value was found to be 13.19% on average in 17 hawthorn genotypes, while the highest value was found to be 16.71% in the U-7 genotype and the lowest value was found to be 10.57% in the U-14 genotype (Table 3).

Titrateable acidity

Titrateable acidity, which is an important fruit quality parameter, was found to be 2.37% on average in 17 hawthorn genotypes. The highest value was found to be 3.17% in the U-15 genotype, while the lowest value was found to be 1.55% in the U-9 genotype (Table 3).

Vitamin C

The average vitamin C value in the fruits of 17 hawthorn genotypes belonging to the *Crataegus tanacetifolia* (Poir.) Pers species was determined to be 7.44 mg/100g. The highest vitamin C value was determined in the U-6 genotype with 10.49 mg/100 g, and the lowest value was determined in the U-7 genotype with 4.74 mg/100 g (Table 3).

Table 3. SSC, titratable acidity and vitamin C content of *Crataegus tanacetifolia* (Poir.) Pers genotypes

Genotypes	SSC (%)	Titratable acidity (%)	Vitamin C (mg/100 g)
U-1	13.27de	1.78c-e	7.52e
U-2	14.19cd	2.29f-h	7.93de
U-3	15.61ab	2.10h	5.80g
U-4	11.51fg	2.86bc	7.41ef
U-5	11.59fg	2.49e-g	6.44g
U-6	10.68g	1.67jk	10.49a
U-7	16.71a	1.87ij	4.74h
U-8	13.55c-e	2.61c-e	7.41ef
U-9	15.58ab	1.55k	6.53fg
U-10	16.56a	2.27f-h	6.51fg
U-11	14.70bc	2.22gh	7.70e
U-12	12.38ef	2.99ab	5.80g
U-13	11.73fg	2.81b-d	8.15de
U-14	10.57g	2.47e-g	9.75ab
U-15	12.68ef	3.17a	6.44g
U-16	11.33fg	2.56d-f	8.72cd
U-17	11.67fg	2.61c-e	9.13bc
Average	13.19	2.37	7.44

Different letters in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$) among genotypes.

Yanar et al. (2011) found SSC ratio of hawthorn genotypes between 6.40-16.0%. Sorkun (2012) found the SSC ratio of hawthorn genotypes between 17.7-26.7%, Ercisli et al. (2015) reported the SSC ratio of a large number of hawthorn genotypes between 6.71-15.83%. Keles (2018) found the SSC ratio of hawthorn genotypes between 14.40-21.80%. Gurlen et al. (2020) stated that the SSC ratio in genotypes belonging to the *C. tanacetifolia* species was between 8-28%.

Titratable acidity, an important fruit quality parameter. Titratable acidity and SSC values are important in terms of determining harvest maturity in fruits. Gundogdu et al. (2014) found the titratable acidity of the hawthorn genotypes between 0.22-2.40% and Gurlen et al. (2020) found the titratable acidity of the hawthorn genotypes between 0.6-3.9%. They stated that the titratable acidity rate in the genotypes of the species of *C. tanacetifolia* was between 1.4-3.9%.

Vitamin C is the essential vitamin groups needed by the human body and affects the body in general, from the efficient functioning of the immune system to the digestive system. When compared to other fruit species, it can be stated that the vitamin C value in different hawthorn genotypes belonging to the *C. tanacetifolia* is low. When the literature is examined, it is seen that similar results were obtained in other studies in terms of the vitamin C value contained in hawthorn genotypes. Gundogdu et al. (2014), and Gurlen et al. (2020) reported the vitamin C content of the hawthorn genotypes between 1.56-9.42 mg/100 g and 2.6-9.6 mg/100 g, respectively.

Principal component analyses based on morphological and biochemical data

In order to better demonstrate the similarities and differences between hawthorn genotypes, Principal component analysis (PCA) and Hierarchical Cluster Heat Map Analysis based on morphological and biochemical data were performed.

With principal component analysis, 30.86% of the total variation was explained by the first principal component and total 50.14% by the first 2 principal components.

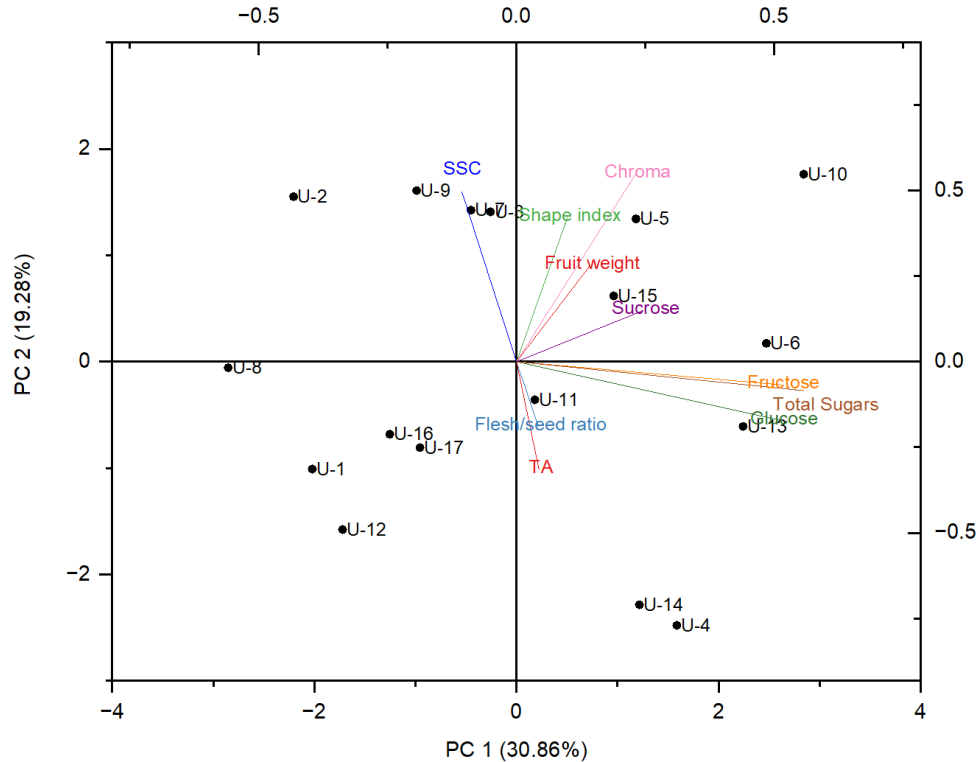


Figure 5. Biplot analysis according to the first 2 principal components based on morphological and biochemical data

It was seen that the first principal component (PC1) (30.86%) was mainly associated with glucose, fructose and total sugar. The second principal component (PC2) explaining 19.28% of the cumulative variance was associated with chroma and SSC (Figure 5).

According to the results of heat map cluster analysis (Figure 6), 17 hawthorn genotypes were divided into two main groups.

It was seen that the first group included four hawthorn genotypes (U-14, U-6, U-13 and U-4). The second group was divided into two subgroups, the first subgroup included eight genotypes (U-16, U-15, U-17, U-12, U-7, U-8 and U-2) and the second subgroup included five genotypes (U-10, U-9, U-11, U-3 and U-1).

Accordingly, glucose, fructose and total sugars were grouped in the first cluster, fruit weight, fruit shape index, Chroma, sucrose, SSC, fruit flesh/seed ratio and titratable acidity were grouped in the second cluster (Figure 6).

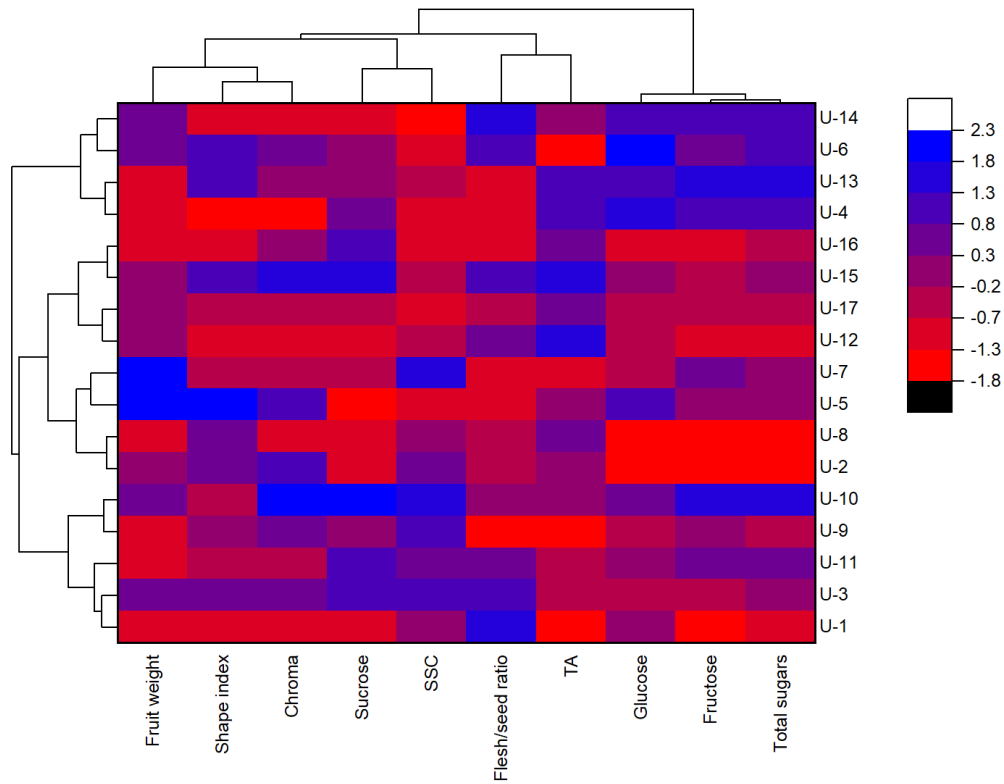


Figure 6. Heat map of 17 *Crataegus tanacetifolia* (Poir.) Pers genotypes

In addition to the mutual and interrelationships between morphological and biochemical traits, the relationship between genotypes and biochemical and morphological traits is shown much more clearly in the heat map. Shades of blue indicate the strength of the relationship, shades of red indicate the weakness of the relationship.

As a result, in this study, 17 hawthorn genotypes belonging to the *Crataegus tanacetifolia* (Poir.) Pers sampled from Uzundere district of Erzurum province were characterized in terms of some morphological and biochemical properties. A great deal of research has been conducted on hawthorn fruit in Türkiye and the world in recent years, but it can be stated that hawthorn fruit has not yet been given the necessary importance in Türkiye. Morphological, biochemical and molecular characterization studies conducted on hawthorn species are quite valuable. Increasing the number and quality of these studies is also important for the country's agriculture. It can be said that hawthorns should be given more importance in the country's agriculture in the future. It is possible to use hawthorn genotypes accepted as functional foods more effectively in the food industry. Hawthorn fruit has an important potential in the development of health supplementary products. It is thought that the research results will constitute a resource for fruit breeding studies, studies in the food industry and pharmacognosy studies.

References

- Balta, M.F., Celik, F., Turkoglu, N., Ozrenk, K., Ozigokce, F. 2006. Some fruit traits of hawthorn (*Crataegus* spp.) genetic resources from Malatya, Turkey. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2(6), 531-536.
- Balta, M. F., Karakaya, O., Yarılgaç, T., Balta, F., Uzun, S. 2022. The sugar composition of hawthorn germplasm grown in Akçadağ (Malatya) region. *Akademik Ziraat Dergisi*, 11(2), 235-242.
- Donmez, A.A. 2004. The genus *Crataegus* L. (Rosaceae) with special reference to hybridization and biodiversity in Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 28, 29-37.
- Ercisli, S., Sengul, M., Yildiz, H., Sener, D., Duralija, B., Voca, S., Purgar, D.D. 2012. Phytochemical and antioxidant characteristics of medlar fruits (*Mespilus germanica* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 85, 86-90.
- Ercisli, S., Yanar, M., Sengül, M., Yıldız, H., Topdaş, E.F., Taşkın, T., Zengin, Y., Yılmaz, K.U., 2015. Physico-Chemical and Biological Activity of Hawthorn (*Crataegus* spp. L.) Fruits In Turkey. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 14(1), 83-93.
- Gultekin, H.C. 2007. Yabani meyveli ağaç türlerimiz ve fidan üretim teknikleri. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü, Fidanlık ve Tohum İşleri Daire Başkanlığı, 52 sayfa.
- Gundogdu, M., Ozrenk, K., Ercişli, S., Kan, T., Kodad, O., Hegedus, A. 2014. Organic acids, sugars, vitamin C content and some pomological characteristics of eleven hawthorn species (*Crataegus* spp.) from Turkey. *Biological Research*, 47(1), 21.
- Gurlen, A., Gündoğdu, M., Özer, G., Ercişli, S., Duralija, B. 2020. Primary, secondary metabolites and molecular characterization of hawthorn (*Crataegus* spp.) genotypes. *Agronomy*, 10(11), 1731.
- Keles, H. 2018. Selection morphological, biochemical and molecular characterization of hawthorn (*Crataegus* spp.) genetic resources from Yozgat province and districts. PhD Thesis. Ataturk University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Erzurum, 163 p.
- Kostic, D.A., Velickovic, J.M., Mitic, S.S., Mitic, M.N., Randelovic, S.S. 2012. Phenolic content, and antioxidant and antimicrobial activities of *Crataegus oxyacantha* L (Rosaceae) fruit extract from Southeast Serbia. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 11(1), 117-124.
- Lo, E.Y., Stefanović, S., Dickinson, T.A. 2009. Population genetic structure of diploid sexual and polyploid apomictic hawthorns (*Crataegus*; Rosaceae) in the Pacific Northwest. *Molecular Ecology*, 18(6), 1145-1160.
- Martinelli, F., Perrone, A., Yousefi, S., Papini, A., Castiglione, S., Guarino, F., Cicatelli, A., Aelaei, M., Arad, N., Gholami, M., Salami, S.A. 2021. Botanical, phytochemical, antimicrobial and pharmaceutical characteristics of hawthorn (*Crataegus monogyna* Jacq.), Rosaceae. *Molecules*, 26(23), 7266.
- Melgarejo, P., Salazar, D.M., Artes, F. 2000. Organic acids and sugars composition of harvested pomegranate fruits. *European Food Research and Technology*, 211, 185-190.
- Sagbas, H.I., Ercisli, S., Ozkan, G., Ilhan, G. 2023. Inter-and intraspecific genetic variation of native hawthorn (*Crataegus* spp.) genotypes grown in the Çoruh Valley in Türkiye. *Erwerbs-Obstbau*, 65(6), 2537-2546.
- Sorkun, E., 2012. Pomological and phytochemical properties of different colored hawthorn fruits. Master Thesis, Gaziosmanpasa University, Graduate School of Natural and

Applied Sciences, Tokat, 59 p.

- Yanar, M., Ercisli, S., Yilmaz, K.U., Sahiner, H., Taskin, T., Zengin, Y., Akgul, I., Celik, F. 2011. Morphological and chemical diversity among hawthorn (*Crataegus* spp.) genotypes from Turkey. *Scientific Research and Essays*, 6(1), 35-38.
- Yavic, A., Taylan, A., Balcı, H., Encu, T. 2016. Biochemical and pomological characteristics of hawthorn (*Crataegus* spp.) fruits grown in Semdinli, Hakkari. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 26 (4), 500-504.

MEGACOLON CASE IN NORWEGIAN FOREST CAT

Araş. Gör. Onur YILDIRIM (ORCID: 0000-0002-5462-6100)

Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı, Siirt-Türkiye

Email: onur.yildirim@siirt.edu.tr (Responsible Author)

Dr. Öğr. Üyesi Ali GÜLAYDIN (ORCID: 0000-0002-7200-1040)

Siirt University, Faculty of Veterinary, Department of Surgery, Siirt-Türkiye

Email: a.gulaydin@siirt.edu.tr

Abstract

Megacolon is characterized by the dilation of the entire colon or a segment of it, absence of peristaltic movements, and severe constipation, without any evidence of mechanical obstruction. The etiology of megacolon includes neuromuscular, inflammatory, metabolic, endocrine, pharmacological, environmental, and behavioral factors. This case report aims to describe the clinical and surgical management of a 9-month-old male Norwegian Forest Cat diagnosed with megacolon following chronic constipation and unresponsive medical treatments. Prior to presenting to our clinic, the cat had received various medical interventions, including oral laxatives/purgatives and enemas, without any improvement. Clinical examinations revealed angular limb deformities and a hardened mass in the abdominal region, and the diagnosis of megacolon was confirmed through radiographic evaluations. Surgical intervention was performed via subtotal colectomy. Unfortunately, the patient died 72 hours postoperatively despite medical management. Delayed presentation to the clinic, failure to achieve satisfactory outcomes from prior preoperative assessments, and the six-day history of obstipation were identified as the primary contributing factors to this outcome. Additionally, it should not be overlooked that rickets, caused by a diet deficient in calcium and vitamin D3, may have predisposed this patient to megacolon. In conclusion, chronic megacolon cases can result in fatal outcomes. Therefore, early diagnosis and treatment of chronic constipation in cats should be prioritized.

Keywords: Megacolon, Cat, Rickets

NORVEÇ ORMAN KEDİSİNDE MEGAKOLON OLGUSU

Özet

Megakolon, mekanik tıkanıklık olmaksızın kolonun tamamının veya bir kısmının genişlemesi, peristaltik hareketlerin olmaması ve şiddetli kabızlık ile karakterizedir. Megakolonun nedenleri arasında nöromüsküler, inflamatuvar, metabolik, endokrin, farmakolojik, çevresel ve davranışsal faktörlerin olduğu bildirilmektedir. Bu olgu sunumunun amacı, kronik kabızlık ve sonuç alınamayan medikal tedavi sonrası, klinik ve radyolojik muayeneler sonunda megakolon teşhisi konulan 9 aylık, erkek, Norveç orman kedisinin klinik ve operatif sürecini bildirmektir. Hastanemize başvurmadan önce kediye oral laksatifler/purgatifler ve lavman dahil olmak üzere medikal tedaviler uygulanmış, ancak tedaviden sonuç alınmadığı bildirilmiştir. Hastanın klinik muayenelerinde ekstremitelerde angulasyon deformiteleri, karın bölgesinde sertleşmiş bir kitlenin varlığı fark edildi ve megakolon klinik tanısı radyografik muayeneler ile doğrulandı. Subtotal kolektomi yöntemi ile operatif müdahale gerçekleştirildi. Hasta cerrahi müdahaleden sonra medikal tedavinin 72. saatinde ex oldu. Hastanın kliniğe geç getirilmesi, daha önce yapılan preoperatif muayenelerden sonuç alınamaması, 6 gündür devam eden obstipasyon nedeni bu sonucun ana etkenleri olarak değerlendirildi. Ayrıca bu vakanın megakolona daha predispoze olmasının nedenlerinden birinin Ca ve D₃ vitamini bakımından yetersiz gıda alımı sonucu şekillenen raşitizm hastalığının olabileceği unutulmamalıdır. Sonuç olarak kronik megakolon vakaları ölümcül sonuçlara neden olabilir. Bu nedenle, kedilerde teşhis edilen kronik kabızlık vakalarının erken teşhis ve tedavisi öncelikli olarak ele alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Megakolon, Kedi, Raşitizm

Giriş

Megakolon, kalın bağırsağın genişlemesi ve hipomotilite nedeniyle dışkının atılamaması sonucu şiddetli konstipasyon veya obstipasyonla sonuçlanabilen kolonun fonksiyon bozukluğudur (Bertoy, 2002). Megakolon, birçok etiyolojiye sahip klinik bir durum olarak tanımlanabilir. Etiyolojik faktörlere dayanarak megakolon, primer ya da sekonder; konjenital ya da edinsel; fonksiyonel veya mekanik gibi farklı kategorilere ayrılabilir (Ryan, 2013).

Kedilerde primer megakolonun en yaygın formu idiyopatik megakolondur. Bu durumun temelinde, kolondaki düz kas fonksiyonunda bozulma yatmaktadır. İdiyopatik megakolon tanısı, mekanik, nörolojik veya endokrin bir nedenin bulunmaması durumunda konulabilir (Haan ve ark., 1992). Diğer primer megakolon formu olan konjenital megakolonun ise hayvanlardaki etiyojisi bilinmemektedir. Ancak insanlarda konjenital megakolonun nedeninin kolonun iç pleksusundaki ganglion hücrelerinin bulunmamasından (Hirschsprung hastalığı) kaynaklandığı bildirilmiştir (Aksoy ve ark., 2021; Roe ve ark., 2010; Ryan, 2013).

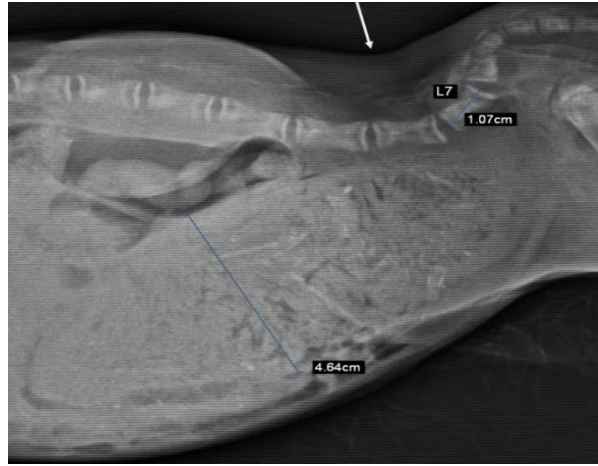
Sekonder megakolon ise genellikle dışkılama sürecini uzun süreli olarak engellenmesi sonucu olarak ortaya çıkar. Bu duruma yol açan yaygın nedenler arasında pelvik kırıkların yanlış kaynaması, neoplaziler, intrapelvik kitleler, anal veya rektal striktürler, anal atrezi ve nörolojik bozukluklar bulunmaktadır (Matthiesen ve ark., 1991). Ayrıca endokrin bozukluklar, kolon inflamasyonları, yabancı cisimler, yanlış diyet, çevresel ve davranışsal faktörler de sekonder megakolon gelişimine neden olabilirler (Pichter, 1989). Megakolona neden olan bir diğer faktör metabolik bozukluklardır. Büyüme dönemindeki genç hayvanlarda güneş ışınlarının yeterince alınmaması, Ca ve D₃ vitamini bakımından yetersiz gıda alımı sonucu şekillenen raşitizm megakolonun nedenleri arasında gösterilmektedir. D vitamini eksikliğine bağlı olarak kalsiyum ve fosfor metabolizmasının bozulması genç hayvanlarda gastrointestinal sistem ile ilgili konstipasyon ve koprostatik problemlerine ve yumuşak, esnek kemik oluşumuna neden olmaktadır (Alkan, 1999). Raşitizm sonucu ekstremiteler “X” ya da “O” şeklini alır (Kul, 1996). Klinik semptom olarak hastalarda ayakta durmakta ve yürümekte isteksizlik, palpasyonunda ağrı görülebilir (Kealy & McAllister, 2000).

Megakolon hastalarında klinik bulgu olarak kolonda dışkının uzun süre kalması ve bağırsaklardaki sıvı emilimi sonucu katılaştıran içerik ağrıya neden olur. Ayrıca düz kas ve irreversible sinir hasarı kolon tembelliğine neden olabilir. Hastalarda yaygın olarak tespit edilen klinik bulgular iştahsızlık, abdominal ağrı, kronik kabızlık, tenesmus, anoreksi, zayıflık, letarji, kusma ve kilo kaybı, sulu, kanlı veya mukoid diyare olarak bildirilmiştir (Ganesh ve ark., 2018). Megakolonun tanısında perineal herni, rektal darlık, pelvik kırıklar ve kolorektal neoplazi gibi durumları göz önünde bulundurulmalıdır (Aksoy ve ark., 2021). Megakolon hastalarında teşhis için direkt ve indirek radyografiden yararlanılmaktadır. Alınan abdominal radyografilerde kolon çapının, 7. lumbal vertebra uzunluğunun 1.5 katından büyük olması megakolon olarak tanımlanmıştır (Trevail v ark., 2011). Radyografiler kolon büyüklüğünü ve ayrıca eski pelvik kırıklar, kitleler veya omurga deformiteleri olup olmadığını belirlemek için de kullanılabilir (Washabau & Hall, 1997). Megakolon tedavi seçenekleri arasında medikal ve cerrahi tedavi olmak üzere iki grupta incelenebilir. Medikal tedavinin amacı dışkı miktarını azaltmak ve daha yumuşak bir dışkı kıvamı oluşturmaktır. Bu amaç ile laksatifler ve diyet değişiklikleri önerilebilir (Matthiesen ve ark., 1991). Dehidrasyonu olan hastalarda sıvı-elektrolit desteği uygulanması gereklidir. Tutulan dışkının mekanik olarak çıkarılması, genel anestezi altında ılık su veya kayganlaştırıcı enemalarla sağlanabilir. Enemalar yerçekimi akışı altında uygulanmalı ve kolon mukozasına hasar vermemek için manipülasyonlara dikkat edilmelidir (Ryan, 2013). Tekrarlayan konstipasyon durumlarında ve medikal tedavi şansının düşük olduğu durumlarda

operatif yöntem tercih edilir (Snilleabhain ve ark., 2001). Hastalarda uygulanan cerrahi operatif tekniklerinin amacı kolonun distalinde küçük bir bağırsak kısmı bırakılarak kolonun %90-95'inin rezeksiyonun sağlamaktır. Bu amaçla megakolon hastalarında olgunun durumuna göre total ya da subtotal kolektomi yapılabilir (Matthiesen ve ark., 1991; Samsar & Akın, 1998). Bu olgu sunumunda, megakolon tanısı konulan bir Norveç orman kedisinde uygulanan subtotal kolektomi tekniği ile sağaltım anlatılmaktadır.

Materiyal ve Metod

Siirt Üniversitesi Uygulama ve Araştırma Hastanesi'ne getirilen 1,8 kg ağırlığında, erkek, 9 aylık, Norwegian Forest cinsi kedi hasta sahibi tarafından karın bölgesinde şişkinlik, kusma ve 30 gün süre ile uygulanan laksatiflere cevap alınamayan kronik kabızlık, 6 gün süreli obstipasyon şikayetleri ile başvurmuştur. Yapılan genel muayenelerde hastanın depresif olduğu, hareket etmekte isteksiz ve arka ayaklarını sürerek yürüdüğü görüldü. Ayrıca palpasyon muayenesinde kaudal abdomende katı-sert kitle tespit edildi. Yapılan ortopedik muayenelerde hastanın ön ve arka ekstremitelerinde kemik deformasyonları tespit edildi. Alınan kan örnekleri sonucunda hemogram ve biyokimyasal parametrelerinde patolojik bir duruma rastlanılmadı. Klinik muayenelerde abdomende tespit edilen sert kitle nedeni ile radyolojiye sevk edilerek abdomen radyografileri alındı (Şekil 1). Abdominal radyografilerde dilatasyona uğramış bağırsak segmentinde kolondan rektuma kadar sert dışkı içeriği görüldü. Yapılan ölçümlerde kolonun 7. lumbal vertebranın 1,5 katından daha fazla olduğu tespit edildi. Ayrıca radyografilerde thorakal ve lumbal vertebra bölgelerinde skolioz saptandı (Şekil 1).



Şekil 1. Pre-operatif lateral radyografik görüntü

Preoperatif röntgenlerle yapılan klinik muayeneler ekstremitelerde tespit edilen bir diğer patolojik durum angulasyon deformitelerini doğrular nitelikteydi. Bu nedenle radyolojik muayenelerde ön ve arka ekstremitelerin kemik kortekslerinde deformiteler ve açılanmalar radyografilerle teşhis edildi (Şekil 2).



Şekil 2. Ön ekstremitelerin kranio-kaudal radyografisi ve radius-unla angulasyon deformiteleri (beyaz ok).

Hastaya daha önce yapılan medikal tedavi protokollerinden olumlu yanıt alınmadığı için subtotal kolektomi yöntemi ile cerrahi müdahale yapılmasına karar verildi. Preoperatif hazırlık aşamasında rutin olarak kullanılan cerrahi protokoller uygulandı. Anestezi protokolünde 6-8 mg/kg dozunda intravenöz propofol (Propofol-Pf, Aroma İlaç, Tekirdağ) kullanıldı. Daha sonra entübe edilen hastanın indüksiyonu operasyon bitimine kadar %2 Sevoflurane (Sevorane, Abbvie Tıbbi İlaç, İstanbul) ile gerçekleştirildi. Abdomene median hat üzerine 5 cm uzunluğunda bir deri ensizyonu yapıldı. Line alba üzerinde yapılan ensizyon sonrası karın boşluğuna ulaşıldı. Yapılan intraabdominal muayeneler sonucunda tespit edilen katılaşmış sert dışkı içeriği ile dolu kolon segmenti abdomen dışına alındı (Şekil 3).



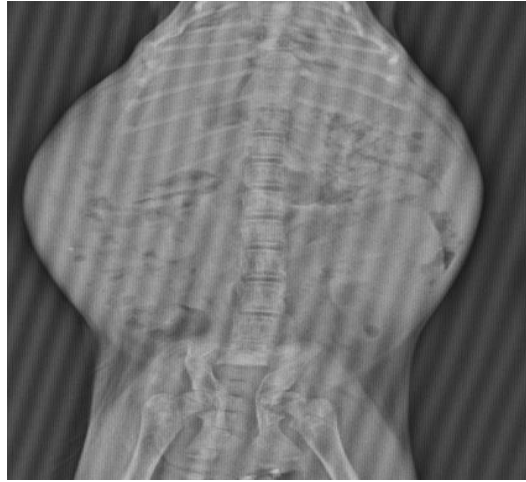
Şekil 3. Katılaşmış sert dışkı içeriği ile dolu kolon segmenti

İliosekal valfin distali ve rectumun proksimali sınır belirlendi. Ardından, kolonu besleyen mezenterik damarları 4-0 vicryl (VICRYL™, Ethicon, Poliglaktin 910, US) ile sırayla ligatüre edildikten sonra kolona subtotal kolektomi uygulandı (Şekil 4).



Şekil 4. Subtotal kolektomi ile eksize edilen kolon segmenti

Kolonun uçları arasındaki lümenal çap farklılıkları daha küçük olan kolon kısmının daha dar bir açıyla ensize edilmesiyle en aza indirildi. Bu yöntem ile küçük ucun lümenal çapının artmasına ve büyük ucun çapıyla aynı hizaya gelmesine olanak sağlandı. Kolon segmenti uç-uca anastomoz tekniği ile 3\0 PGA suture ile dikildi. Bağırsak içeriğinde sızıntı olup olmadığı kontrol edilip bağırsak segmentleri karın boşluğuna red edildi. Peritoneal lavaj için ılık %0,9 NaCl (Turkfleks %0.9 İzotonik Sodyum Klor, Turk İlaç Ve Serum Sanayi, Ankara) kullanıldı. Laparotomi sonrası ensizyon hattı rutin bir şekilde kaslar, fascia ve deri 2-0 PGA kullanılarak basit dikişlerle kapatıldı ve postoperatif radyografi alındı.



Şekil 5. Postoperatif V\D radyografi

Postoperatif olarak 72 saat süren bir diyet programı düzenlendi. Bu amaçla hastaya gıda ve su verilmedi. Hastaya 60 ml %0,9 NaCl (Turkfleks %0.9 İzotonik Sodyum Klor, Turk İlaç Ve Serum Sanayi, Ankara) ve %5 Dekstroz (Polifleks, %5 Dekstroz, Polifarma İlaç, Tekirdağ) intravenöz olarak günde iki kez uygulandı. Günde bir kez deri altı nonsteroid antiinflatuar (Tolfenak, **Alke İlaç**, Tokat) kullanıldı. Ayrıca 0,3 cc günde bir defa intravenöz yolla C vitamini (Tekno-C, Teknovet İlaç, Tekirdağ) uygulandı. Tedavi sürecinde idrarın olduğu ancak dışkıının görülmedi. Postoperatif 72 saat sonunda yapılan klinik muayenelerde hastanın vital

bulgularında ani düşüşlerin olduğu, çoklu nöbetlerin sonunda kardiyopulmoner arrest, bilinç kaybı nedeniyle hasta ex oldu. Postmortem muayene sahibi tarafından reddedilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Kabızlık ve megakolon kedilerde yaygın olarak karşılaşılan ciddi gastrointestinal sorunlardır. Yaşlı erkek kedilerin dişilere oranla daha yüksek risk taşıdığı bildirilmektedir (White, 2014). Megakolon insidansının evcil Shorthair ve Longhair kedilerinin yanı sıra Siyam ve Manx ırklarında daha yüksek olduğu belirtilmiş, bu durum irksal bir yatkınlığa işaret etmektedir (Ganesh ve ark, 2018). Bu olgu sunumunda 9 aylık, erkek, yavru Norveç Orman kedisindeki megakolon tanı ve operatif sağaltımı anlatılmaktadır. Genç kedilerde bu tür vakalar sıklıkla rapor edilmemektedir.

Kedilerde kabızlığın nedenini belirlemek zor olabilir. Bu nedenle nöromüsküler, mekanik, inflamatuvar, metabolik, endokrin, farmakolojik, çevresel ve davranışsal faktörlerin ayırıcı tanıda dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır (Bright & Bauer, 1994). Bu vaka, 30 günlük kabızlık ve 6 günlük obstipasyon geçmişi nedeniyle kronik olarak sınıflandırılmıştır.

Megakolon tedavisinde ilk olarak lavman uygulamaları ve laktuloz gibi ozmotik laksatiflerin kullanımı yer almaktadır; bu yöntemlerin kolonun su emilimini azaltmada etkili olduğu belirtilmiştir (Köster, 2017). Megakolon vakalarının yaklaşık %24'ünün pelvik kanal darlığı ile ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Hasler & Washabau, 1997). Kedilerde kronik megakolon gibi uzun süreli bağırsak fonksiyon bozukluklarının büyük bir kısmı idiyopatik olarak tanımlanmaktadır (Van & Jergens, 2019). Bu vaka da idiyopatik olarak değerlendirilmiştir, çünkü megakolon ile ilişkili belirgin nedensel faktörler, bu vakada tespit edilememiştir. Ancak klinik ve radyolojik muayeneler sonunda teşhis edilen raşitizmin önemli bir neden olduğu düşünülmektedir. Çünkü raşitizma kedilerde sindirim sistemi bozukluklarına ilişkin olarak konstipasyon ve koprostaz olguları ile karakterizedir (Yurdakul & Bakır, 2017).

Raşitizmada radius, ulna ve tibiada eğrilmelere bağlı olarak ekstremiteler "X" ya da "O" şeklini alır. Ayrıca raşitizmada pelvis kemiğindeki deformasyonlar ve her iki femurdan gelen itmeler sonucu pelvis kanalının dorso-lumbal görünüşte "X" formu alarak daraldığı ve bu daralmanın konstipasyon, koprostaza neden olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Samsar & Akın, 1998). Bu vakada raşitizmanın pelviste kemik deformasyonları sonucu pelvis çapında daralması meydana getirdiği düşünülmektedir. Bu nedenle pelvis çapının daralması konstipasyon ya da obstipasyonun sebeplerinden biri olabileceği kanısına varılmıştır. Megakolon teşhisi için alınan radyografilerde kolon boyutuda değerlendirilmektedir. Bu amaçla alınan radyografilerde kolon çapının lumbal 5 (L5) veya lumbal 7 (L7) vertebra uzunluğuna oranının, 1,28'den küçük olması normal bir kolonun göstergesi iken, megakolonda ise tipik olarak 1,48 veya 1,50'den büyük bir oran tespit edilmiştir (Van & Jergens, 2019). Hastanın laterolateral abdomen radyografisinde kolonun bir bölgesinin L5 vertebra uzunluğunun 1,5 katından daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durum klinik muayeneler sonucu megakolon şüphesi olan hastanın tanısını doğruladı. Küçük hayvanlarda obstipasyon ve megakolon tedavisi için uygulanan bir prosedür olan subtotal kolektomi yoluyla cerrahi operasyon uygulandı (Grossman ve ark., 2021). Kronik megakolon vakalarında operatif müdahale endikedir çünkü uzun süreli kabızlık kolon duvarında geri dönüşü olmayan değişikliklere neden olur (Barnes, 2012). İleokolik sfinkterin korunması hastalarda postoperatif diyareyi azalttığı bildirilmiştir Bu vakada ileokolik sfinkteri koruyarak subtotal kolektomi yapılmıştır. (Grossman ve ark., 2021).

Ameliyat genellikle iyi tolere edilir, ancak bazen anastomoz bölgesinde daralma, anastomoz sızıntısından kaynaklanan peritonit, ishal, tenesmus ve tekrarlayan kabızlık gibi postoperatif komplikasyonlara yol açabilir (Hanauer & Wald, 2007).

Bu vakada ameliyat sonrasında, daha fazla dehidrasyonu ve enfeksiyonu, ağrı ve doku reaksiyonundan kaynaklanan komplikasyonları önlemek için hastaya sıvı tedavisi de dahil olmak üzere destekleyici medikal tedavi uygulandı. Postoperatif 72. saat sonra çoklu nöbetlerin sonunda kardiyopulmoner arrest, bilinç kaybı nedeniyle ex oldu. Bu vakada hastanın vital bulgularındaki patoloji, prognozun kötü olması, hasta sahibinin sorunu uygun zamanda gözlemlememesi nedeniyle cerrahi müdahalede geç kalınması hastanın ex durumunda etkisi olduğu düşünülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bu vaka, 9 aylık bir Norveç orman kedisinde teşhis edilen megakolon olgusunun klinik ve cerrahi operasyon süreci bildirilmiştir. Megakolon, kronik kabızlığı olan kedilerde ayırıcı tanıların bir parçası olmalıdır. Ayrıca genç hayvanlarda D vitamini yetersizliği sonucu gelişen raşitizmanın megakolonun önemli nedenlerinden biri olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle medikal tedavinin sonuç vermediği megakolon olgularda cerrahi müdahalede geç kalınması hastaların hayati tehlike riskinin arttırabilir. Kronik kabızlık, dışkı yapamama, abdomende şişkinlik şikayeti olan hasta sahiplerinin medikal ve cerrahi tedavi için zaman kaybetmeden kliniklere başvurması hasta sağlığı açısından önemle tavsiye edilmektedir.

Kaynaklar

- Aksoy, Ö., Aydın, U., & Yıldız, U. (2021). Kedi ve köpeklerde megakolon ve cerrahi sağaltımı. *Türkiye Klinikleri; Kedi ve Köpeklerde Gastrointestinal Hastalıklar*, editör Gökçe AP, 1. Baskı, Ankara, p.76-79.
- Alkan, Z. (1999). Veteriner Radyoloji. Mina Ltd. Ştd. Ankara.
- Barnes, D. C. (2012). Subtotal colectomy by rectal pull-through for treatment of idiopathic megacolon in 2 cats. *Can Vet J.*, 53(7), p.780–782.
- Bertoy, R. W. (2002). Megacolon in the cat. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 32(4), p. 901–915.
- Bright, R. M. & Bauer, M. S. (1994). The Cat: Diseases and Clinical Management, In Sherding RG (ed), Surgery of the digestive system, ed 2, vol 2. New York, Churchill Livingstone. p.1353.
- Ganesh, T. N., Munoz, K., Hosein, A., Auguste, T., Mootoo, N., & Legall, C. (2018). Megacolon in a young cat possibly due to neurological deficits. *Malay J Vet Res*, 9 (2), p.148–153.
- Grossman, R. M., Sumner, J. P., Lopez, D. J., Dornbusch, J. A., Singh, A., & Lux, C. N. (2021). Evaluation of outcomes following subtotal colectomy for the treatment of idiopathic megacolon in cats. *J Am Vet Med Assoc*, 259(11), p.1292–1299.
- Haan, J. J., Ellison, G., & Bellah, J. (1992). Surgical Correction of Idiopathic Megacolon in Cats. *Feline Practice*, 20(2). p.6-11.
- Hanauer, S. B. & Wald, A. (2007). Acute and chronic megacolon. *Curr Treatm Opt Gastroenterol*, 10(3), p.237–247.
- Hasler, A. H. & Washabau, R. J. (1997). Cisapride stimulates contraction of idiopathic megacolon smooth muscle in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 11(6), p.313-318.
- Kealy, J. K. & McAllister, H. (2000). Bones and joints In: Diagnostik Radiology and Ultrasonography of the Dog and Cat, Third Edition Chapt. 4 W.B. Saunders Company, Philadelphia. p. 23-24.
- Köster, L. S. (2017). Megacolon in: Chronic Disease management for small animals. *John Wiley & Sons*, p.205 – 209.
- Kul, M. (1996). Buzağlarda şekillenen metabolik kemik hastalıklarının biyokimyasal ve radyolojik teşhisi. *Vet. Bil. Derg.*, 13(2), p.33-40.
- Matthiesen, D. T., Scavelli, T. D., & Whitney, W. O. (1991). Subtotal Colectomy for the Treatment of Obstipation Secondary to Pelvic Fracture Malunion in Cats. *Veterinary Surgery*, 20(2), p.113-117.
- Pichter, K. P. (1989). Diseases of the Large Bowel. . In: *Textbook of Veterinary Internal Medicine, ed 3. Ed by SJ Ettinger. Philadelphia, WB Saunders Co.*, p.1415-1416.
- Roe, K. A., Syme, H. M., & Brooks, H. W. (2010). Congenital large intestinal hypoganglionosis in a domestic shorthair kitten. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 12, p.418–420.
- Ryan, S. D. (2013). Small Animal Soft Tissue Surgery. *Megacolon* first Edition. Edited by Eric Monnet, p.387-397.
- Samsar, E., & Akın, F. (1998). Özel Cerrahi, 1.baskı, Tamer Matbacılık Yayıncılık, Ankara., p.260-267.
- Snilleabhain, C. B., Anderson, J. H., McKee, R. F., & Finlay, I. G. (2001). Strategy for the surgical management of patients with idiopathic megarectum. *Br j Surg*, 88, p.1392-1396.

- Trevail, T., Gunn-Moore, D., Carrera, I., Courcier, E., & Sullivan, M. (2011). Radiographic diameter of the colon in normal and constipated cats and in cats with megacolon. *Vet Radiol Ultrasound*, 52(5), p. 516–520.
- Van, V. L., & Jergens, A. E. (2019). *Blackwell's five-minute veterinary consult clinical companion: small animal gastrointestinal diseases*. (1st edition ed.). John Wiley & Sons, p. 573-580
- Washabau, R. J., & Hall, J. A. (1997). Diagnosis and management of gastrointestinal motility disorders in dogs and cats, . *Compend Contin Educ Pract Vet.*, 19, p. 721-737.
- White, R. N. (2014). *Feline soft tissue and general surgery*. 1st edition, WB Saunders, Elsevier, p. 325-44.
- Yurdakul, İ., & Bakır, B. (2017). Radiological and biochemical diagnosis of skeletal developmental disorders due to growth in Van Cats. *Van Vet J.*, 28 (3), p. 131-136.

EXAMINATION IN TERMS OF PLANT DEVELOPMENT OF DIFFERENT COVERING MATERIALS USED IN GREENHOUSES IN TÜRKİYE

Dr. Murat ÖZOCAK (ORCID: 0000-0002-3997-9290)

Istanbul University - Cerrahpaşa, Forestry Vocational School, Plant and Animal Production
Department, Irrigation Technology Program, Istanbul-Türkiye

Email: [uratozocak@iuc.edu.tr](mailto:muratozocak@iuc.edu.tr) (Responsible Author)

Abstract

Greenhouses are agricultural structures where production is carried out by providing the most suitable environmental conditions for plant development. Thanks to greenhouses, it is possible to grow plants outside of their natural growth periods. In particular, in cold seasons, it is necessary to provide environmental conditions such as temperature, light and humidity required for optimum development of plants in order to provide natural growth environments for plants. For this purpose, greenhouse heating systems to be built are among the most important expenses in terms of cost. In addition, artificial lighting and humidity values that need to be provided for plant development also come to the forefront as important cost expenses. In this respect, it is necessary to utilize solar heat and radiation in the most efficient way along with the protection of the existing heat in greenhouses. In addition to providing environmental conditions in greenhouses with artificial systems such as heating, light and humidity, the sustainability of these conditions is a must for plant development. In particular, the ability of sunlight, which is necessary for plant development, to reach the greenhouse and its sustainability is possible with the correct selection of the cover material. In this context, the change in the cover material and types of greenhouses where fruit and vegetables are grown in Turkey between 2004-2023, the prominent cover material, type and their relationships with each other were determined. Within the scope of the research, it has been observed that the value of plastic greenhouses has been increasing over the years. This situation is especially evident in fruit greenhouses. In this context, plastic, glass, low tunnel and high tunnel greenhouses in Turkey have been examined in terms of the area they cover and efficiency in the last 20 years, and it has been revealed that there is a need for improvement studies in the quality of the materials in general.

Keywords: Greenhouses, Greenhouse Covering Material, Plant Growth, Light Transmission, Agricultural Structures.

TÜRKİYE'DE SERALARDA KULLANILAN FARKLI ÖRTÜ MALZEMELERİNİN BİTKİ GELİŞİMİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Özet

Seralar, bitki gelişimi için en uygun ortam koşulları sağlanarak üretim yapılan tarımsal yapılardır. Seralar sayesinde bitkilerin doğal yetiştirme zamanlarının dışında yetiştirilmesi mümkün olmaktadır. Özellikle, soğuk mevsimlerde bitkilerin doğal yetiştirme ortamlarının sağlanması için bitkilerin optimum gelişimleri açısından gerekli olan sıcaklık, ışık ve nem gibi çevre koşullarının sağlanması gerekmektedir. Bu amaçla yapılacak olan sera içi ısıtma sistemleri maliyet açısından en önemli giderlerin başında gelmektedir. Ayrıca bitki gelişimi açısından sağlanması gereken yapay aydınlatma ve nem değerleri de önemli maliyet giderleri olarak ön plana çıkmaktadır. Bu bakımdan seralardaki mevcut ısının korunumu ile birlikte güneş ısısı ve ışınımından en verimli şekilde faydalanılması gerekmektedir. Sera içi çevre koşullarının ısıtma, ışık ve nem gibi yapay sistemler ile sağlanmasının yanında, oluşturulan bu koşulların sürdürülebilirliği bitki gelişimi açısından zorunludur. Özellikle bitkilerin gelişimi açısından gerekli olan güneş ışığının sera içine ulaşabilmesi ve sürdürülebilirliği örtü malzemesinin doğru seçimi ile mümkün olmaktadır. Bu bağlamda, Türkiye'deki meyve ve sebze yetiştiriciliği yapılan seraların örtü malzemesi ve tiplerine göre 2004-2023 yılları arasındaki değişimi, ön plana çıkan örtü malzemesi, tipi ve birbirleri ile olan ilişkileri belirlenmiştir. Araştırma kapsamında plastik seraların yıllar içerisindeki değerinin artış eğiliminin olduğu görülmüştür. Bu durum özellikle meyve seralarında çok daha belirgindir. Bu bağlamda Türkiye'deki son 20 yıl içerisinde plastik, cam, alçak tünel ve yüksek tünel seraları kapladıkları alan ve verim açısından incelenmiş olup, örtü malzemeleri açısından genel olarak malzeme kalitesinde iyileştirici çalışmaların yapılması gerekliliği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Seralar, Sera Örtü Malzemesi, Bitki Gelişimi, Işık geçirgenliği, Tarımsal Yapılar.

Introduction

Greenhouses are agricultural structures where the environmental conditions such as light, temperature, humidity, CO₂ concentration and air movement required for plant production are provided in a controlled manner in places and times when external atmospheric conditions do not allow plant production. The most important advantage of greenhouses over open field agriculture is that they provide more product per unit area without being dependent on the external climate or by being partially dependent on it (Öztürk 2008).

Creating a microclimate that allows plant development is, first and foremost, the task of the covering material. In addition to the greenhouse effect, the greenhouse covering material protects plants from wind, precipitation and strong sunlight, allowing them to develop in more favorable conditions (Altındaş 1993). Environmental factors such as radiation, temperature, relative humidity, CO₂ amount and air movement are important for plant growth and development in greenhouses (Öztürk 2008).

The temperature and climate conditions required for plant growth, yield and fruit quality in greenhouses are listed below (Zabeltitz 1992; Baudoin and Zabeltitz 2002). In winter months,

the temperature in the greenhouse should be kept above 0°C to prevent plants from being damaged by frost. If the daily average outside temperature is more than 7°C, the risks of temperatures below 0°C during the day can be neglected. Plants in greenhouse conditions are adapted to an average of 17-27°C. Considering the greenhouse effect, the daily average temperature should be between 12-22°C. If this temperature is 0-8°C, the plant growth rate slows down. For example, this temperature value is insufficient for fruit formation in tomatoes. If the daily average temperature falls below 12°C, greenhouses should be heated at night. If the temperature exceeds 22°C, greenhouses should be cooled

Although the control of greenhouse air is generally limited to temperature and shows the most important change, CO₂ reduction, relative humidity, etc. should definitely be controlled by Seginer (1980). While the greenhouse interior temperature increases during the day compared to the exterior temperature, during the night, the greenhouse interior and exterior temperatures coexist. In addition, especially at night, the heat loss from the greenhouse is high and especially in winter months, the necessity of heating. In terms of reducing heating costs, the solar energy can be increased by clean tearing together with the structure of the cover material (Montero and Anton, 2003)

In greenhouses, the appropriate vineyard humidity value for plant development should generally be between 50-80%, and it is important that the lowest RH for controlled diseases is 60% Öztürk (2008). It is reported that more than 70% of the energy consumed in greenhouses during the winter period is lost through the greenhouse cover material. Therefore, accurate analytical estimation of heat loss through the planning material is the key to estimating the energy consumption of the greenhouse Zhan et al. (2008).

In greenhouses, the cover material is important in terms of providing the entrance of suitable light into the greenhouse and creating the ambient microclimate for plant production. However, many features such as the presence of cover materials, additives, physical and mechanical properties affect plant production, energy components and the performance of greenhouse cover materials. Humidity in greenhouses is more important than the air for plant growth. While no effect is observed at 30 ° C in the most produced tomato and cucumber plants in greenhouses, at the same time, when the relative humidity exceeds 80%, serious decreases in tomato performance occur, especially due to parthenocarpy (Baytorun, 2016).

Greenhouses are covered with glass or plastic cover material to protect plants from the effects of adverse environmental conditions, to ensure that the necessary energy is taken into the greenhouse, and to ensure the formation of a suitable microclimate for plant production. The cover materials used in greenhouses can be grouped under three groups: glass, films, and hard plastics (Günay 1985, Baytorun 1995)

The features that will be found in PE material used in greenhouses and produced with today's technology can be listed as follows: Heat preservation with Infrared additive, Life with Ultraviolet additive, Flexibility and resistance to wind with Ethyl vinyl acetate additive, Optical properties against viral insects with Anti-virus additive, Dripping with Anti-Fog additive, Electrostatic properties with Anti-dust additive, Light diffusion with Mineral additives (Emekli 2014).

In this study, the general fruit and vegetable yields of greenhouses in Turkey between 2004 and 2013 were investigated according to the covering materials of plastic and glass, the area they cover as greenhouse cultivation, and the changes according to greenhouse types, such as low and high tunnels. In this context, the current situation was presented and suggestions for improvement were created.

Materials and Methods

In the study, the general numbers of greenhouses in Turkey according to their covering materials and types between the years 2004-2023, the yield amounts of the products grown in these greenhouses that vary from year to year and the amount of area they cover were evaluated separately in terms of fruit and vegetable cultivation and constituted the material of the study (Tüik, 2025). In this context, an evaluation was made between covering materials and greenhouse types and evaluated within the scope of the literature.

Findings and Discussion

When the quantitative change in greenhouse cover materials in Turkey is examined in the last 20 years, it is seen that plastic cover materials have increased regularly in general. Glass greenhouses have remained stable for many years and have decreased in the last two years. In this context, it can be said that there is a tendency for plastic cover materials in terms of cost advantage. The quantitative change in greenhouses according to cover materials in Turkey is given in Figure 1.

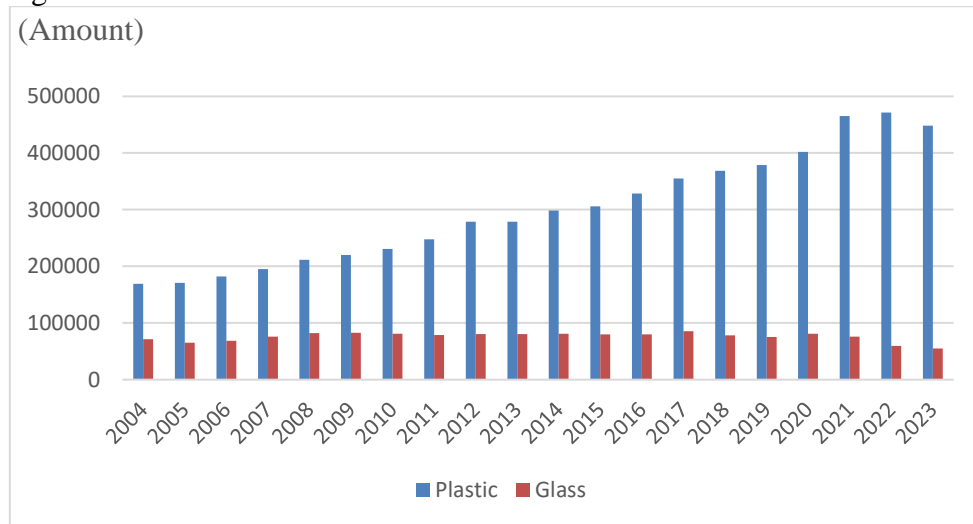


Figure 1. Changes in according to covering material of greenhouses in Turkey

When the change in terms of greenhouse types is examined, it is seen that low and high tunnel greenhouses fluctuate over the years, while low tunnel greenhouses are predominantly more. The amounts of change over the years according to greenhouse types are given in Figure 2.

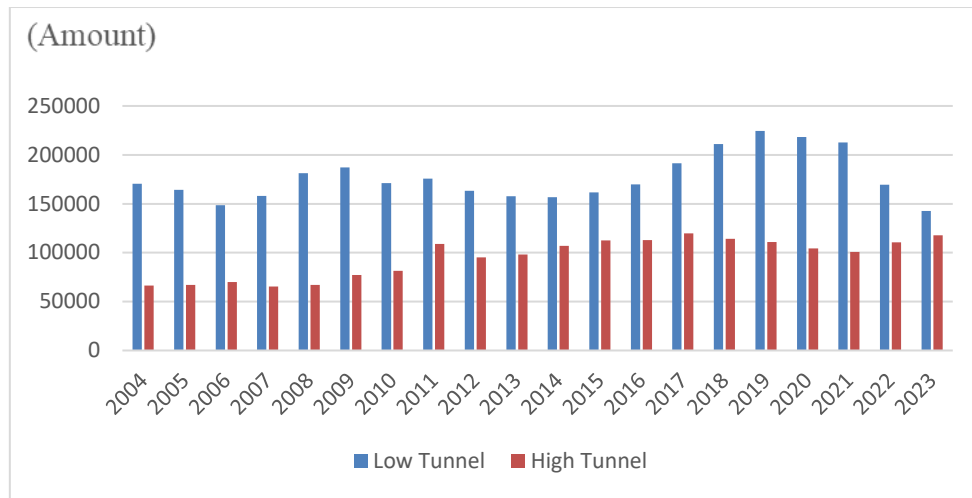


Figure 2. Greenhouse types in Turkey

The production amount of vegetables and fruits grown in greenhouse conditions in Turkey and the area they cover in terms of undercover have been evaluated separately. In addition, the differences in production and area they cover in terms of low and high tunnels have been revealed. When greenhouses in Turkey are evaluated in terms of vegetable production, it is seen that plastic greenhouses have tended to increase in quantity over the years. Although there is a stable trend in glass greenhouses, there has been a decrease in recent years. Total vegetable yield according to greenhouse cover materials in Turkey is given in Figure 3.

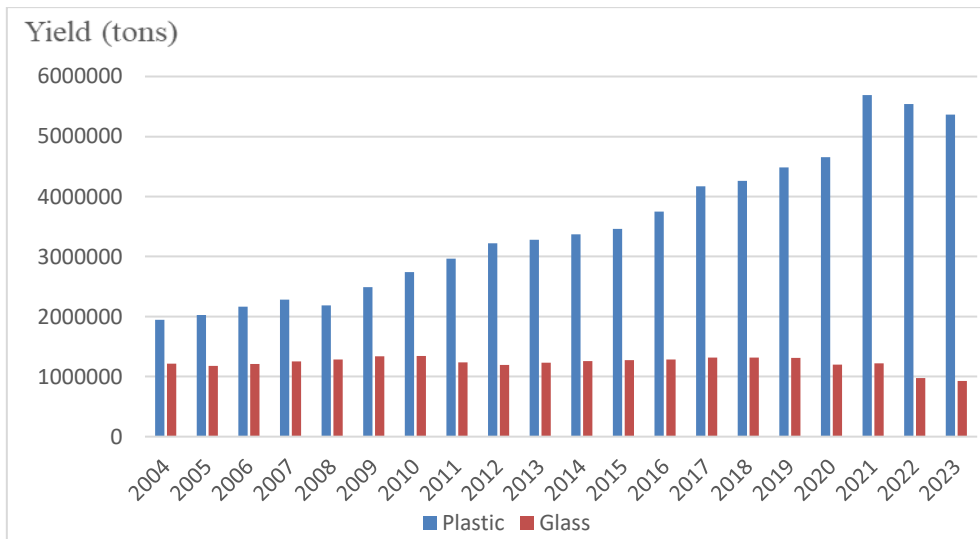


Figure 3. Vegetable yields according to covering materials of greenhouses in Turkey

When vegetable production is evaluated in terms of greenhouse types, it has been determined that low tunnel type greenhouses are higher than high tunnel type greenhouses, although it has changed over the years. When recent years are evaluated, it is seen that high tunnel type greenhouses have generally increased. Vegetable yields according to greenhouse types are given in Figure 4.

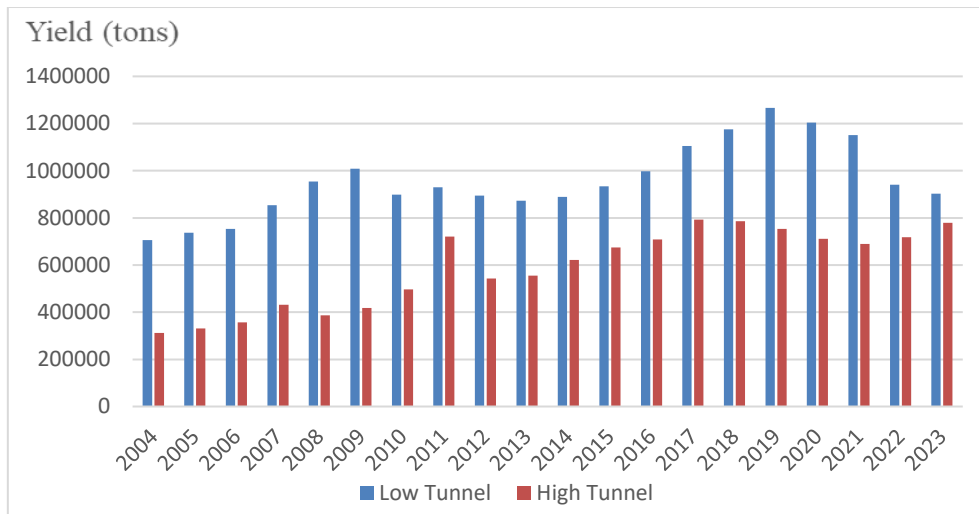


Figure 4. Vegetable yields according to greenhouse types in Turkey

When greenhouse areas are examined in terms of vegetable yield according to the cover material in Turkey, it is seen that plastic greenhouses are available in more areas than glass greenhouses. In addition, plastic greenhouses have increased over the years, while glass greenhouses have generally remained stable. The amount of area covered by greenhouses in Turkey according to cover materials in terms of vegetable production is given in Figure 5.

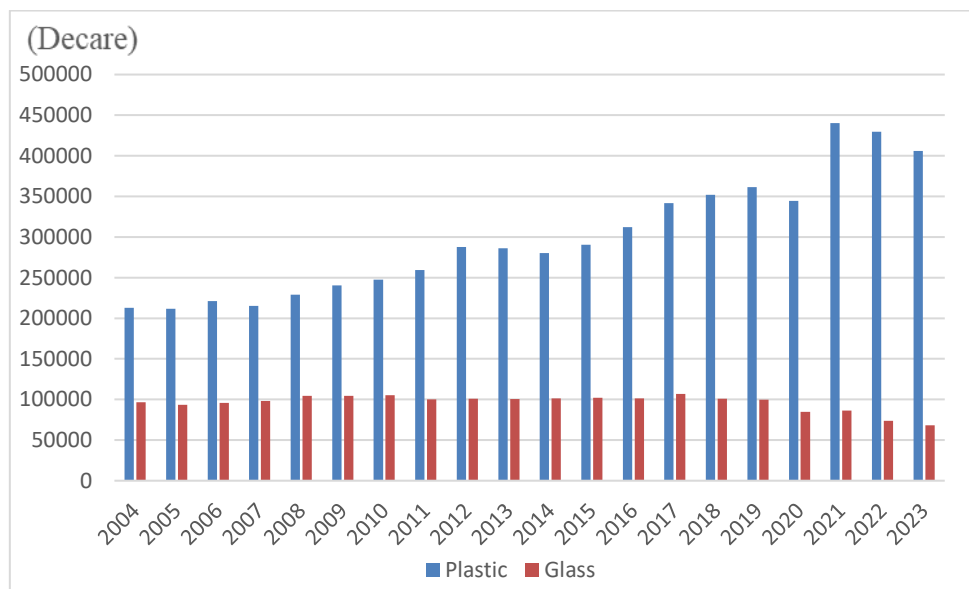


Figure 5. Area covered by greenhouses where vegetables are produced according to the covering materials in Turkiye

When the area covered by greenhouses where vegetables are produced is evaluated in terms of greenhouse types, although low tunnel greenhouses are more abundant than high tunnels, there has been an increase in high tunnel greenhouses in recent years. However, a decrease has been observed in low tunnel greenhouses in recent years. The area covered by greenhouses where

vegetables are produced according to greenhouse types is given in Figure 6.

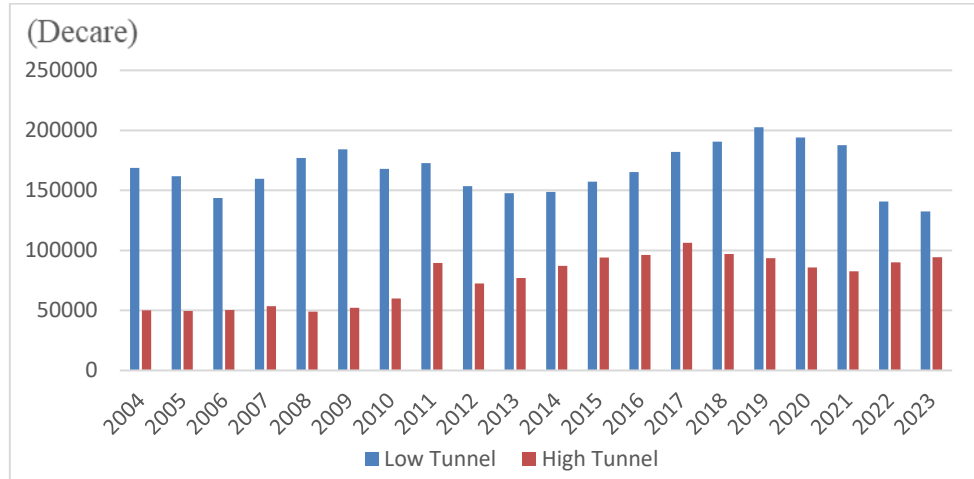


Figure 6. Area covered by greenhouses where vegetables are produced according to greenhouse types in Türkiye

When greenhouses in Turkey are evaluated according to the amount of fruit production and the covering materials, it is seen that almost all of the production is in plastic greenhouses. Very little fruit yield has been achieved in glass greenhouses. There has been a decrease in plastic greenhouses in recent years. Fruit yield amounts according to covering materials are given in Figure 7.

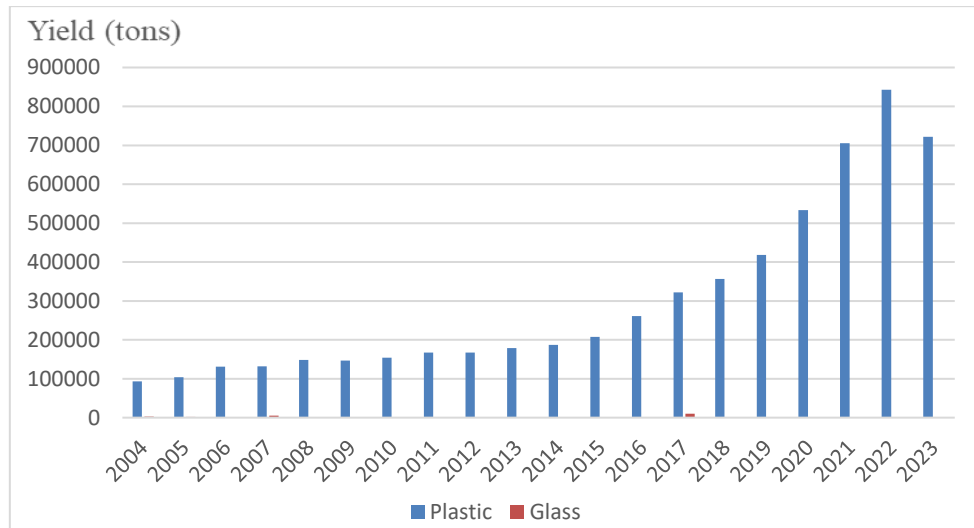


Figure 7. Fruit yields of greenhouses according to covering materials in Türkiye

When fruit yield was evaluated in terms of greenhouse types, it was seen that high tunnel greenhouses were more abundant than low tunnels. In addition, there has been an increase in high tunnel greenhouses in recent years. Fruit yields according to greenhouse types are given in Figure 8.

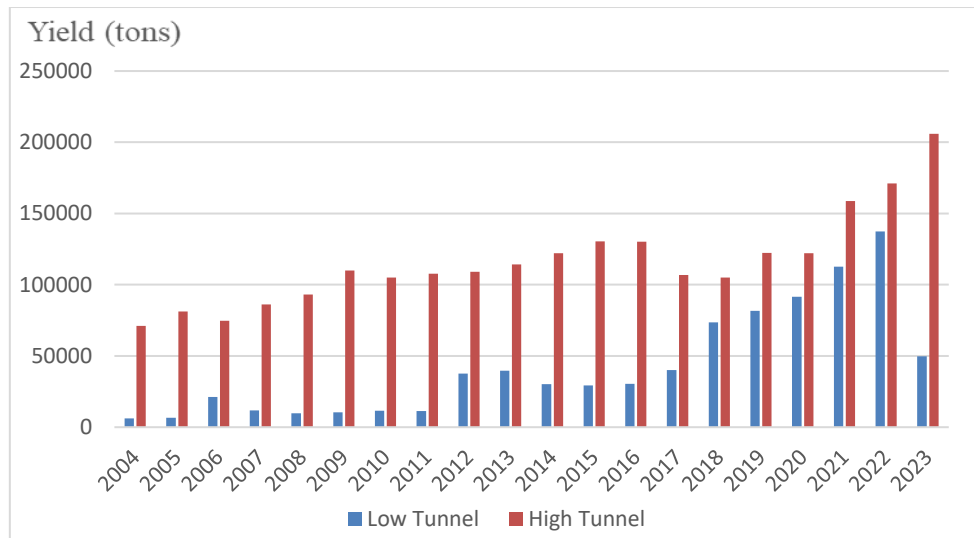


Figure 8. Fruit yields according to greenhouse types in Türkiye

When the area covered by fruit greenhouses produced in Turkey is evaluated from the perspective of covering materials, there is a large proportion of plastic greenhouses. There are glass greenhouses, but very few are permanent. The area covered by greenhouses where fruits are produced according to covering materials is given in Figure 9.

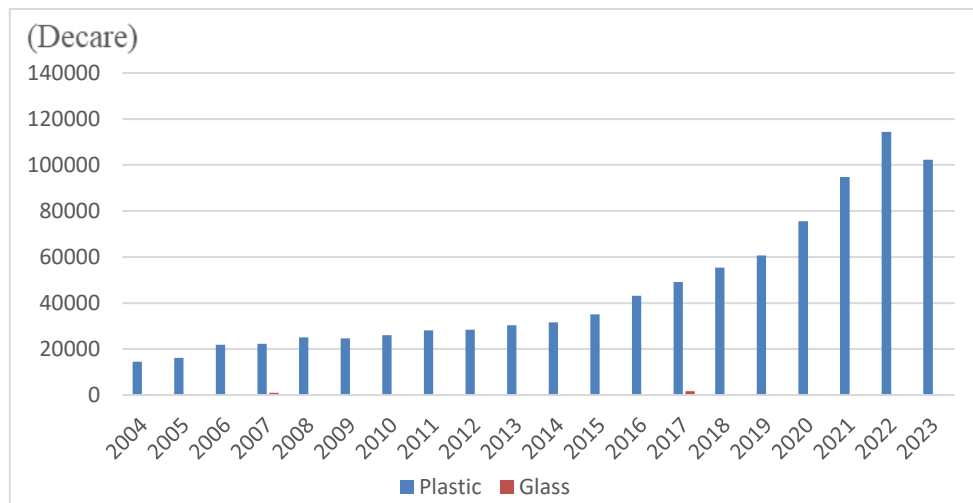


Figure 9. Area covered by greenhouses where fruit is produced according to the covering materials in Turkey.

When the amount of fruit planted area according to greenhouse types in Turkey is examined, it is seen that although the area covered by high tunnels is more, it has been equalized with the increase in the area covered by low tunnel greenhouses in recent years. The amount of fruit planted area according to greenhouse types in Turkey is given in Figure 10.

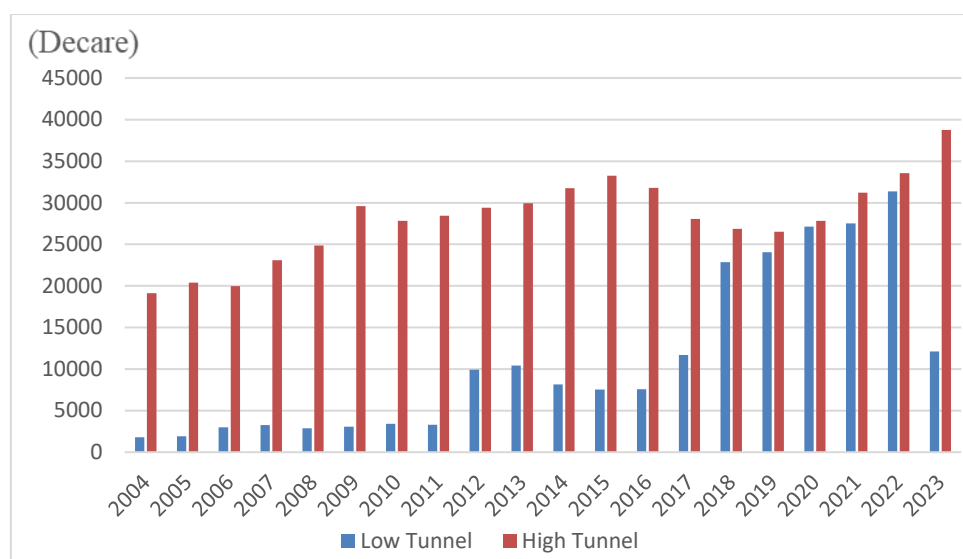


Figure 10. Area covered by greenhouses where fruit is produced according to greenhouse types in Turkey.

Conclusion and Recommendations

In the study where the vegetable and fruit yields of greenhouses in Turkey were evaluated according to their current status between 2004-2013 according to their cover materials and types, it was observed that plastic greenhouses were generally prominent, and this situation was much higher especially in fruit cultivation. Plastic greenhouses came to the forefront as a cost advantage. However, instead of PE in plastic greenhouses, emphasis could be given to the use of superior material properties such as PC. It may also be possible to create a cost advantage with different compositions in terms of glass. It can be said that efficiency can be increased by using new plastic materials that improve solar radiation in terms of plant development instead of PE in plastic cover materials. In particular, the selection of cover materials that are resistant to UV rays and have an anti-fog system should be at the forefront in terms of providing optimum conditions. In this context, the creation of useful additives while creating the material, and the preference of additive and multi-layered materials instead of single-type (PE, PVC..etc) cover materials will create both efficiency and cost advantages.

As a result, the selection of additive-based, renewable and cost-advantaged cover materials is important for sustainable agricultural production in greenhouses for our country. This situation will create a positive increase in cost and efficiency. In addition, it is recommended to increase research on the selection of different types and mixtures of covering materials for different products grown in greenhouses.

References

- Altındaş, M. (1993). Research on the effects and economic analysis of different types of cover and shading materials on greenhouse cultivation and air conditioning in the regions within the Mediterranean climate zone (Izmir and its surroundings). Master's thesis. Ege University, Institute of Science, Bornova, Izmir, 146 p.
- Baudoin, W.O. & Zabeltitz, C. (2002). Greenhouse Constructions For Small Scale Farmers in Tropical Regions. *Acta Horticulturae*, 578: 171-179.
- Baytorun, A.N. (1995). Greenhouses. Çukurova University Faculty of Agriculture Publication 29, Adana, 402p.
- Baytorun, A.N. (2016). Comparison of Fossil and Geothermal Energy Sources Used in Heating Greenhouses. *Turkish Journal of Agriculture Food Science and Technology*, 4, 832-839.
- Emekli, N.Y. 2014. The Effect of Time-Dependent Changes in Some Physical and Mechanical Properties of Polyethylene Covers Used as Greenhouse Covering Material in Antalya Conditions and Radiation Permeability on Plant Growth. PhD Thesis. Department of Agricultural Structures and Irrigation, Antalya, 146 p.
- Günay, A. (1985). Covering Materials Used in Greenhouses and Their Comparison. Proceedings of the Turkish Greenhouse Symposium, 1985/2, Ankara, 33-46.
- Montero, J.I. & Anton, A. (2003). Greenhouse Characteristics and Microclimatic Conditions. *Acta Horticulturae*, 614: 323-333.
- Öztürk, H. (2008). Greenhouse Air Conditioning Technique. Hasad Publishing, Istanbul.
- Seginer, I. (1980). Optimizing Greenhouse Operation for Best Aerial Environment. ISHS Acta Horticulturae 106: Symposium on Computers in Greenhouse Climate Control, pp.169-178., Wageningen, Netherlands,
- Turkish Statistical Institute (TUIK) (2025). Turkey's Plant Production Statistics, Greenhouse Agriculture. Access Address (05.01.2025): biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr.
- Zabeltitz, C. (1992). Technologies For Climate Control in Greenhouses. Expert Consultation Workshop on Greenhouses in the Antalya Region, pp. 10-22, 13-17 January, Antalya.
- Zhan L., Ren., F., Zhang, Q., Chen, Y., Wang, B. & Jiang, J. (2008). The TEAD/TEF family of transcription factor Scalloped mediates Hippo signaling in organ size control. *Developmental Cell*, 14, 377-387.

DECOMPRESSION SURGERY FOR INTERVERTEBRAL DISC HERNIA IN CATS AND DOGS

Araş. Gör. Dr. Tolga Meriç DÜMBEK (ORCID: 0000-0003-1734-3491)
Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Milas Veterinary Medicine, Department of
Surgery, Muğla-Türkiye, **Email:** tolgamericdumbek@mu.edu.tr (Responsible Author)

Doç. Dr. Zeynep BOZKAN ÜNAL (ORCID: 0000-0004-4233-6496)
Adnan Menderes University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery, Aydın-
Türkiye, **Email:** zbozkan@adu.edu.tr

Abstract

One of the most prevalent neurological conditions in dogs and cats is intervertebral disc herniation (IDH), which is the herniation of disc material between vertebrae into the medulla spinalis. It can affect animals of any age, but it is most commonly observed in obese and elderly animals. Paresis, paralysis, muscle weakness, and pain are the primary clinical symptoms. One of the best ways to treat IDH is with decompression surgery. Reducing the pressure that the herniated disc material is putting on the spinal cord is the goal of surgery. This helps restore motor function and relieve pain. The most common surgical procedures are hemilaminectomy and mini-hemilaminectomy, which were developed from dorsal laminectomy; ventral slot operations, which are particularly preferred for the cervical region; and dorsal laminectomy, which is commonly used in the lumbar and thoracic regions. Moreover, disc fenestration procedures are performed for preventative as well as therapeutic purposes. Which surgical technique is used depends on the size, location, and type of the herniation. A ventral slot operation involves direct removal of the disc material after approaching the vertebra ventrally. Dorsal approaches involve the removal of all or part of the dorsal or lateral walls of the vertebral canal to reduce the stress on the spinal cord. In dorsal laminectomy, the dorsal roof of the vertebral canal is removed, whereas hemilaminectomy aims to remove the lateral wall of the vertebral canal. Mini-hemilaminectomy reduces the pressure on the spinal cord by partially removing the lateral wall of the vertebral canal. Disc fenestration procedures involve removing part of the disc material for both protective and therapeutic purposes. Each surgical procedure has its own advantages and disadvantages. When planning decompression surgery, an approach tailored to the specific animal should be performed, and intervention should occur as early.

Keywords: Pain, laminectomy, neurology, paralysis, spinal.

KEDİ VE KÖPEKLERDE İNTERVERTEBRAL DİSK FITIKLARINDA DEKOMPRESYON CERRAHİSİ

Özet

Vertebralar arasında bulunan disk materyalinin medulla spinalis içerisine fıtıklaşmasını ifade eden İntervertebral Disk Fıtıkları (IDF), kedi ve köpeklerde sık karşılaşılan nörolojik problemlerden bir tanesidir. Özellikle yaşlı ve obez hayvanlarda yaygın görülen bir problem olmasına rağmen her yaş gurubundaki hayvanlarda ortaya çıkabilmektedir. Başlıca klinik semptomları, ağrı, kas güçsüzlüğü, parezi veya paralizdir. Dekompresyon cerrahisi, IDF tedavisinde en etkili yöntemlerden bir tanesidir. Cerrahinin amacı, fıtıklaşan disk materyalinin spinal kord üzerine yaptığı basıyı azaltmaktır. Böylece ağrının giderilmesi ve motor fonksiyonların geri kazanılması hedeflenmektedir. Cerrahi yöntemler arasında en yaygın olanları; özellikle servikal bölgede tercih edilen ventral slot operasyonları, torakal ve lumbal bölgelerde sık tercih edilen dorsal laminektomi ve dorsal laminektomiden esinlenilerek ortaya çıkan hemilaminektomi ve mini-hemilaminektomi operasyonlarıdır. Bunlar dışında IDF durumlarında koruyucu ve tedavi edici amaçlarla disk fenestrasyonları da gerçekleştirilmektedir. Hangi cerrahi prosedürün uygulanacağı fıtığın tipi, yeri ve büyüklüğüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ventral slot operasyonu vertebraya ventralden yaklaşımı takiben doğrudan disk materyalinin uzaklaştırılmasını ifade etmektedir. Dorsal yaklaşımlar ise vertebral kanalın dorsal veya lateral duvarlarının tamamının veya bir kısmının uzaklaştırılarak spinal kord üzerinde oluşan stresin azaltılmasını ifade eder. Dorsal laminektomi operasyonu ile vertebral kanalın dorsal çatısı uzaklaştırılırken, hemilaminektomi operasyonu ile vertebral kanalın lateral duvarının uzaklaştırılması hedeflenmektedir. Mini-hemilaminektomi operasyonu ise vertebral kanalın lateral duvarının kısmi olarak uzaklaştırılması ile spinal kord üzerine binen basıncın azaltılmasını amaçlar. Disk fenestrasyonu operasyonları ise gerek koruyucu gerekse tedavi edici amaçlar ile disk materyalinin bir bölümünün uzaklaştırılmasını ifade etmektedir. Her operasyon prosedürünün kendine özgü avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Dekompresyon cerrahisi planlanırken hastaya özgü yaklaşım gerçekleştirilmeli ve mümkün olan en erken dönemde müdahale edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Ağrı, laminektomi, nöroloji, paraliz, spinal.

Introduction

Intervertebral disc disease or intervertebral disc herniation refers to the degeneration of the disc material between vertebrae, specifically in the nucleus pulposus (Hansen type I) or annulus fibrosus (Hansen type II) regions, and the clinical consequences associated with this degeneration. Furthermore, type I degeneration is also known as chondroid degeneration, while type II degeneration is referred to as fibroid degeneration (Fossum, 2019; Jeffery et al., 2013). In Hansen type I, the normally gelatinous nucleus pulposus loses its water retention capacity, its glycosaminoglycan components are degraded, and it becomes calcified. With the weakening of the dorsal part of the annulus fibrosus, the calcified nucleus pulposus herniates into the vertebral canal. Hansen type II herniations, on the other hand, refer to the degeneration of the dorsal portion of the annulus fibrosus over time, leading to herniation into the vertebral canal. These two types of herniations can occur simultaneously. However, in general, Hansen type I herniations tend to form following acute cases (due to impact or trauma), while Hansen type II herniations exhibit a chronic course due to degenerative changes over time (Rossmeisl et al., 2013; Shores & Brisson, 2023).

Hansen type I herniations are particularly common in small, chondrodystrophic breeds (Dachshund, Beagle, Basset Hound, Shih Tzu, Pekingese, etc.), while Hansen type II herniations are generally observed in large non-chondrodystrophic breeds (Jeffery et al., 2013; Shores & Brisson, 2023). Intervertebral disc disease is more common in dogs than in cats (Amey et al., 2024).

Neurodiagnostic procedures include radiography, contrast radiography, ultrasonography, computed tomography, magnetic resonance imaging, electrodiagnostic procedures, cerebrospinal fluid examination, stereotactic brain biopsy, and nerve muscle biopsy (Fossum, 2019). Contrast radiographs have lost popularity over time in spinal pathology and have been largely replaced by magnetic resonance imaging (MRI) (Jeffery et al., 2013). Therefore, it is essential to carefully examine MRI images before planning neurological surgery (da Costa et al., 2020).

Decompression surgeries are procedures performed to remove herniated disc material from the spinal canal and relieve pressure on the spinal cord (Shores & Brisson, 2023). The ventral slot surgery involves creating a bone defect in the ventral corpus of the affected vertebrae through a ventral approach and removing part of the disc material in between. Dorsal laminectomy involves accessing the dorsal portion of the spinal cord and removing the bony roof in that area. Dorsal laminectomy allows access to the entire dorsal roof. Hemilaminectomy refers to the removal of the dorsal roof on one side (unilateral) (Downes et al., 2009; Platt, 2010). The mini-hemilaminectomy (pediclectomy) procedure refers to the unilateral removal of the pedicular parts of the vertebrae. Intervertebral disc fenestration refers to creating a defect in the annulus fibrosus down to the level of the nucleus pulposus (Shores & Brisson, 2017).

Indications for surgical treatment in intervertebral disc herniations include persistent pain, muscle spasms or paresis, and especially significant neurological deficits after prolonged unsuccessful conservative treatment (proprioceptive deficits, ataxia, tetraparesis) (Monchoux et al., 2017; Rossmeisl et al., 2013). Cases where extruded disc material is visible in the spinal canal on imaging are also candidates for surgical treatment (Shores & Brisson, 2023). However, particularly in cases of Hansen type I herniation, the decision to operate should be based on the patient and the severity of the disease. In patients with long-standing disc herniation, the herniated disc material may become firmly adhered to the spinal cord. In such cases, removing the herniated disc material can be difficult and risky. Therefore, in patients with long-standing

herniation, surgeries performed from the dorsal region are preferred over ventral slot surgeries (Tobias & Johnston, 2012).

Preoperative Preparations

The preparations made during the preoperative period depend on the case and the specific situation. However, in cases where instability is suspected, the patient's movements must be strictly restricted, and external support materials should be used to ensure immobility. During this period, any procedure performed (e.g., radiography, magnetic resonance imaging, shaving, disinfection, etc.) should be done while ensuring the immobility of the patient. It is especially crucial to focus on the stabilization of the patient after the anesthesia. Sudden movements of the patient while under anesthesia can result in death (Fossum, 2019).

Another important consideration during the preoperative period is pain management. Since pain is one of the main clinical symptoms, effective pain management must be provided in patients with spinal region lesions. For this purpose, glucocorticoids such as prednisone, opioid agents like fentanyl, and calcium channel blocker agents like gabapentin or pregabalin can be used. In the past, high doses of glucocorticoids were used in patients with spinal region lesions, but this method of pain management is no longer recommended today (Levine et al., 2007).

Additionally, potential risks such as hypotension, blood loss, cardiac arrhythmias, and respiratory risks should be considered during the preoperative period. During the surgery, severe blood loss can occur, especially as a result of bleeding in the venous sinuses; therefore, blood should be prepared for transfusion during the preoperative period (Fingeroth & Thomas, 2015). Similarly, fluid support and positive inotropic agents should be readily available to counteract the risk of hypotension (which may occur due to severe blood loss and loss of sympathetic tone). In particular, bradycardia may develop due to vagus nerve stimulation during a ventral approach. For this reason, anticholinergic drugs (atropine and glycopyrrolate) should be readily available (Bruniges & Rioja, 2019).

To maintain the patient's position during the surgery, tightly securing the patient to the operating table (by tightly bandaging) may result in respiratory suppression. Therefore, it is now recommended to use "V"-shaped patient beds or towels placed on the lateral sides of the patient, rather than tightly bandaging the patient to the table (Fossum, 2019). However, it should be remembered that respiration may be affected during the surgery, and spontaneous respiration may even cease. For this reason, positive pressure ventilation should be readily available. Additionally, during ventral surgeries performed in the cervical region, the trachea must be laterally displaced. To prevent damage to the trachea, the endotracheal tube should be extended beyond the thoracic inlet, which will reduce the risk of tracheal injury (Shores & Brisson, 2017).

Ventral Slot

The main purpose of the ventral slot surgery is to create a ventral defect in order to remove the disc material located in the ventral area. Additionally, implants can be placed in the bone regions for stabilization after ventral slot surgeries (Böttcher et al., 2013).

For ventral slot surgeries, the preparation of the cervical region extends from the mid-ventral surface of the mandible to at least 2 cm caudally from the manubrium and is determined by an imaginary line drawn from the wings of the atlas to the shoulder point on both sides. During this process, placing sandbags or towels under the neck will facilitate neck extension and help widen the intervertebral space (Fingeroth & Thomas, 2015).

In the ventral slot surgery, parts of the vertebral corpus and intervertebral disc material are

removed (Rossmeisl et al., 2013). This removal procedure is carried out with the help of a burr. The process begins by removing the outer cortical bone, followed by the inner spongy bone. Next, the inner cortical bone tissue is removed to gain access to the spinal cord. It is crucial to be cautious when transitioning between bone sections. During the removal of spongy bone, bleeding should be controlled, and when approaching the inner cortical bone, the defect must be carefully managed. Using a rongeur during the removal of the inner cortical bone will reduce the potential risk to the spinal cord (Shores & Brisson, 2023).

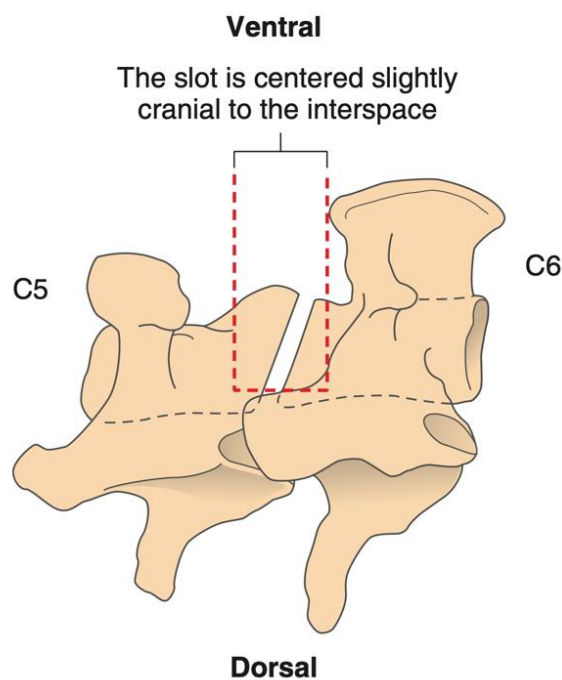


Figure 1. Cranial and caudal extent of the ventral slot defect based on the caudal-to-cranial angle of the intervertebral space (Fossum, 2019).

When creating the slot area, more than one-third of the length and width of the vertebrae should not be removed (Figure 1). Additionally, it is important to remain consistently along the midline for an appropriately positioned slot area. Therefore, proper positioning of the patient before the surgery is essential. Furthermore, during the procedure, the burr should always be held perpendicular to the vertebra (Fossum, 2019).

Dorsal Laminectomy

Dorsal approaches are among the most commonly used surgical techniques in veterinary spinal surgery. These methods provide access to the dorsal, lateral and ventrolateral sides of the spinal canal. Through the dorsal approach, procedures such as dorsal laminectomy, hemilaminectomy, and mini-hemilaminectomy are performed in patients. This approach is often preferred during the removal of compressive masses and the use of stabilization implants. The dorsal approach to the vertebrae is especially considered a standard treatment for the removal of herniated disc material in the thoracic and lumbar regions (Taylor-Brown et al., 2015).

The dorsal laminectomy procedure provides access to the dorsal and lateral portions of the vertebral canal. The bone sections to be removed can vary depending on the case and the amount

of herniated intervertebral disc. Several techniques have been described for dorsal laminectomy. The most commonly used techniques are Funkquist A, Funkquist B and the modified dorsal laminectomy, which is a combination of both (Forterre et al., 2007).

The Funkquist A technique involves the removal of the spinous process, laminae, articular processes, and parts of the pedicles. In the Funkquist B technique, the articular processes and pedicles are left intact, but the spinous process and laminae are removed. In the modified dorsal laminectomy, the spinous process, laminae, and accessory processes are removed, but the articular processes are preserved (Figure 2) (Tobias & Johnston, 2012).

Post-operative stabilization issues depend on the surgical technique used. The risk of instability after the Funkquist A technique is higher compared to the Funkquist B technique. For this reason, stabilization techniques are recommended after performing the surgery on multiple vertebrae simultaneously (Platt, 2010).

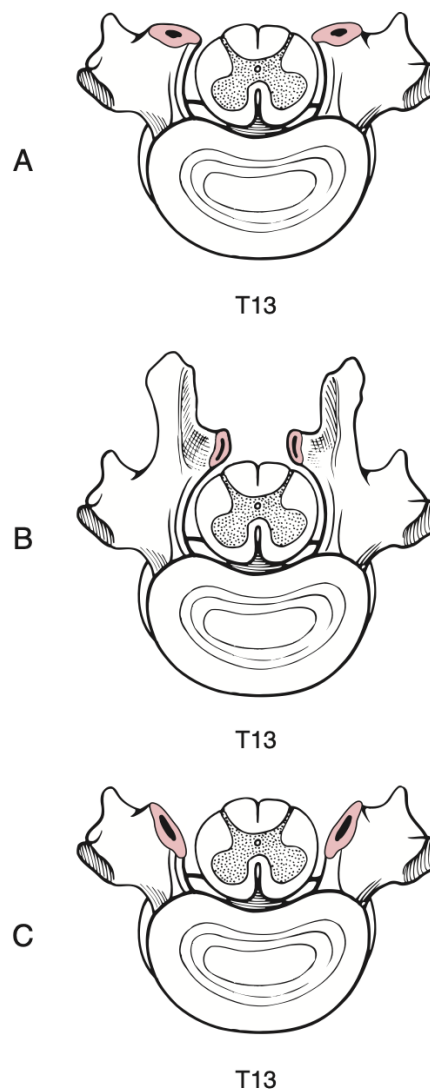


Figure 2. (A) Funkquist type A (B) Funkquest type B (C) modified (combination) dorsal laminectomy (Tobias & Johnston, 2012).

Dorsal laminectomy can be performed along the entire length of the vertebral column and

requires a median line incision. Once the target area is accessed, the spinous processes are removed using rongeurs. Then, high-speed burrs are used to remove the remaining bone tissue. Similar to ventral slot surgery, cortical and spongy bone tissues are removed using burrs. However, unlike ventral slot surgeries, the amount of spongy bone in the dorsal region is generally lower, so care should be taken during burr usage (Fossum, 2019).

One disadvantage of dorsal laminectomy is the limited ventral access. The dorsal approach restricts access to the ventral part of the spinal canal. Therefore, when ventral access is necessary, it is recommended to convert the procedure into a dorso-lateral hemilaminectomy (Platt, 2010).

Hemilaminectomy

Hemilaminectomy involves the removal of parts of the articular processes and pedicles of adjacent vertebrae. A dorsolateral or lateral approach is typically used for hemilaminectomy. The dorsolateral (oblique) approach is often preferred as it provides better visualization. When performing the dorsolateral approach, placing sandbags or towels under the abdomen helps to widen the intervertebral space and facilitates the surgery (Hankin et al., 2012).

High-speed burrs are used for the hemilaminectomy procedure, similar to ventral slot and dorsal laminectomy surgeries. Studies also indicate that rongeurs can be used in small breed dogs and cats. Hemilaminectomy can extend from one vertebra cranially to one vertebra caudally. However, it is crucial to consider the depth of the defect. The defect should extend to the base of the spinal canal for optimal decompression and surgical success (Fingerroth & Thomas, 2015).

Mini-Hemilaminectomy

Mini-hemilaminectomy, also known as pediculectomy, involves removing parts of the pedicles of adjacent vertebrae without affecting the articular processes. In typical mini-hemilaminectomy procedures, the accessory processes are preserved, although there are studies suggesting the removal of accessory processes (Figure 3). Specifically, the removal of accessory processes in dogs can lead to stabilization issues (Tobias & Johnston, 2012).

The mini-hemilaminectomy procedure provides access to the ventrolateral surface of the spinal canal, allowing for easier access to ventrally or laterally herniated disc material. This approach also reduces the risk of spinal cord damage. While the visualization of the area in mini-hemilaminectomy is more restricted compared to hemilaminectomy, a proper approach can still provide a sufficient window to remove disc material. Additionally, by preserving the articular processes, the risk of stabilization disorders is reduced (Shores & Brisson, 2023).

Another advantage of beginning dorsal decompression surgery with mini-hemilaminectomy is that it can easily be converted into hemilaminectomy or dorsal laminectomy procedures. Furthermore, mini-hemilaminectomy can be performed over the length of several vertebrae without stabilization risks (Shores & Brisson, 2017).

Mini-hemilaminectomy can be performed using a lateral or dorsolateral approach. The area between the caudal border of the scapula and the wing of the ilium is shaved bilaterally. The patient is positioned laterally (with legs facing the surgeon) for the lateral approach, or sternal or oblique for the dorsolateral approach (Kikuchi et al., 2024).

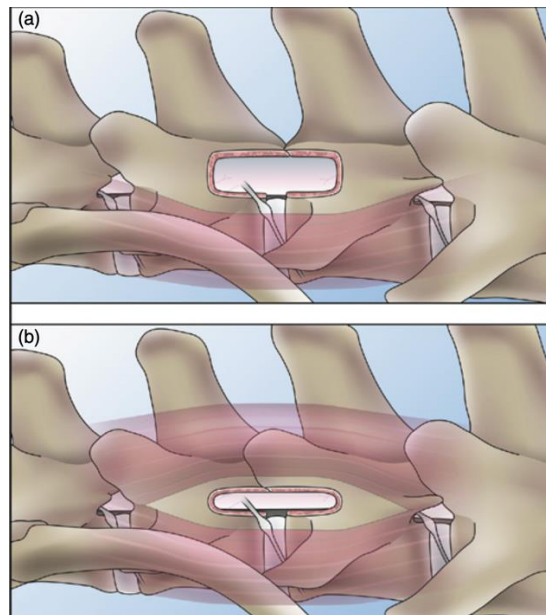


Figure 3. Illustrations depicting the approach and bony defect of (A) hemilaminectomy, (B) mini-hemilaminectomy or pediclectomy (Shores & Brisson, 2023).

In the lateral and oblique position, the front limbs are fixed cranially, while the hind limbs are fixed caudally. A small towel is placed under the patient at the level of the lesion. This procedure facilitates the operation by allowing the vertebra to elevate and the disk space to open. Sufficient access for disk fenestration can be provided in both mini-hemilaminectomy and hemilaminectomy procedures. However, since the operation area is close to venous plexuses, care should be taken, and preparation for potential bleeding should be made (Fossum, 2019).

Removal of Disk Material

When removing herniated disk material, a blunt probe (scalpel or hook) should be used to avoid damaging the spinal cord and to prevent bleeding. Contact and manipulation of the spinal cord should be avoided, and any developing hemorrhages must be controlled. As much disk material as possible should be removed. The removal should be done by sweeping the disk material behind and not by pushing it. In cases where there are adhesions in the herniated disk material, fine-tipped scissors (No: 11) should be used to carefully separate the adhesions (Shores & Brisson, 2023).

In chronic cases, the herniated disk material may be adhered to the venous sinus, nerve root, or vascular bundle, and significant bleeding may occur during the removal process. To achieve hemostasis, gelatin sponges can be applied to the bleeding area using a blunt-tipped scalpel. These sponges can be left in place or removed before closure. However, leaving the gelatin sponge in place can cause pressure on the spinal cord. Additionally, the presence of clots or the failure to fully stop bleeding in the area can also lead to pressure on the spinal cord (Fingerroth & Thomas, 2015).

In some cases, the spinal cord may be displaced, and as a result, the herniated disk material may not be visible. In such cases, the operation area should be extended, or a contralateral approach should be considered. To avoid more invasive situations during the operation, the surgical area should be well planned (preoperative images should be carefully reviewed). When closing the

area after the operation, fat grafts or gelatin sponges can be placed so that they do not contact the spinal cord. However, after mini-hemilaminectomy procedures, grafts are generally not required.

Disk Fenestration

Disk fenestration is recommended to prevent the postoperative herniation of disk material. There are studies that report the recurrence of herniated disk material in the postoperative period. Additionally, disk fenestrations can be performed in adjacent intervertebral spaces for protective purposes. Protective disk fenestrations are recommended in patients with mineralized disks and those at risk of recurrence (Jeffery et al., 2013).

Disk fenestration procedures can be performed with a scalpel or a drill. A window is created over the annulus fibrosus, and a portion of the nucleus pulposus material inside is removed. At this stage, it is not sufficient to only remove a part of the annulus fibrosus. The removed annulus fibrosus is quickly repaired in a fibrous manner and may lead to further herniations. Therefore, the success of the fenestration operation depends on the amount of nucleus pulposus removed (Platt, 2010; Shores & Brisson, 2017).

References

- Amey, J. A., Liatis, T., Cherubini, G. B., De Decker, S., & Foreman, M. H. (2024). Outcomes of surgically and conservatively managed thoracolumbar and lumbosacral intervertebral disc herniations in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 38(1), 247–257. <https://doi.org/10.1111/jvim.16950>
- Böttcher, P., Böttcher, I. C., Truar, K., Ludewig, E., Oechtering, G., & Flegel, T. (2013). Effect of Ventral Slot Procedure on Spinal Cord Compression in Dogs with Single Static Intervertebral Disc Disease: Preliminary Findings while Evaluating a Semiquantitative Computed Tomographic Myelographic Score of Spinal Cord Compression. *Veterinary Surgery*, 42(4), 383–391. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2012.01067.x>
- Bruniges, N., & Rioja, E. (2019). Intraoperative anaesthetic complications in dogs undergoing general anaesthesia for thoracolumbar hemilaminectomy: a retrospective analysis. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 46(6), 720–728. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2019.05.013>
- da Costa, R. C., De Decker, S., Lewis, M. J., & Volk, H. (2020). Diagnostic Imaging in Intervertebral Disc Disease. *Frontiers in Veterinary Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.588338>
- Downes, C. J., Gemmill, T. J., Gibbons, S. E., & McKee, W. M. (2009). Hemilaminectomy and vertebral stabilisation for the treatment of thoracolumbar disc protrusion in 28 dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 50(10), 525–535. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2009.00808.x>
- Fingerroth, J. M., & Thomas, W. B. (Eds.). (2015). *Advances in Intervertebral Disc Disease in Dogs and Cats* (1st ed., Vol. 1). Wiley Blackwell.
- Forterre, F., Spreng, D., Rytz, U., Jaggy, A., & Schawalder, P. (2007). Thoracolumbar Dorsolateral Laminectomy with Osteotomy of the Spinous Process in Fourteen Dogs. *Veterinary Surgery*, 36(5), 458–463. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2007.00292.x>
- Fossum, T. (2019). *Small Animal Surgery* (5th ed., Vol. 1). Elsevier.
- Hankin, E. J., Jerram, R. M., Walker, A. M., King, M. D., & Warman, C. G. A. (2012). Transarticular Facet Screw Stabilization and Dorsal Laminectomy in 26 Dogs with Degenerative Lumbosacral Stenosis with Instability. *Veterinary Surgery*, 41(5), 611–619. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2012.01002.x>
- Jeffery, N. D., Levine, J. M., Olby, N. J., & Stein, V. M. (2013). Intervertebral Disk Degeneration in Dogs: Consequences, Diagnosis, Treatment, and Future Directions. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 27(6), 1318–1333. <https://doi.org/10.1111/jvim.12183>
- Kikuchi, Y., Shimada, M., Takahashi, F., Yamaguchi, S., & Hara, Y. (2024). Finite element analysis shows minimal stability difference between individualized mini-hemilaminectomy–corpectomy and partial lateral corpectomy in a dog model. *American Journal of Veterinary Research*, 85(12). <https://doi.org/10.2460/ajvr.24.08.0244>
- Levine, J. M., Levine, G. J., Johnson, S. I., Kerwin, S. C., Hettlich, B. F., & Fosgate, G. T. (2007). Evaluation of the Success of Medical Management for Presumptive Thoracolumbar Intervertebral Disk Herniation in Dogs. *Veterinary Surgery*, 36(5), 482–491. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2007.00295.x>
- Monchaux, M., Forterre, S., Spreng, D., Karol, A., Forterre, F., & Wuertz-Kozak, K. (2017). Inflammatory Processes Associated with Canine Intervertebral Disc Herniation. *Frontiers in Immunology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.01681>

- Platt, S. R. (Ed.). (2010). *Small Animal Neurology* (1st ed., Vol. 1). schlütersche.
- Rossmeisl, J. H., White, C., Pancotto, T. E., Bays, A., & Henao-Guerrero, P. N. (2013). Acute adverse events associated with ventral slot decompression in 546 dogs with cervical intervertebral disc disease. *Veterinary Surgery*, 42(7), 795–806. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2013.12039.x>
- Shores, A., & Brisson, B. A. (Eds.). (2017). *Current Techniques in Canine and Feline Neurosurgery* (1st ed., Vol. 1). Wiley Blackwell.
- Shores, A., & Brisson, B. A. (Eds.). (2023). *Advanced Techniques in Canine and Feline Neurosurgery* (1st ed., Vol. 1). Wiley Blackwell.
- Taylor-Brown, F. E., Cardy, T. J. A., Liebel, F. X., Garosi, L., Kenny, P. J., Volk, H. A., & De Decker, S. (2015). Risk factors for early post-operative neurological deterioration in dogs undergoing a cervical dorsal laminectomy or hemilaminectomy: 100 cases (2002–2014). *The Veterinary Journal*, 206(3), 327–331. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.10.010>
- Tobias, K. M., & Johnston, S. A. (Eds.). (2012). *Veterinary Surgery Small Animal* (1st ed., Vol. 1). Elsevier.

SOME METHODS FOR COLLECTING IMMATURE OOCYTES IN IN VITRO EMBRYO PRODUCTION IN CATTLE

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YILDIZ (ORCID: 0000-0001-5523-7433)

Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Obstetrics and Gynecology, Van – Türkiye, **Email:** mehmetyildiz@yyu.edu.tr (Responsible Author)

Abstract

Successful in vitro embryo production depends on the collection of high-quality oocytes. Immature oocytes can be obtained through various techniques, including follicular aspiration, ovarian slicing, dissection, or transillumination methods.

Aspiration is the most commonly used technique for collecting oocytes from abattoir-derived ovaries. This method, performed using a vacuum pump and appropriately sized needles, is preferred due to its practicality. However, the quality and quantity of collected oocytes vary depending on the aspiration pressure. The dissection method allows for the retrieval of high-quality oocytes by preserving the cumulus cells, which are tightly connected to the follicular wall. The ovarian slicing technique is particularly effective for collecting oocytes from large follicles and increases oocyte yield when combined with aspiration. Additionally, the transillumination aspiration technique enhances the visibility of follicles by illuminating the ovarian cortex, significantly improving oocyte recovery efficiency.

This review aims to evaluate the advantages and limitations of different oocyte collection methods and contribute to the identification of the most suitable techniques for in vitro embryo production.

Keywords: Aspiration, slicing, dissection, oocyte, transillumination

İNEKLERDE İN VİTRO EMBRİYO ÜRETİMİNDE BAZI İMMATÜR OOSİT ELDE ETME YÖNTEMLERİ

Özet

İn vitro embriyo üretiminde başarılı sonuçlar elde edebilmek için kaliteli oositlerin toplanması büyük önem taşımaktadır. Bu süreçte immatür oositler çeşitli yöntemlerle elde edilebilmektedir. Oositlerin toplanması genellikle foliküllerin aspirasyonu, ovaryumun dilimlenmesi, diseksiyon veya transillüminasyon teknikleri ile gerçekleştirilmektedir.

Aspirasyon yöntemi, mezbahadan elde edilen ovaryumlardan oosit toplamada en yaygın kullanılan tekniktir. Vakum pompası ve uygun çaplı iğneler kullanılarak gerçekleştirilen bu yöntem, pratik olması nedeniyle tercih edilmekle birlikte, toplanan oositlerin kalitesi ve miktarı aspirasyon basıncına bağlı olarak değişmektedir. Diseksiyon yöntemi ise folikül duvarı ile sıkı bağlantılı olan kumulus hücrelerini koruyarak yüksek kaliteli oositlerin elde edilmesine olanak tanımaktadır. Ovaryum dilimleme tekniği, özellikle büyük çaplı foliküllerde bulunan oositlerin verimli bir şekilde toplanmasını sağlamakta ve aspirasyon yöntemi ile birlikte kullanıldığında oosit verimini artırmaktadır. Ayrıca, transillüminasyon aspirasyon tekniği ile ovaryumun korteks bölgesine ışık verilerek foliküllerin daha net görüntülenmesi sağlanmakta ve oosit toplama verimi önemli ölçüde artırılmaktadır.

Bu derleme, farklı oosit toplama yöntemlerinin avantajlarını ve sınırlamalarını ele alarak in vitro embriyo üretimi için en uygun tekniklerin belirlenmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Aspirasyon, dilimleme, diseksiyon, oosit, transillumination

GİRİŞ

In vitro embriyo üretimi ile yüksek genetik özelliklere sahip hayvanlar in vitro olarak üretilmektedir (Ferré ve ark., 2019 ; Galli ve ark., 2003). In vitro embriyo üretimin ilk basamağını ise in vitro oosit elde etme oluşturmaktadır. Oosit toplanması genellikle foliküllerin izolasyonu, diseksiyonu, foliküllerin aspirasyonu, ovaryumun dilimlenmesi veya oviduktal yıkama ile gerçekleştirilmektedir (Gordon, 2003). Ovaryumların matur veya immatur olarak elde edilmesi embriyo üretimi için başarı oranını olumlu veya olumsuz etkileyebilmektedir. Uterusun yıkanmasıyla (flushing) in vivo matur oosit elde edilebilmektedir (Bavister ve ark., 1992). Bu yöntemin kullanılması sınırlı sayıda oosit toplanmasına olanak sağladığı için yeni yöntemler geliştirilmiştir. Böylece ultrason rehberliğinde laparoskopik ve transvaginal yöntemle canlı hayvanların ovaryumlarının üzerindeki foliküllerden oosit elde edilmiştir (Ferré ve ark., 2022).

İki yöntemin de maliyetli olması alet ekipman ve tecrübe gereksinimi nedeniyle, immatur oositlerin elde edilmesi amacıyla genellikle mezbaha materyali kullanılmaktadır (Truonson, 1992). Mezbahada toplanan ovaryumlar üzerinde büyüklüğü 2 mm çapından küçük foliküllerde bulunan oositler mitoz bölünme yeteneğini kazanmadıkları için, 6 mm çapından büyük foliküllerin ise atrezi dalgası görünümünde veya matur hale gelme oranı düşük olduğu için bu foliküllerde bulunan oositler maturasyon için tercih edilmemektedir. Oositler genellikle çapları 2-6 mm arasında bulunan foliküllerden toplanmaktadır (Sirard ve Blondin, 1996). Mezbahanedeki günlük kesilen ineklerin ovaryumları toplandıktan sonra; aspirasyon, ovaryum dilimleme ve diseksiyon gibi yöntemler kullanılarak in vitro ortamda oosit elde edilebilmektedir (Duran, 2000).

1. Ovum Pick Up

Folikül aspirasyonu ile transvajinal ultrason rehberliğinde oosit toplama işlemine (Ovum Pick Up – OPU) denilmektedir. OPU tekniği in vitro embriyo üretimin artması ile birlikte, dünya çapında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Ferré ve ark., 2022). Bu teknik ile açıkta bekleyen inekler, yaşlı, hasta veya kaza geçirmiş inekler, prepubertal düveler gibi farklı fizyolojik durumdaki hayvanlardan oosit veya embriyo elde edilebilmektedir (Faber ve ark., 2003; Ferré ve ark., 2022; Galli ve ark., 2003 ; Hansen, 2006). Ovaryum üzerinde bulunan folikül sayısına bağlı olarak toplanan oosit sayısı değişkenlik gösterebilmektedir. Ayrıca toplanabilen oosit sayısı, cins, donör yaşı, vücut kondüsyon skoru, enerji dengesi, antral folikül sayısı, reproduktif geçmiş, senkronizasyon ve süperovulasyon protokol performansı, operatör eğitimi/becerileri vb. faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Bols ve Stout, 2018; Boni, 2012; De Roover ve ark., 2008; Hasler ve Barfield, 2021; Layek ve ark., 2022; Lopes ve ark., 2006).

2. Aspirasyon Yöntemi ile İmmatur Oosit Toplanması

Mezbahadan toplanan sığır ovaryumlarından oositlerinin elde edilmesinde aspirasyon tekniği en sık kullanılan yöntemdir. Bu yöntem pipet, enjektör (3–20 ml), iğne (18 veya 21 G) ve 50-100 mmHg basınçta çalıştırılan ters vakum pompası gibi çeşitli aletler yardımı ile yapılmaktadır. Oosit toplanmasında iğne çapı ve aspirasyon basıncının sığır oositlerinin morfolojisi ve gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir (Gordon, 2003). Yapılan çalışmalar 18, 19 ve 21 G'lik iğnelere değişik seviyede (50, 70, 90, 110, 130 mmHg) aspirasyon basıncı incelenmiştir. En fazla oosit 18 G çapa sahip iğne ve en yüksek aspirasyon basıncıyla toplandığı bildirilmektedir (Bols ve ark., 1996). Denemeler sonucunda, ovaryumlardan primer oositlerin en kolay ve en başarılı şekilde aspirasyonu için, 55 mmHg'lık vakum basıncında 17 G'lik tek

lumenli bir iğne kullanılarak gerçekleştirildiği bildirilmektedir (Gordon, 2003). Kullanılan vakum pompasının basıncı 50 mmHg'den fazla olması oositlerin etrafında bulunan kumulus hücrelerinin hasar görmesine ve kalitesinin düşmesine neden olabilmektedir (Ward ve ark., 1999).

Aspirasyon yöntemi yaygın bir şekilde kullanılmasına rağmen ovaryum üzerinde bulunan foliküllerin %30-60 kadarından oosit toplanabilmektedir. Dolayısıyla aspirasyon yöntemi ovaryum dilimleme ve diseksiyon yöntemleriyle birlikte kullanılarak ovaryumdan toplanan oosit sayısı artırılabilir. Bu yöntemle toplanan oositlerde ortalama %43 kadarı morfolojik açıdan normal yapıda bulunmaktadır. Ayrıca bu yöntem ile elde edilen kullanılabilir oosit sayısının ovaryum başına ortalama 5-8 adet olduğu bildirilmektedir. Aspirasyon yöntemi çok sayıda ovaryum işlenmesine olanak sağladığı için ve pratik olması bakımıyla oldukça sık tercih edilen bir yöntemdir. İşlenecek ovaryum sayısı fazla ise aspirasyon yöntemi tercih edilmelidir. Ancak oosit kalitesinin önemli olduğu çalışmalarda ise diseksiyon yöntemi önerilmektedir (Çetin, 2004; Gordon, 2003). Son yıllarda yapılan çalışmalarda aspirasyon yöntemiyle oosit toplama sıklıkla kullanılmaktadır (Yıldız, 2022)

2. Diseksiyon Yöntemi ile İmmatur Oosit Toplanması

Ovaryum diseksiyon tekniği daha çok 1980'li yıllarda koyunlarda kullanılmıştır. Yapılan sonraki çalışmalar ile sığır ovaryumlarından da morfolojik olarak kaliteli oositlerin toplanmasında kullanılabilmesi tespit edilmiştir. Foliküllerin diseksiyonundan sonra ovaryumları parçalayarak oositlerin toplanması yöntemidir. Dilimleme yöntemi ile oosit toplanmasında temel amaç oositi çevreleyen kumulus hücrelerinin zarar görmeden toplanmasıdır. Oosit etrafında bulunan kumulus hücrelerinin folikül duvarıyla olan sıkı bağlantısından dolayı diseksiyon yöntemi ile toplanmalıdır. Çünkü kumulus hücreleri ile folikül duvarı arasındaki bağlantının güçlü olması aspirasyon yöntemi ile toplanmaya izin vermemektedir. Diseksiyon yöntemi ile atretik ve atretik olmayan foliküller tespit edilebilmektedir. Atretik foliküllerde görüntü donuk gri renkli, zayıf damarlaşma şeklindeyken, atretik olmayan foliküllerde ise görüntü homojen, saydam ve açık renkli, iyi bir damarlaşma ve stratum granuloza tabakası düzenli şekildedir (Çetin, 2004; Gordon, 2003; Koçyiğit, 2014).

3. Ovaryum Dilimleme Yöntemi ile İmmatur Oosit Toplanması

Dilimleme tekniği direkt ovaryumlara uygulanabilirken aspirasyon sonrasında da uygulanabilmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda dilimleme yöntemiyle toplanan oosit sayısının aspirasyon yöntemiyle toplanan oosit sayısından 3 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu yöntem ile ovaryum üzerinde bulunan sağlıklı antral foliküllere bir bistürü yardımı ile kesitler atılmaktadır. Ovaryumlar yıkama medyumu ile iyice yıkandıktan sonra, petri kabında direkt olarak stereo mikroskop altında toplanabilmektedir. Toplanan içerik çöktürme veya santrifüj gibi işlemlerden geçirilerek de oositler elde edilmektedir. Tek başına uygulanabilmesi gibi aspirasyon yöntemi ile birlikte de kullanılabilir. Ovaryum başına toplanan oosit sayısı 20-50 adet arasında değişmektedir. Genellikle az sayıda ovaryumla çalışıldığı durumlar için önerilmektedir (Duran, 2000; Gordon, 2003). Bu yöntem aspirasyon yöntemi ile birlikte kullanılıncaya ovaryum başına toplanan oosit sayısı 9.2-20.3 arasında değişmektedir. Toplanan oositlerin ise iyi kaliteli olduğu bildirilmektedir. Dilimleme yöntemi kullanılarak çok sayıda oosit toplanabilmesine rağmen toplanan oositlerin mayotik olarak yetersiz olabileceği bildirilmektedir (Çetin, 2004; Duran, 2000; Gordon, 2003; Koçyiğit, 2014).

4. Transilluminasyon (Işık Geçirgen) Aspirasyon Yöntemi ile İmmatur Oosit Toplanması

Toplanan oosit sayısını arttırmak amacıyla transillüminasyon (ışık geçirgen) aspirasyon tekniği geliştirilmiştir. Bu yöntem ile ovaryumun korteks ve medullasına ışık kaynağı verilerek, ışığın bölge farklılığına bağlı olarak korteks bölgesinde bulunan oositlerin görüntülenmesine olanak sağlanmaktadır. Bu yöntem ile ovaryum merkezi aydınlatılmaktadır. Klasik aydınlatma yönteminden daha fazla folikülün görüntülenmesine izin vermektedir. Dolayısıyla bu yöntem sayesinde elde edilen oosit sayısının ovaryum başına %50 oranında arttığı bildirilmektedir. Oosit toplama işlemi 5-10 ml'lik enjektör ve 18 G'lik iğne ile yapılmış ve ovaryum başına ortalama 7.3 oosit toplanmıştır (Arav, 2001).

Kaynaklar

- Arav, A. (2001). Transillumination increases oocyte recovery from ovaries collected at slaughter. A new technique report. *Theriogenology*, 55(7), 1561-1565.
- Bavister, B. D., Rose-Hellekant, T. A., & Pinyopummintr, T. (1992). Development of in vitro matured/in vitro fertilized bovine embryos into morulae and blastocysts in defined culture media. *Theriogenology*, 37(1), 127-146.
- Bols, P. E. J., & Stout, T. A. E. (2018). Transvaginal ultrasound-guided oocyte retrieval (OPU: Ovum pick-up) in cows and mares. In H. Niemann & C. Wrenzycki (Eds.), *Animal biotechnology 1: Reproductive biotechnologies* (1st ed., pp. 209–233). Springer International Publishing.
- Bols, P. E. J., Van Soom, A., Ysebaert, M. T., Vandenheede, J. M. M., & de Kruif, A. (1996). Effects of aspiration vacuum and needle diameter on cumulus oocyte complex morphology and developmental capacity of bovine oocytes. *Theriogenology*, 45(5), 1001-1014.
- Boni, R. (2012). Ovum pick-up in cattle: A 25 yr retrospective analysis. *Animal Reproduction*, 9, 362–369.
- Boni, R. (2012). Ovum pick-up in cattle: A 25 yr retrospective analysis. *Animal Reproduction*, 9, 362–369.
- Çetin, Y. (2004). *İmmatür sığır oositlerinin vitrifikasyon tekniği ile etilen glikol ve DMSO kullanılarak payetlerde dondurulması*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara./ Türkiye.
- De Roover, R., Feugang, J. M., Bols, P. E., Genicot, G., & Hanzen, C. (2008). Effects of ovum pick-up frequency and FSH stimulation: A retrospective study on seven years of beef cattle in vitro embryo production. *Reproduction in Domestic Animals*, 43, 239–245.
- Duran, D. H. (2000). Technical aspect of in vitro embryo production. http://www.fftc.agnet.org/htmlarea_file/library/20110801170413/tb152.pdf. Erişim tarihi: 3.10.2024.
- Faber, D. C., Molina, J. A., Ohlrichs, C. L., Vander Zwaag, D. F., & Ferré, L. B. (2003). Commercialization of animal biotechnology. *Theriogenology*, 59, 125–138.
- Ferré, L. B., Alvarez-Gallardo, H., Romo, S., Fresno, C., Stroud, T., Stroud, B., ... & Kjelland, M. E. (2023). Transvaginal ultrasound-guided oocyte retrieval in cattle: State-of-the-art and its impact on the in vitro fertilization embryo production outcome. *Reproduction in Domestic Animals*, 58(3), 363-378.
- Ferré, L. B., Kjelland, M. E., Strøbech, L. B., Hyttel, P., Mermillod, P., & Ross, P. J. (2019). Recent advances in bovine in vitro embryo production: reproductive biotechnology history and methods. *Animal*, 14(5), 991-1004.
- Galli, C., Duchi, R., Crotti, G., Turini, P., Ponderato, N., Colleoni, S., ... & Lazzari, G. (2003). Bovine embryo technologies. *Theriogenology*, 59(2), 599-616.
- Gordon, I. (2003). *Laboratory production of cattle embryos*. Vol. 27, 2nd Edition, CABI Publishing, p: 112-302.
- Hansen, P. J. (2020). The incompletely fulfilled promise of embryo transfer in cattle-why aren't pregnancy rates greater and what can we do about it? *Journal of Animal Science*, 98, 1–20.
- Hasler, J. F., & Barfield, J. P. (2021). In vitro fertilization. In R. M. Hopper (Ed.), *Bovine reproduction* (2nd ed., pp. 1124–1141). John Wiley & Sons, Inc.
- Koçyiğit, A. (2014). *Sığır embriyosunun in vitro üretimini ve vitrifikasyonunda sitokin (LIF) ve*

- büyüme faktörünün (IGF-1) etkileri*. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun/Türkiye.
- Layek, S. S., Patil, S. P., Gorani, S., Karuppanasamy, K., Kishore, G., & Gupta, R. O. (2022). Ovum pick-up and in vitro embryo production in bovine. In A. Kumaresan & A. K. Srivastava (Eds.), *Frontier Technologies in Bovine Reproduction* (pp. 211–232). Springer Nature Singapore.
- Lopes, A. S., Martinussen, T., Greve, T., & Callesen, H. (2006). Effect of days post-partum, breed and ovum pick-up scheme on bovine oocyte recovery and embryo development. *Reproduction in Domestic Animals*, **41**, 196–203.
- Sirard, M. A, Blondin, P. (1996). Oocyte maturation and IVF in cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, **42**, 417-426.
- Trounson, A. (1992). The production of ruminant embryos in vitro. *Animal Reproduction Science*, **28**(1-4), 125-137.
- Ward, F. A., Enright, B. P., Lonergan, P., & Boland, M. P. (1999). Ovum Pick-Up (OPU): Effect of aspiration vacuum on cumulus oocyte complex morphology and oocyte developmental capacity. In *15th Scientific Meeting AETE* (p. 240).
- Yıldız M (2022). *İn vitro üretilen sığır embriyolarının kültür medyumuna L-karnitin eklenmesinin embriyo dondurulması üzerine etkisi*. Doktora Tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Burdur/Türkiye.

GERMINATION BIOLOGY OF *Flaveria bidentis* WEED UNDER DIFFERENT TEMPERATURE REGIMES

Mohamed Said OMAR

Ondokuz Mayıs University, Faculty of agriculture, Department of Plant Protection, Samsun, Türkiye, 0000-0003-1421-3114, Sulfe03@gmail.com

Husrev MENNAN

Ondokuz Mayıs University, Faculty of agriculture, Department of Plant Protection, Samsun, Türkiye, 0000-0002-1410-8114, hmennan@omu.edu.tr

Abstract

Flaveria bidentis weed seeds collected from papaya orchards were tested their germination under laboratory conditions. The objective of the study was to reveal the minimum, optimum and maximum temperatures for this weed. The study was conducted using weed germination cabins. The temperatures studied were 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40°C while the duration of each study was 28 days. As a result, the seeds of *F. bidentis* exhibited germination across all tested temperatures by the 28th day of the experiment, except at 10°C. Notably, the maximum germination rate of 100% was recorded at 35°C during the third week of the study, whereas the highest germination rate observed during the first week (10.7%) was also achieved at 35°C. Additionally, the lowest germination rate observed throughout the study was 24.4%, which occurred at 15°C. The second highest germination rate on the 28th day of the study (89.2%) was recorded from the temperature of 30 °C, followed by 78.9 % germination rate at the temperature of 25 °C. However, the germination rate declined to 70% at the temperature of 40 °C. These findings suggest that *F. bidentis* is well-adapted to warm climates and may pose a significant risk in regions with similar temperature ranges, necessitating targeted management strategies.

Key words: *Flaveria bidentis*, papaya, germination, temperature

Introduction

Flaveria bidentis (L.) Kuntze, commonly known as yellowtop, is an invasive weed species belonging to the Asteraceae family. Native to South America, this species has rapidly spread to various regions across the world, particularly in tropical and subtropical environments, where it poses a significant threat to agricultural systems and natural ecosystems (Smith et al., 2020; Zhang et al., 2021). Its high adaptability to diverse environmental conditions, prolific seed production, and competitive growth habit make *F. bidentis* a troublesome weed in many cropping systems (Johnson & Miller, 2019).

The species is particularly problematic in orchard crops, such as papaya, where it competes with cultivated plants for essential resources like water, nutrients, and sunlight, ultimately reducing crop yields (Ahmed et al., 2022). Moreover, the allelopathic potential of *F. bidentis* further enhances its competitive ability by inhibiting the germination and growth of neighboring plants (Gonzalez et al., 2020). Understanding the germination biology and ecological requirements of *F. bidentis* is crucial for developing effective management strategies, especially in regions where it is emerging as a dominant weed.

This study aims to investigate the germination response of *F. bidentis* seeds under varying different temperature regimes to provide insights into its ecological behavior and inform integrated weed management strategies.

Materials and Methods

Seeds of *Flaveria bidentis* weed were collected from papaya orchards in Puntland province of Somalia and their germination was evaluated under different temperatures in laboratory conditions for 28 days. The temperature treatments consisted of seven different levels: 10, 15, 20, 25, 30, 35, and 40°C. The experiment was conducted using Petri dishes containing two layers of filter paper, with 25 seeds placed in each dish. To prevent seed desiccation, distilled water was added on the first day and subsequently as needed. The Petri dishes were then placed in germination chambers for observation. The treatments were arranged in four replicates. Germinated seeds, defined as those with a radicle length of at least 0.5 cm, were counted and removed at 7, 14, 21, and 28 days after the start of the experiment. Germination rates were calculated separately for each temperature, and the minimum, optimum, and maximum temperatures for germination were determined for each weed species at the end of the experiment. Additionally, the temperature at which the most rapid germination occurred was recorded.

Results and Discussion

The germination of *Flaveria bidentis* seeds was observed at all temperatures except 10°C during the 28-day experimental period. The calculated germination rates varied depending on the temperature treatments and observation days. The highest germination rate (100%) was recorded at 35°C in the third week. Additionally, the highest germination rate observed in the first week (10.7%) was also found at 35°C. The lowest germination rate (24.4%) throughout the experiment was recorded at 15°C.

The germination of *Flaveria bidentis* seeds was found to differ significantly across the tested temperature treatments. Based on the average germination rates shown in Figure 1, the optimum temperature for *F. bidentis* germination was determined to be 35°C.

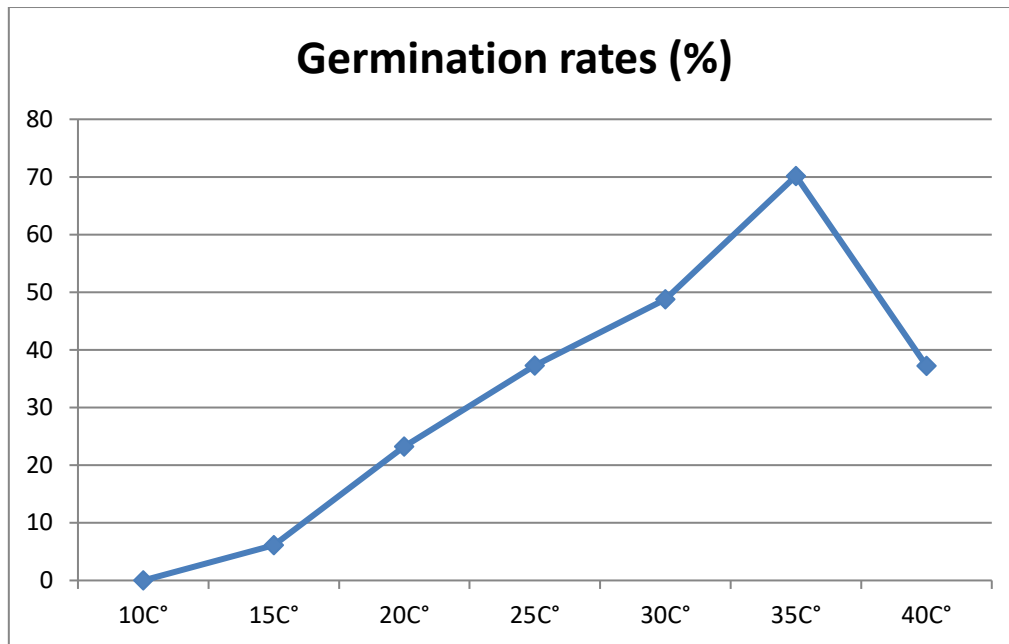


Figure 1. Average germination of *Flaveria bidentis* weed seeds over 28 days.

It was also recorded that the germination of *Flaveria bidentis* seeds varied across different observation days. Based on the average germination rates obtained from all temperatures, the highest germination rate (59.4%) was observed on the 28th day, while the lowest germination rate (3.9%) was recorded on the 7th day.

According to the findings of our study, the germination of *Flaveria bidentis* seeds increased with temperature, reaching a maximum germination rate of 100% at 35°C. However, the germination rate declined to 70% at 40°C, suggesting that higher temperatures are likely to have a negative effect on germination. Conversely, germination at 15°C commenced only in the fourth week, while no germination was observed at 10°C. These results are consistent with the findings of Li et al. (2012), who reported no germination at 12.5°C but slight germination at 15°C. Additionally, Li et al. (2012) indicated that *F. bidentis* seeds germinate within a temperature range of 15°C to 40°C, which aligns with our results. However, Zhang (2009) reported a broader germination temperature range of 5°C to 40°C for *F. bidentis*. Differences between these findings may be attributed to climatic variations in the geographical regions where seeds were collected and differences in data collection periods. In conclusion, the optimum temperature range for *Flaveria bidentis* germination can be identified as between 25°C and 35°C. Within this range, the highest and most consistent germination rates were observed, providing favorable conditions for the healthy establishment of seedlings.

References

- Ahmed, H., Ali, M., & Hassan, R. (2022). *Impact of invasive weeds on tropical orchard crops: A case study in Somalia*. *Weed Science Journal*, 34(2), 145-156.
- Gonzalez, P., Wang, X., & Zhao, Y. (2020). *Allelopathic effects of invasive weeds on crop growth in subtropical regions*. *Environmental Weed Research*, 28(3), 367-375.
- Johnson, T. & Miller, K. (2019). *Weed Biology and Management in Agroecosystems*. Academic Press.
- Smith, J., Jones, L., & Kim, H. (2020). *Distribution and ecological impacts of *Flaveria bidentis* in agricultural landscapes*. *Invasive Plant Science*, 12(1), 45-59.
- Zhang, Y., Wu, L., & Chen, J. (2021). *Seed germination ecology of *Flaveria bidentis*: Implications for invasive potential*. *Journal of Plant Ecology*, 14(4), 609-618.
- Li, X., Zhang, M., Wei, S., & Cui, H. (2012). Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of yellowtop (*Flaveria bidentis*). *Pak. J. Weed Sci. Res.*, 18: 317-325, Special Issue, October, 2012
- Zhang, F.J., (2009). Influence of environmental factors on seed germination of *Flaveria bidentis* (L.) Kuntze. *Acta Ecologica Sinica* Volume: 9 Issue 4, ISSN: 1000-0933 Online ISSN: 1872-2032

SUSTAINABILITY AND ORGANIC FARMING IN VITICULTURE: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS

Dr. Öğr. Üyesi Aysun ŞEHİT (ORCID: 0000-0002-1968-9325)

Yogat Bozok University, Bogazliyan Vocational School, Department of Plant and Animal
Production, Yozgat-Türkiye, **Email:** a.sehit@yobu.edu.tr (Responsible Author)

Abstract

The growing environmental concerns and increasing consumer demand for eco-friendly agricultural practices have elevated the significance of sustainability and organic farming in viticulture. This study employs bibliometric analysis to examine scientific publications addressing sustainability and organic practices in viticulture, focusing on publication trends, thematic areas, and research priorities within the field. The objective is to identify key concepts, emerging themes, and influential contributions shaping the discourse. The analysis revealed that keywords such as "quality", *Vitis vinifera*, "yield", "growth" and "management" dominate the literature, indicating the central focus of research in this domain. A temporal distribution of publications highlights a significant surge in studies on sustainability and organic viticulture post-2015. Leading journals, including Sustainability and Agronomy-Basel, have played a pivotal role in advancing the scientific understanding of the topic. Thematic mapping results underscore that sustainable viticulture and organic farming are classified as "motor themes" reflecting their well-developed and central importance in the literature. Furthermore, topics such as soil management and biodiversity, identified as "emerging themes," represent promising areas for future research. In conclusion, sustainability and organic farming in viticulture are critical for addressing environmental and economic challenges in agricultural production. Bibliometric analysis offers valuable insights into scientific trends and highlights research gaps in the field. Future studies should further explore these thematic axes to advance sustainable viticultural practices and support eco-friendly production strategies.

Keywords: Viticulture, sustainability, organic farming, bibliometric analysis, thematic mapping

SUSTAINABILITY AND ORGANIC FARMING IN VITICULTURE: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS

Özet

Bağcılık sektöründe sürdürülebilir ve organik tarım uygulamaları, artan çevresel kaygılar ve tüketici talepleri doğrultusunda giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, bibliometrik analiz yöntemleri kullanılarak bağcılıkta sürdürülebilirlik ve organik tarım konularına ilişkin bilimsel yayınların eğilimleri, tematik odakları ve araştırma öncelikleri incelenmiştir. Çalışma, ilgili literatürdeki anahtar kavramları, yayın yoğunluğunu ve tematik gelişmeleri ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bibliometrik analiz sonuçlarına göre, "kalite", "*Vitis vinifera*", "verim", "büyüme" ve "yönetim" gibi anahtar kelimelerin bu alandaki çalışmaların odak noktaları olduğu belirlenmiştir. Yayınların yıllara göre dağılımı incelendiğinde, sürdürülebilirlik ve organik tarım temalı çalışmaların özellikle 2015 sonrası dönemde belirgin bir artış gösterdiği tespit edilmiştir. Önde gelen dergiler arasında Sustainability ve Agronomy-Basel dikkat çekmekte olup, bu dergiler alanın bilimsel gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Tematik harita analizi, sürdürülebilir bağcılık ve organik tarımın literatürde "motor temalar" olarak ön plana çıktığını göstermektedir. Bunun yanı sıra, toprak yönetimi ve biyoçeşitlilik gibi çevresel boyutlar "gelişmekte olan temalar" arasında yer almakta ve gelecekteki araştırmalar için önemli fırsatlar sunmaktadır. Sonuç olarak, bağcılıkta sürdürülebilir ve organik tarım, hem çevresel hem de ekonomik faydalar sağlayan kritik bir alan olarak ortaya çıkmaktadır. Bibliometrik analizler, bu alandaki bilimsel eğilimleri anlamak ve literatürdeki boşlukları belirlemek için önemli bir araçtır. Gelecekteki çalışmalar, bu alandaki tematik eksenleri daha derinlemesine ele alarak sürdürülebilir üretim stratejilerine katkı sunabilir.

Anahtar Kelimeler: Bağcılık, sürdürülebilirlik, organik tarım, bibliometrik analiz, tematik harita

Giriş

Bağcılık, dünya genelinde ekonomik ve çevresel açıdan önemli bir tarımsal faaliyet olup, son yıllarda sürdürülebilir ve organik üretim uygulamalarına yönelik artan bir ilgi ile şekillenmektedir. Küresel iklim değişikliği, doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi ve biyolojik çeşitliliğin korunması bağlamında, organik tarım uygulamaları bağcılık sektöründe giderek daha fazla benimsenmektedir. Bu bağlamda, organik bağcılığın yaygınlaşması, tüketici taleplerindeki değişimler, düzenleyici çerçeveler ve bilimsel gelişmeler tarafından yönlendirilmektedir (Baltazar ve ark., 2025, Sharma ve Bipana 2024).

Organik bağcılık, kimyasal girdilerin kullanımını en aza indirerek çevresel sürdürülebilirliği artırmayı amaçlayan bir üretim modeli olup, aynı zamanda ürün kalitesi, toprak sağlığı ve ekosistem dengesi açısından uzun vadeli faydalar sağlamaktadır. Bununla birlikte, organik bağcılık uygulamalarının etkinliği ve yaygınlaştırılması, bölgesel iklim koşulları, toprak yapısı ve hastalık yönetimi gibi birçok değişken faktöre bağlıdır. Araştırmalar, organik bağcılığın karbon ayak izini azaltma, toprak biyolojik çeşitliliğini artırma ve su kullanımını optimize etme gibi avantajlara sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Baltazar ve ark., 2025, Frem ve ark., 2023, Visconti ve ar., 2024).

Son yıllarda, organik bağcılıkla ilgili bilimsel yayın sayısında belirgin bir artış gözlemlenmiştir. Organik bağcılık üzerine yapılan çalışmaların büyük ölçüde Avrupa ve Kuzey Amerika merkezli olduğunu ve özellikle İtalya, İspanya ve ABD gibi ülkelerin bu alanda öncü roller üstlendiğini göstermektedir (Dainelli ve Daddi 2019, Willer 2014). Özellikle AB'nin Ortak Tarım Politikası (CAP) çerçevesinde organik üretime yönelik teşvikler, sürdürülebilir bağcılık araştırmalarını yönlendiren önemli unsurlardan biri olmuştur (Homert ve ark., 2024, Pomarici ve Sardone 2020). ABD'de ise organik bağcılık araştırmalarının daha çok pazar dinamikleri ve tüketici eğilimleri ekseninde şekillendiği gözlemlenmektedir (Varia ve ark., 2021).

Bu çalışma, organik bağcılık alanında gerçekleştirilen akademik araştırmaların eğilimlerini, tematik odak noktalarını ve bilimsel iş birliklerini ortaya koymak amacıyla bibliyometrik analiz yöntemlerini kullanmaktadır. Bibliyometrik veriler, organik bağcılık araştırmalarının gelişimini anlamak, mevcut literatürdeki boşlukları belirlemek ve gelecekteki araştırma yönelimlerini öngörmek açısından önemli bir araç sunmaktadır. Çalışma kapsamında, Web of Science veri tabanı kullanılarak organik bağcılık ve sürdürülebilir tarım alanındaki bilimsel yayınlar analiz edilerek, bu alanın gelecekte nasıl şekillenebileceğine dair öneriler geliştirilecektir.

Materyal ve Metot

Çalışma, Web of Science (WoS) veri tabanı kullanılarak analiz edilmiştir. Web of Science, bibliyometrik analiz için önemli avantajlar sunarak çeşitli disiplinlerdeki araştırma eğilimlerinin ve dinamiklerinin anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır. Bu veritabanı, araştırmacıların yayınlarının, atıflarının ve iş birliklerini değerlendirmelerine imkan tanımasının yanı sıra bibliyometrik analiz ile gelecekteki araştırma yönlerini belirlemeye yardımcı olmaktadır (Falagas ve ark., 2007; Iri ve Ünal, 2024). WoS veri tabanında aşağıdaki anahtar kelimeler kullanılarak araştırma gerçekleştirilmiştir:

“TS=(“Vitis” OR “grapevine” OR “grape”) AND TS=(“sustainability” OR “sustainable agriculture” OR “sustainable viticulture” OR “organic farming” OR “organic agriculture” OR “environmentally friendly practices” OR “ecological practices”).”

Veri tabanında 20.01.2025 tarihinde yapılan arama sonucunda, 1992-2025 yılları arasında yayımlanmış 1359 araştırmaya ulaşılmıştır. Veriler, 1022 araştırma makalesi, 10 konferans bildirisi, 15 kitap ve 184 derleme makalesinden oluşmaktadır. Bibliyometrik verilerin analizi

için Vosviewer ve Bibliometrix (R Studio) paketi kullanılmıştır (Aria ve Cuccurullo, 2017, Van Eck ve Waltman, 2010). WoS'dan elde edilen veriler bu paket programları kullanılarak temel bibliyometrik göstergeler açısından incelenmiş; yazar katkıları, atıf etkisi, dergi dağılımı, ülkelere özgü araştırma çıktıları ve anahtar kelime eş-oluşum ağları değerlendirilmiştir. Çalışma, sürdürülebilir bağcılık alanındaki önemli araştırma eğilimlerini, öne çıkan yazarları ve tematik kümeleri ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Ek olarak, anahtar kelime haritalama yöntemi kullanılarak sürdürülebilirlik, bağcılık ve ekolojik uygulamalar arasındaki etkileşim özelinde yeni ortaya çıkan eğilimler ve araştırma boşlukları belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Bibliyometrik analiz, sürdürülebilirlik ve organik bağcılık alanında son otuz yılda önemli bir akademik ilginin artış gösterdiğini ortaya koymaktadır (Tablo 1). 1992-2005 yılları arasında düzensiz ve sınırlı iş birliği ile gerçekleştirilen yayınlar öne çıkarken, 2010 yılından itibaren sürekli bir araştırma artışı gözlemlenmiştir. Bu eğilim, 2024 yılında 254 yayımla zirveye ulaşmış, sürdürülebilir tarım uygulamalarının küresel ölçekte artan önemini ve bağcılık alanındaki uygulamalarını yansıtmaktadır. Yayın başına düşen yazar sayısının artması, araştırmaların giderek daha fazla disiplinlerarası ve iş birlikçi bir yapıda olduğunu göstermektedir. Ancak, yayın sayısındaki artışa rağmen, makale başına düşen ortalama atıf sayısının zamanla azaldığı belirlenmiştir. Özellikle son yıllarda bu düşüş, yenilikçi çalışmaların atıf alması için gereken zaman ile açıklanabilir. Bu durum, uzun vadeli akademik etkinin değerlendirilmesi için uzunlamasına (longitudinal) atıf analizlerine duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır. Bununla birlikte, erken dönem yayınların daha yüksek atıf aldığı, ancak son yıllardaki araştırmaların ekolojik sürdürülebilirlik, iklim dayanıklılığı ve hassas bağcılık gibi daha çeşitli temalar içerdiği gözlemlenmiştir. Bu bulgular, bu alandaki akademik yönelimin ve küresel çevresel sorunlara karşı sürdürülebilir bağcılık uygulamalarının giderek artışını ortaya koymaktadır.

Tablo 1. Sürdürülebilirlik ve organik bağcılık alanında yıllara göre yayın ve atıf dağılımı

Yıl	Toplam yayın sayısı	Toplam yazar sayısı	Yayın başına yazar sayısı	Toplam atıf sayısı	Makale başına toplam atıf sayısı
1992	1	0	0,0	0	0,0
1993	0	0	0,0	0	0,0
1994	0	0	0,0	0	0,0
1995	1	0	0,0	9	9,0
1996	0	0	0,0	0	0,0
1997	4	11	2,8	93	23,3
1998	0	0	0,0	0	0,0
1999	4	1	0,3	19	4,8
2000	2	5	2,5	36	18,0
2001	2	4	2,0	317	158,5
2002	3	1	0,3	198	66,0
2003	5	27	5,4	173	34,6
2004	6	18	3,0	65	10,8
2005	4	19	4,8	14	3,5
2006	6	2	0,3	183	30,5
2007	7	17	2,4	34	4,9
2008	14	33	2,4	734	52,4
2009	10	47	4,7	467	46,7
2010	14	66	4,7	1048	74,9
2011	18	71	3,9	1071	59,5
2012	20	103	5,2	738	36,9
2013	31	142	4,6	1272	41,0
2014	29	134	4,6	2161	74,5
2015	55	311	5,7	2252	40,9
2016	46	241	5,2	1915	41,6
2017	54	26	0,5	1265	23,4
2018	78	401	5,1	2851	36,6
2019	88	463	5,3	1829	20,8
2020	105	593	5,6	358	3,4
2021	150	885	5,9	3056	20,4
2022	150	875	5,8	1906	12,7
2023	181	1054	5,8	1148	6,3
2024	254	1536	6,0	296	1,2
2025	17	236	13,9	0	0,0

Bibliyometrik analiz, organik bağcılık alanında İtalya, İspanya ve ABD'nin en fazla yayın yapan ilk üç ülke olduğunu ortaya koymaktadır (Tablo 2). Bu ülkelerin sürdürülebilir ve organik

tarımda öncü olması, ulusal politikaları, sürdürülebilirlik uygulamaları ve bu faktörlerin araştırma çıktıları üzerindeki etkisi ile açıklanabilir.

İtalya'nın Organik Bağcılık Politikası ve Araştırma Etkisi

İtalya, 1.112 araştırma makalesi ile organik bağcılık alanında lider konumda olup, aynı zamanda 243 Tek Ülkeli Yayın (SCP) ve 55 Çok Ülkeli Yayın (MCP) ile güçlü bir ulusal araştırma altyapısına ve uluslararası iş birliklerine sahiptir. İtalya'nın 1990'lardan itibaren AB düzenlemeleri ve finansal teşvikler ile hızla gelişen organik tarım sektörü, sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda ekonomik sürdürülebilirliği ve çevresel yönetimi teşvik ettiği görülmektedir. Özellikle 'organik bölgelerin' (organic districts) oluşturulması, yerel organik üretimi destekleyerek kırsal kalkınmayı teşvik etmiş ve küçük ölçekli çiftlikleri güçlendirdiği ifade edilmiştir (Zollet, 2024). İtalya, Avrupa Birliği'nin 2018/848 sayılı Yönetmeliği gibi düzenleyici çerçeveler aracılığıyla organik bağcılığı şekillendirmede önemli bir rol oynadığı ifade edilmiştir. Bu yönetmelik, Ortak Tarım Politikası (CAP) kapsamında çevresel ve iklim hedefleri ile uyumlu ve çiftçilerin organik üretim kurallarına uyum sağlamaları karşılığında adil getiriler elde etmelerini garanti eden, pazar genişlemesini de teşvik eden bir yapı oluşmasını sağladığı belirtilmiştir (Hertzog ve ark. 2023, Homet ve ark., 2024). Bununla birlikte, şarap üretim tedarik zincirinin tamamının sürdürülebilirlik sertifikasyonuna tabi tutulması, organik bağcılık sektörünü daha da güçlenmesini sağlamıştır. Bu gelişme, sürdürülebilirlik stratejilerinin keşfedilmesi ve bağ yönetiminde verimlilik çalışmalarını teşvik ederek araştırma faaliyetlerinin artmasını sağladığını düşündürmektedir (Ceccacci ve ark., 2025, Provenzano ve ark., 2024).

İspanya'nın Sürdürülebilirlik Uygulamaları ve Araştırma Çıktıları

İspanya, 617 yayın ile organik bağcılık alanında ikinci sırada yer almakta olup, 126 Tek Ülkeli Yayın (SCP) ve 42 Çok Ülkeli Yayın (MCP) ile güçlü bir ulusal araştırma çıktısına sahip olmasının yanı sıra uluslararası iş birliklerini de sürdürmektedir. İspanya, Akdeniz ikliminin avantajlarını kullanarak hem bölgesel hem de ulusal düzeyde organik tarımı teşvik eden programlar geliştirmiş ve organik sertifikalı arazi alanında lider ülkelerden biri olmasını sağlamıştır. İspanya'nın organik bağcılığa olan bağlılığı, bağcılık sürdürülebilirliğini değerlendirmek için yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA) metodolojilerini yaygın olarak kullanmasıyla açıkça görülmüştür. Araştırmalar, İspanya'daki organik bağların yapay sulamanın azaltılmasından ve enerji verimliliğinin artırılmasından faydalandığını, böylece çevresel etkinin azaldığını belirtmektedir (Volanti ve ark., 2022). Ayrıca, Ortak Tarım Politikası (CAP), İspanya'nın organik bağcılığa geçişini hızlandıran temel itici güçlerden biri olmuş, bu da sürdürülebilirlik değerlendirmeleri ve organik bağcılığın çevresel etkileri üzerine araştırma faaliyetlerinin artmasını sağlamıştır. İspanya'nın yerli üzüm çeşitlerini korumaya ve terroir odaklı organik tarım uygulamalarına verdiği önem, çeşitli ve dinamik bir araştırma ortamını desteklemekte ve ülkeyi bu alanda önde gelen bir merkez haline getirmektedir (Gonçalves ve Martins 2023, Homet ve ark. 2024, Krause ve ark., 2024).

ABD'nin Organik Bağcılık Politikası ve Araştırmalar Üzerindeki Etkisi

İtalya ve İspanya'nın aksine, AB politikalarının sunduğu standartlaştırılmış bir çerçevesi bulunmayan ABD'de, organik bağcılık politikaları ABD Tarım Bakanlığı (USDA) Organik Sertifikasyonu ve eyalet bazlı düzenlemeler tarafından şekillendirildiği görülmüştür. ABD'deki araştırmaların odak noktası ağırlıklı olarak tüketici tercihleri, pazar dinamikleri ve ekonomik

sürdürülebilirlik üzerine yoğunlaşmaktadır (Tekin ve Ayyıldız 2024, Whelan ve ark., 2024). Organik şarap pazarı genişlemeye devam ederken, araştırmalar da pazar yapısı, tüketici davranışları ve ekonomik uygulanabilirlik konularında derinleşmektedir. Çalışmalar, ABD’deki organik şarap üreticilerinin sertifikasyon maliyetleri ve pazarlama stratejileri ile ilgili çeşitli zorluklarla karşı karşıya olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, araştırmaların iş sürdürülebilirliği ve politika müdahaleleri üzerine yönelmesini sağlamış, özellikle finansal teşvikler ve düzenleyici çerçevelerin sektöre etkisi gibi konular araştırmaların merkezinde yer almaya başladığı ifade edilmiştir (Mariani, ve Vastola 2015, Puszkas 2013).

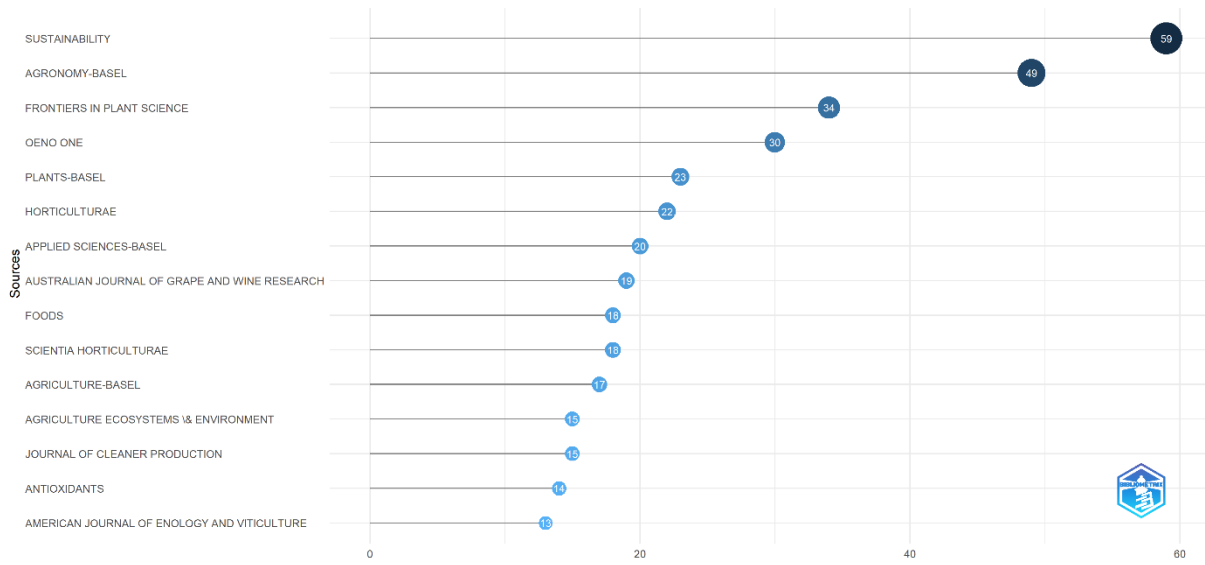
Tablo 2. Ülkelere Göre Sürdürülebilirlik ve Organik Bağcılık Üzerine Araştırma Makale Sayısı

Ülkeler	Makale sayısı	Tek Ülkeli Yayın (SCP)	Çok Ülkeli Yayın (MCP)
İtalya	1112	243	55
İspanya	617	126	42
ABD	475	85	19
Fransa	394	60	23
Portekiz	359	64	18
Çin	245	50	14
Almanya	243	46	10
Brezilya	235	40	13
Avustralya	201	40	13
Romanya	124	27	3
Şili	116	24	4
Hindistan	113	24	1
Yunanistan	97	18	5
Türkiye	87	12	10
İsviçre	73	15	7

Organik Bağcılık Araştırmalarında En Fazla Yayın Yapan Dergiler

Sürdürülebilirlik ve organik bağcılık alanında yoğunlaşan bilimsel katkıları ortaya koyan ve belirli etki faktörüne sahip ilk 15 dergi Şekil 1’de verilmiştir. Buna göre *Sustainability* dergisi, en fazla yayına sahip olup, onu *Agronomy-Basel* ve *Frontiers in Plant Science* takip etmektedir. Bu durum, sürdürülebilir bağcılık çalışmalarının disiplinlerarası bir yaklaşımla ele alındığını göstermektedir. *OENO ONE* ve *Australian Journal of Grape and Wine Research* gibi uzmanlaşmış dergilerin varlığı, bağcılık ve şarap alanındaki gelişmelerin bu araştırmalarla güçlü bir şekilde bağlantılı olduğunu ortaya koymaktadır. Çevre ve tarım bilimleri dergilerinin baskınlığı, bağcılık, sürdürülebilirlik ve ekolojik yönetim arasındaki ilişkinin akademik ilgiyi giderek daha fazla çektiğini göstermektedir. Ayrıca, *Journal of Cleaner Production* ve *Agriculture, Ecosystems & Environment* gibi dergilerin varlığı, yaşam döngüsü değerlendirmeleri, karbon ayak izinin azaltılması ve döngüsel ekonomi uygulamaları gibi

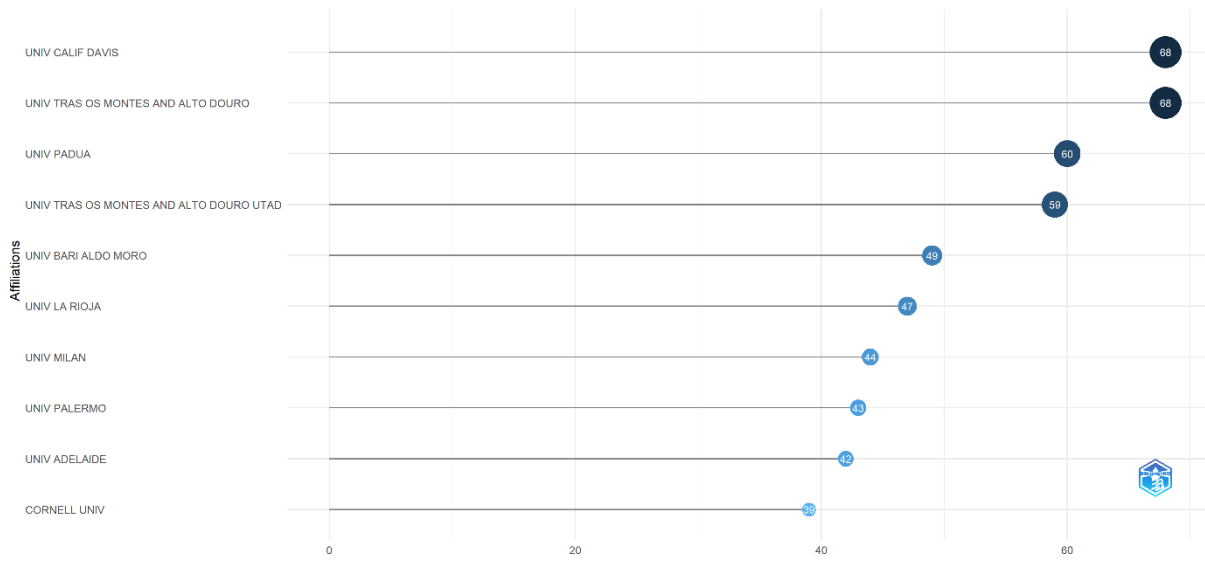
konuların bağcılık araştırmalarında giderek daha fazla yer bulunduğunu göstermektedir. Yayınlanan araştırmaların tarımsal uygulamalardan hassas bağcılığa ve iklim dayanıklılığına kadar genişleyen tematik çeşitliliği, gelecekteki çalışmaların teknolojik yenilikler ve politika odaklı sürdürülebilirlik çerçeveleri ile daha fazla entegre olacağını göstermektedir. Bu bulgular, yayın platformlarının araştırma söylemini şekillendirmedeki kritik rolünü vurgulamakta olup, uzmanlaşmış dergilerin, bilimsel araştırmalar ile sürdürülebilir ve organik bağcılık uygulamaları arasındaki bilgi akışını güçlendirdiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 1. Sürdürülebilir ve organik bağcılık alanında en fazla yayın yapan dergiler

Organik Bağcılık Araştırmalarında En Fazla Yayın Yapan Kurumlar

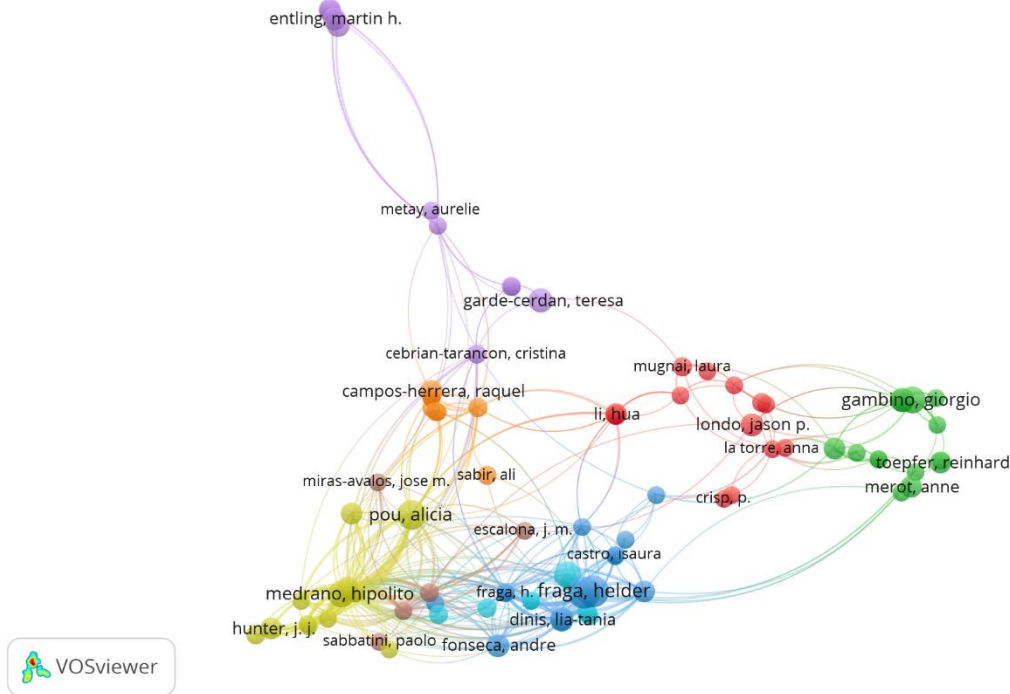
Organik bağcılık ve sürdürülebilirlik alanında en fazla akademik yayın yapan kurumların analizi, araştırmaların belirli üniversiteler ve araştırma merkezlerinde yoğunlaştığını göstermektedir (Şekil 2). *University of California, Davis* (Kaliforniya Üniversitesi, Davis) ve *Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro* (Trás-os-Montes ve Alto Douro Üniversitesi), 68'er makale ile en fazla yayın üreten kurumlar olarak öne çıkmaktadır. Özellikle İtalya, İspanya, Portekiz, ABD ve Avustralya'dan gelen akademik katkılar, organik bağcılık araştırmalarında güçlü bir coğrafi dağılım olduğunu göstermektedir. *Padua Üniversitesi* (60 makale), *UTAD* (59 makale) ve *Bari Aldo Moro Üniversitesi* (49 makale) gibi Avrupa merkezli üniversiteler, organik bağcılık ve sürdürülebilir tarım konularında kapsamlı araştırmalar yürütmektedir. Bu bulgular, kurumsal iş birliklerinin ve bölgesel uzmanlığın organik bağcılık araştırmalarının gelişiminde kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Özellikle bağcılığın iklim değişikliği, toprak sağlığı ve sürdürülebilir tarım politikaları ile ilişkili olduğu göz önüne alındığında, gelecekteki araştırmalarda kurumsal ve uluslararası iş birliklerinin artması beklenmektedir.



Şekil 2. Sürdürülebilir ve organik bağcılık alanında en fazla yayın yapan kurumlar

Organik Bağcılık Araştırmalarında En Fazla Atıf Alan Yazarlar ve İşbirlikleri

Bibliometrik veriler, Ferrara J.'nin 17 makale ile en yüksek atıf alan yazar olduğunu göstermektedir. Mezzomo H. ve Sanders J.A., sırasıyla 14'er yayımla bilimsel literatüre önemli katkılar sunmuştur. Pou A., Howard M. ve Molino-Pascal J. ise 9 yayın ile sürdürülebilir bağcılık araştırmalarında etkin rol oynamaktadır. İşbirlikleri açısından, VOSviewer ile oluşturulan ağ haritası, araştırmacılar arasındaki bağlantıları göstermekte ve belirli grupların ortak çalışmalar yürüttüğünü ortaya koymaktadır. Özellikle Entling Martin H., Metay Aurelie ve Garde-Cerdan Teresa, ekolojik bağcılık ve çevresel sürdürülebilirlik konularında işbirliklerini yoğunlaştıran yazarlar arasında öne çıkmaktadır. Diğer yandan, Gambino Giorgio ve Toepfer Reinhard gibi araştırmacılar genetik ve biyoteknoloji odaklı çalışmalarıyla sürdürülebilir bağcılık alanında dikkat çekmektedir. Bu analiz, disiplinlerarası ve uluslararası iş birliklerinin sürdürülebilir bağcılık araştırmalarının büyümesinde kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Yazarlar arasında artan işbirliği ağları, yeni araştırma fırsatları yaratırken, özellikle iklim değişikliği, hassas tarım ve biyolojik çeşitliliğin korunması gibi konuların giderek daha fazla çalışıldığını göstermektedir.



Şekil 3. Sürdürülebilir ve organik bağcılık alanında en fazla atıf alan yazarlar arasındaki bilimsel iş birliği ağı

Anahtar Kelime Ağ Analizi ve Araştırma Eğilimleri

Anahtar kelime analizi, organik bağcılık ve sürdürülebilir tarım alanındaki araştırma eğilimlerinin farklı temalar etrafında yoğunlaştığını göstermektedir (Şekil 4).

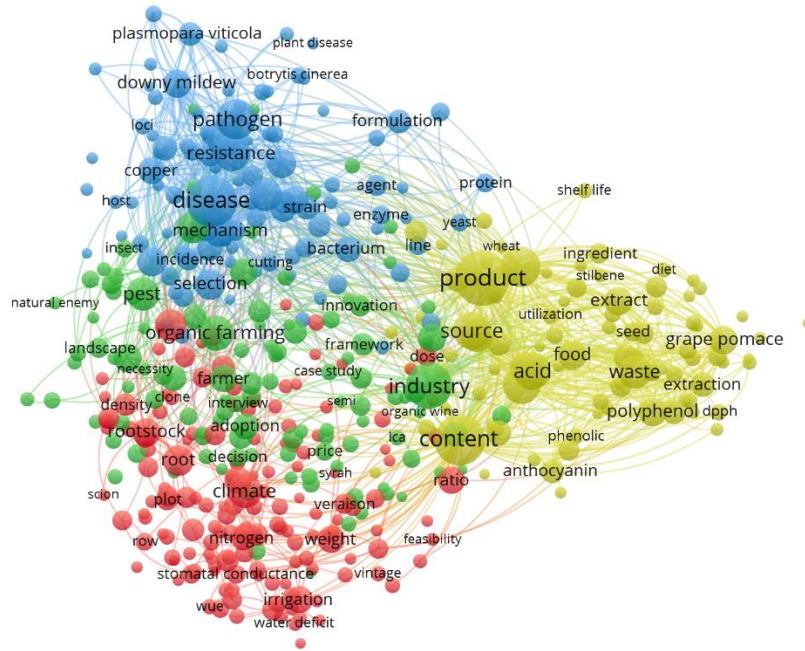
Mavi Küme (Hastalık ve Zararlılar Yönetimi): Downy mildew (mildiyö), pathogen (patojen), disease (hastalık), resistance (direnc), *Plasmopara viticola* gibi terimlerin yoğun kullanımı, hastalık yönetimi ve biyotik stres faktörlerinin organik bağcılıktaki önemini vurgulamaktadır. Bu alan, biyokontrol stratejileri ve direnc mekanizmalarına yönelik çalışmaları içermektedir.

Yeşil Küme (Organik Tarım ve Çevresel Sürdürülebilirlik): Organic farming (organik tarım), pest (zararlı), selection (seleksiyon), landscape (arazi), adoption (adaptasyon) gibi anahtar kelimeler, organik bağcılıkta sürdürülebilir tarım uygulamalarına ve çiftçi karar alma süreçlerine odaklanmaktadır.

Kırmızı Küme (İklim Değişikliği ve Bağcılık Uygulamaları): Climate (iklim), irrigation (sulama), rootstock (anaç), nitrogen (azot), water deficit (su eksikliği) gibi kelimeler, bağcılığın iklim değişikliğiyle olan ilişkisini ve su yönetimi gibi adaptasyon stratejilerini içermektedir.

Sarı Küme (Yan Ürünlerin Değerlendirilmesi ve Gıda Endüstrisi Bağlantısı): Product (ürün), industry (endüstri), grape pomace (üzüm posası), extraction (ekstraksiyon), polyphenol (polifenol), food (gıda) gibi terimler, üzüm yan ürünlerinin değerlendirilmesi, antioksidan

bileşenlerin ekstraksiyonu ve sürdürülebilir gıda endüstrisi uygulamalarına işaret etmektedir. Bu analiz, organik bağcılığın multidisipliner bir yapıya sahip olduğunu ve hastalık yönetimi, çevresel sürdürülebilirlik, iklim değişikliği uyumu ve yan ürünlerin değerlendirilmesi gibi farklı alanlara yayıldığını ortaya koymaktadır. Gelecekte, hassas tarım teknolojileri, biyolojik mücadele yöntemleri ve döngüsel ekonomi yaklaşımlarının daha fazla araştırma odağı haline gelmesi beklenmektedir.



VOSviewer

Şekil 4. Sürdürülebilir ve organik bağcılık araştırmalarında anahtar kelime ağ analizi

Sonuç ve Öneriler

Bu bibliyometrik analiz, organik bağcılık ve sürdürülebilir tarım alanına yönelik artan akademik ilgiyi vurgulayarak, son otuz yılda araştırma alanındaki gelişmeleri ortaya koymuştur. Bulgular, iklim değişikliğine uyum, biyolojik çeşitliliğin korunması ve ekolojik tarım uygulamaları gibi konulara yönelik artan bir odaklanmayı göstermekte olup, yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA), hassas bağcılık, biyolojik mücadele stratejileri ve su yönetimi gibi alanlarda araştırma çıktılarının önemli ölçüde arttığını ortaya koymaktadır.

Analiz, araştırmaların belirli ülkeler ve kurumlarda yoğunlaştığını da göstermektedir. İtalya, İspanya ve Amerika Birleşik Devletleri, köklü tarım politikaları ve güçlü akademik finansman mekanizmaları nedeniyle en fazla yayın yapan ülkeler arasında yer almaktadır. University of California, Davis (ABD), Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Portekiz) ve Padua Üniversitesi (İtalya) gibi önde gelen kurumlar, araştırma gündemlerini şekillendirmekte ve sürdürülebilir bağcılık alanındaki bilgi birikimini ileri taşımaktadır. Bu sonuçlar, kurumsal araştırma kapasitesinin ve uluslararası iş birliklerinin bilimsel çıktılar üzerindeki önemli etkisini vurgulamaktadır.

Anahtar kelime ağ analizi, organik bağcılık araştırmalarının çok disiplinli yapısını daha da ortaya koyarak iklim direnci, organik üretim süreçleri, atık yönetimi ve döngüsel ekonomi uygulamaları gibi konuların giderek daha fazla araştırıldığını göstermektedir. Bu alandaki

araştırmaların genişlemeye devam etmesiyle, bağıcılıkta sürdürülebilirliği ve yeniliği artırmak için çeşitli konuların daha fazla araştırılması gerekmektedir.

Bu bulgular doğrultusunda, gelecekteki araştırmalara yönelik aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

1. Politika ve Destek Mekanizmaları: Organik bağıcılık üzerindeki ulusal ve uluslararası tarım politikalarının etkisi daha ayrıntılı incelenmeli ve ülkeler arası karşılaştırmalar yapılarak en iyi uygulamalar belirlenmelidir.
2. İklim Değişikliğine Uyum Stratejileri: İklim değişikliğinin artan etkisi göz önüne alındığında, su stresi yönetimi, hastalık direnci ve biyolojik mücadele gibi konulara odaklanan disiplinler arası araştırmalar teşvik edilmelidir.
3. Teknolojik Yenilikler: Hassas bağıcılık teknolojileri, uzaktan algılama uygulamaları ve yapay zeka destekli analizlerin entegrasyonu üzerine gelecekte daha fazla araştırma yapılmalıdır.
4. Kapsamlı Bibliyometrik Değerlendirmeler: Gelecekteki çalışmalar, sadece yayın sayıları değil, aynı zamanda atıf ağları, iş birliği modelleri ve bilimsel etki değerlendirmelerini de içerecek şekilde genişletilmelidir.

Sonuç olarak, organik bağıcılık ve sürdürülebilir tarım alanındaki bilimsel üretimin önümüzdeki yıllarda daha da çeşitlenmesi beklenmektedir. Disiplinler arası iş birliklerinin güçlendirilmesi ve bilimsel araştırmalar ile tarımsal uygulamalar arasındaki bağın kuvvetlendirilmesi, bağıcılığın uzun vadeli sürdürülebilirliğini sağlamak için kritik öneme sahiptir.

Kaynaklar

- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of informetrics*, 11(4), 959-975.
- Ceccacci, A., Camanzi, L., Rota, C., Fiorentini, R., & Malorgio, G. (2025). Enhancing wineries' sustainability through territorial certifications: a case study in Emilia-Romagna, Italy. *International Journal of Wine Business Research*, 37(1), 87-112.
- Falagas, M. E., Pitsouni, E. I., Malietzis, G. A., & Pappas, G. (2008). Comparison of PubMed, Scopus, web of science, and Google scholar: strengths and weaknesses. *The FASEB journal*, 22(2), 338-342. <https://doi.org/10.1096/fj.07-9492LSF>
- Gonçalves, E., & Martins, A. (2023). Strategies and methods for conserving and exploring the intra-varietal genetic diversity of ancient grapevine varieties. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 56, p. 01019). EDP Sciences.
- İri, R., & Ünal, E. (2024). Bibliometric analysis bibliometric analysis of research (1980-2023). *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 386-403.
- Krause, H. M., Mäder, P., Fliessbach, A., Jarosch, K. A., Oberson, A., & Mayer, J. (2024). Organic cropping systems balance environmental impacts and agricultural production. *Scientific Reports*, 14(1), 1-15.
- Provenzano, M., Pacchera, F., Silvestri, C., & Ruggieri, A. (2024). From Vineyard to Value: A Circular Economy Approach to Viticulture Waste. *Resources*, 13(12), 172.
- Puszka, R. (2019). Reds, whites, and sulfites: Examining different organic wine regulation practices in the United States and the European Union. *Nw. J. Int'l L. & Bus.*, 40, 251.
- Zollet, S. (2024). Organic farming systems and rural revitalization in Italy—current situation
- Tekin, N., & Ayyildiz, F. (2024). Organic Certification, Labeling, and Regulations in the US and Canada. In *Organic Food Production* (pp. 11-16). CRC Press.
- Van Eck, N., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *scientometrics*, 84(2), 523-538.
- Visconti, F., López, R., & Olego, M. Á. (2024). The health of vineyard soils: Towards a sustainable viticulture. *Horticulturae*, 10(2), 154.
- Whelan, S. J., Orlander, D., Balsam, J., & Dimitri, C. (2024). Fitting a square peg in a round hole: Applying US farm policy to organic farms. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 13(4), 1-18.
- Baltazar, M., Castro, I., & Gonçalves, B. (2025). Adaptation to Climate Change in Viticulture: The Role of Varietal Selection—A Review. *Plants*, 14(1), 104.
- Sharma, S., & Bipana, K. C. (2024). Sustainable Agriculture and It's Practices: A Review. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 12(12), 2631-2639.
- Frem, M., Petrontino, A., Fucilli, V., Sansiviero, C., & Bozzo, F. (2023). Sustainable viticulture of Italian grapevines: Environmental evaluation and societal cost estimation using EU farm accountancy data network data. *Horticulturae*, 9(11), 1239.
- Willer, H. (2014). Update on organic viticulture in Europe.
- Dainelli, F., & Daddi, T. (2019). Does an organic strategy pay? An explanatory study of the Italian wine industry. *British Food Journal*, 121(10), 2322-2336.
- Homet, P., Gallardo-Reina, M. Á., Aguiar, J. F., Liberal, I. M., Casimiro-Soriguer, R., & Ochoa-Hueso, R. (2024). Viticulture and the European Union's Common Agricultural Policy (CAP): Historical overview, current situation and future perspective. *Journal of Sustainable Agriculture and Environment*, 3(2), e12099.
- Pomarici, E., & Sardone, R. (2020). EU wine policy in the framework of the CAP: post-2020

- challenges. *Agricultural and Food Economics*, 8, 1-40.
- Varia, F., Macaluso, D., Agosta, I., Spatafora, F., & Dara Guccione, G. (2021). Transitioning towards organic farming: Perspectives for the future of the Italian organic wine sector. *Sustainability*, 13(5), 2815.
- Hertzog, L. R., Klimek, S., Röder, N., Frank, C., Böhner, H. G., & Kamp, J. (2023). Associations between farmland birds and fallow area at large scales: Consistently positive over three periods of the EU Common Agricultural Policy but moderated by landscape complexity. *Journal of Applied Ecology*, 60(6), 1077-1088.
- Volanti, M., Cubillas Martínez, C., Cespi, D., Lopez-Baeza, E., Vassura, I., & Passarini, F. (2022). Environmental sustainability assessment of organic vineyard practices from a life cycle perspective. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 1-14.

ROOTSTOCKS IN GRAPEVINE: MECHANISMS AND TRENDS FROM A BIBLIOMETRIC PERSPECTIVE (2005-2025)

Öğr. Gör. Dr. Aysun ŞEHİT (ORCID: 0000-0002-1968-9325)

Yogat Bozok University, Bogazliyan Vocational School, Department of Plant and Animal
Production, Yozgat-Türkiye, **Email:** a.sehit@yobu.edu.tr (Responsible Author)

Abstract

Rootstocks play a critical role in viticulture, influencing water and nutrient uptake, stress tolerance, and yield quality. This bibliometric analysis examines 1537 publications from 2005 to 2025 to identify key trends, influential contributors, and the mechanisms associated with rootstock research. Data from Web of Science were analyzed using Bibliometrix, focusing on keyword co-occurrence, citation patterns, and thematic mapping. The results reveal a significant increase in rootstock-related studies post-2016, with "stress tolerance," "fruit set," and "water relations" emerging as dominant themes. Countries such as the USA, Italy, and Spain, along with leading institutions, have made substantial contributions to the field. The thematic analysis highlights rootstocks' impact on physiological and histological mechanisms, particularly under abiotic stress conditions. This study underscores the global emphasis on sustainable viticulture and the pivotal role of rootstock research. Future studies should focus on molecular and genetic interactions to enhance rootstock performance under challenging environmental conditions.

Keywords: Grapevine, rootstocks, stress tolerance, yield, bibliometric analysis

ROOTSTOCKS IN GRAPEVINE: MECHANISMS AND TRENDS FROM A BIBLIOMETRIC PERSPECTIVE (2005-2025)

Özet

Anaçlar, bağcılıkta su ve besin alımı, stres toleransı ve verim kalitesini etkileyen kritik bir rol oynamaktadır. Bu bibliyometrik analiz, anaç araştırmalarıyla ilişkili ana eğilimleri, etkili katkı sağlayanları ve mekanizmaları belirlemek amacıyla, 2005-2025 yılları arasında yayımlanan 1537 yayını incelemiştir. Web of Science verileri, anahtar kelime eşleşmeleri, atıf desenleri ve tematik haritalama yöntemlerini içeren Bibliometrix aracı kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar, 2016 sonrası dönemde anaçlarla ilgili çalışmalarda belirgin bir artış olduğunu göstermektedir. "Stres toleransı", "tane tutumu" ve "su ilişkileri" gibi temalar ön plana çıkmıştır. ABD, İtalya ve İspanya gibi ülkeler ile önde gelen kurumlar, bu alanda önemli katkılar sağlamıştır. Tematik analiz, anaçların özellikle abiyotik stres koşulları altındaki fizyolojik ve histolojik mekanizmalar üzerindeki etkilerini vurgulamaktadır. Bu çalışma, sürdürülebilir bağcılığa yönelik küresel vurgu ve anaç araştırmalarının hayati rolünü ortaya koymaktadır. Gelecekteki çalışmalar, zorlu çevresel koşullarda anaç performansını artırmak için moleküler ve genetik etkileşimlere odaklanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Asma, anaçlar, stres toleransı, verim, bibliyometrik analiz

Giriş

Bağcılık alanının sürdürülebilirliği ve verimliliği açısından anaç kullanımı, modern bağcılık uygulamalarında önemli bir rol oynamaktadır. Anaçlar, yalnızca asmaların toprak kökenli patojenlere ve abiyotik streslere karşı direncini artırmaz, aynı zamanda su ve besin alımını optimize ederek tane kalitesini ve verimliliğini doğrudan etkilemektedir (Chen ve ark., 2024). Günümüzde bağcılık endüstrisi, iklim değişikliği, toprak tuzluluğu, kuraklık ve hastalık gibi çevresel faktörlerin giderek artan etkileriyle karşı karşıyadır. Bu zorluklarla başa çıkabilmek için kuraklığa ve tuzluluğa dayanıklı anaçların geliştirilmesi, bağcılığın geleceği açısından büyük önem taşımaktadır (Bonarota ve ark., 2024). Son yıllarda yapılan araştırmalar, farklı anaç türlerinin stres koşullarına karşı gösterdiği adaptasyon mekanizmalarını ve bu süreçlerde rol oynayan fizyolojik, moleküler ve genetik faktörleri incelemiştir. Özellikle kök morfolojisi, su iletim kapasitesi ve gen ekspresyon düzenlemeleri, anaçların stres toleransında belirleyici faktörler olarak öne çıkmaktadır (Moine ve ark. 2024, Yıldırım ve ark., 2018, Zang ve ark., 2023).

Bu çalışmada, 2005-2025 yılları arasındaki bibliyometrik veriler kullanılarak asma anaçları araştırmalarında mevcut bilimsel eğilimler, en çok katkı sağlayan ülkeler, araştırmacılar ve tematik alanlar analiz edilmiştir. Elde edilen veriler, özellikle su stresi yönetimi, hastalık direnci, kök büyüme modelleri ve anaç-kalem etkileşimleri gibi konuların son yıllarda giderek daha fazla ilgi gördüğünü ortaya koymaktadır. Anahtar kelime analizleri, iklim değişikliğine adaptasyon ve biyoteknolojik yöntemlerle anaç geliştirme çalışmalarının önümüzdeki yıllarda daha fazla araştırma odağı haline geleceğini göstermektedir. Bibliyometrik analiz yöntemiyle asma anaçları üzerine yapılan araştırmalar sistematik bir şekilde incelendiğinde, bağcılıkta sürdürülebilir uygulamaları teşvik etmeyi ve anaç seçim süreçlerine yönelik bilimsel bilgiyi artırılması yönünde ilerlediği görülmektedir. Elde edilen bulguların, gelecekteki araştırmalara rehberlik etmesi ve bağcılık sektöründe daha dirençli ve verimli anaç türlerinin geliştirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

Materyal Metot

Bu çalışmada, Web of Science (WoS) veri tabanı kullanılarak elde edilen literatürlerin Vosviewer ve Bibliometrix (R Studio) paketi ile elde edilen veriler analiz edilmiştir (Aria ve Cuccurullo, 2017, Van Eck ve Waltman, 2010). WoS veri tabanında bağcılık ve anaçlar üzerine yapılan çalışmaları bibliyometrik analiz ile incelemek için aşağıdaki anahtar kelimeler kullanılmıştır:

“TS=(“rootstock” OR rootstocks OR “grape rootstock” OR “grapevine rootstock”) AND TS=(“Vitis vinifera” OR grapevine OR “grape vine” OR grape)”

Araştırma kapsamında 11.02.2025 tarihinde WoS’den ulaşım sağlanan 2005-2025 yılları arasındaki çalışmalar değerlendirilmiştir. Elde edilen literatürlerden 1734 makale, 271 bildiri ve 18 kitap/kitap bölümü seçilmiştir ve toplamda 1985 çalışmaya ulaşılmıştır. Bu verileri Bibliometrix (R Studio) ve Vosviewer paketleri kullanılarak yazar katkıları, atıf etkisi, dergi dağılımı, ülkelere özgü araştırma çıktıları ve anahtar kelime eş-oluşum ağları yönünden grafik ve tabloları oluşturulmuştur. Anahtar kelime haritalama yöntemi kullanılarak bağcılık ve anaç ilişkisi yönünden ortaya çıkan eğilimleri ve araştırma fırsatları belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Bibliyometrik analizler, belirli bir araştırma alanındaki bilimsel üretkenlik, eğilimler ve araştırma boşluklarını ortaya koymada önemli bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Asma

anaçları üzerine yapılan çalışmalar, özellikle 2016 sonrası dönemde belirgin bir artış göstermekte olup, bu eğilim literatürdeki benzer çalışmalarla örtüşmektedir. Asma anaçlarıyla ilgili yayınlardaki artış, bağcılığı iklim değişikliğine uyarlama, sürdürülebilirliği artırma ve zararlılara (filoksera ve nematodlar vb) ve abiyotik strese karşı direnci geliştirme ihtiyacından kaynaklanmaktadır ve gelecekteki zorluklar için yeni anaç çeşitlerinin geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır (Boeno ve ark., 2022, Ollat 2023). Mevcut çalışmalarda ortaya çıkan ana kavramlar, özellikle "stres toleransı", "sulama " ve "tane tutumu" gibi anahtar kavramların giderek daha fazla incelendiğini göstermektedir (Caruso ve ark., 2023, Van Leeuwen ve ark., 2024). Bu sonuçlar, asmanın çevresel stres faktörleri ve adaptasyon stratejilerine yönelik artan araştırmaları nitelemektedir. Sun ve ark. (2023) tarafından yapılan araştırmada, bağcılıkta yeni teknolojilerin ve bağcılık manipülasyon tekniklerinin iklim değişikliği kaynaklı stres faktörleriyle mücadelede kritik rol oynadığını ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, bibliometrik analizler, bağcılıkta anaç araştırmalarına dair önemli eğilimleri belirleme açısından değerli bilgiler sunmaktadır. Literatürdeki benzer çalışmaların ortaya koyduğu gibi, gelecekteki araştırmaların moleküler mekanizmalar, genetik adaptasyonlar ve biyoteknolojik müdahaleler üzerine yoğunlaşması beklenmektedir. Bu kapsamda, özellikle genetik analizler ve çevresel stres koşullarına dirençli anaç türlerinin geliştirilmesi, bağcılığın sürdürülebilirliği açısından kritik bir araştırma alanı olarak öne çıkmaktadır.

Tablo 1. Asma anaçları üzerinde yapılan araştırmalarda yayın ve atıf eğilimleri (2005-2025)

Yıl	Toplam Yayın Sayısı	Yazar Sayısı	Yayın Başına Yazar Sayısı	Toplam atıf sayısı	Makale Başına Toplam Atıf Sayısı
2005	37	148	4,00	1299	35,11
2006	51	179	3,51	211	4,14
2007	77	322	4,18	1679	21,81
2008	90	345	3,83	1885	20,94
2009	81	355	4,38	1613	19,91
2010	81	329	4,06	1885	23,27
2011	89	369	4,15	1677	18,84
2012	78	323	4,14	2011	25,78
2013	84	385	4,58	1933	23,01
2014	100	471	4,71	1679	16,79
2015	90	465	5,17	1916	21,29
2016	122	577	4,73	176	1,44
2017	107	533	4,98	1761	16,46
2018	105	565	5,38	1927	18,35
2019	144	824	5,72	2143	14,88
2020	116	750	6,47	1397	12,04
2021	135	768	5,69	1169	8,66
2022	131	715	5,46	708	5,40
2023	137	885	6,46	395	2,88
2024	122	734	6,02	102	0,84
2025	8	920	115,00	0	0

Asma anaçları ile ilgili yapılan çalışmaların küresel dağılımını ve ülkeler arasındaki işbirliği düzeylerini gösteren bibliyometrik analiz sonuçları Tablo 2’de verilmiştir, Tablodaki veriler, Brezilya, ABD ve İtalya’nın bu alandaki en fazla yayına sahip ülkeler olduğunu göstermektedir. Bu üç ülkenin detaylı incelenmesi, araştırma dinamikleri ve uluslararası işbirlikleri açısından önemli bilgiler sunmaktadır.

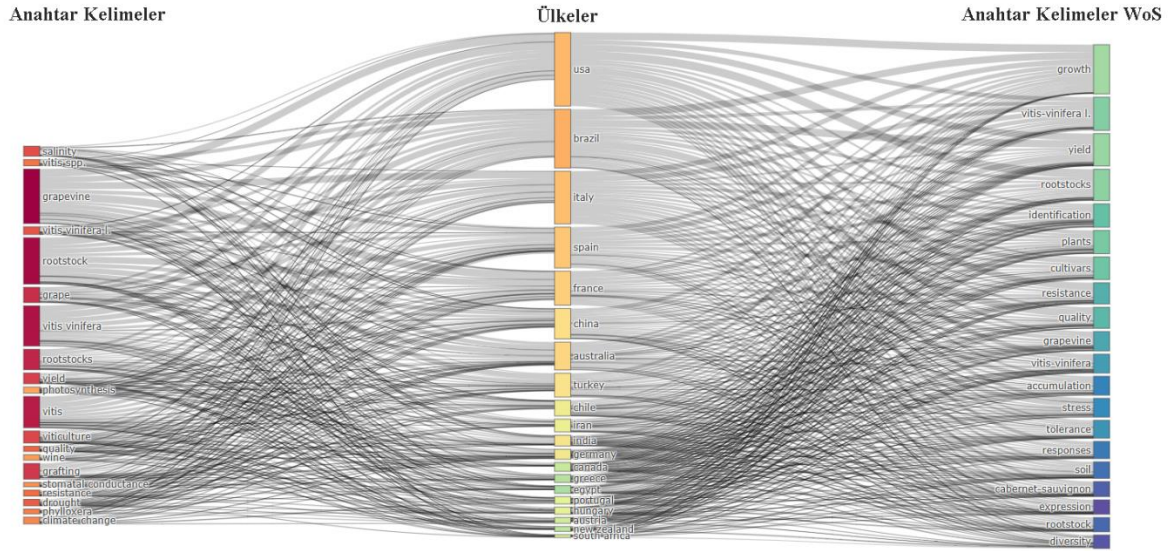
Tablo 2. Asma anaçları üzerine yapılan araştırmalarda ülkelerin yayın ve işbirliği dağılımı

Ülkeler	Makale sayısı	Tek Ükeli Yayın (SCP)	Çok Ükeli Yayın (MCP)
Brezilya	265	238	27
ABD	256	209	47
İtalya	210	167	43
İspanya	136	103	33
Fransa	118	81	37
Avustralya	116	101	15
Türkiye	114	110	4
Çin	102	89	13
Hindistan	73	72	1
Almanya	56	38	18
Şili	41	32	9
İran	33	23	10
Güney Afrika	32	25	7
Avusturya	31	21	10
Macaristan	28	23	5

Brezilya’da asma anaçları üzerine yapılan araştırmalar

Brezilya, 265 makale ile asma anaçları konusundaki araştırmalarda lider konumdadır. Ülkenin toplam yayınlarının büyük çoğunluğu tek ülkeli çalışmalar olup, 238 yayın (%89,8) tek başına Brezilyalı araştırmacılar tarafından yapılmıştır (Tablo 2). Bu durum, Brezilya’nın ulusal bağıcılık araştırmalarında güçlü bir bilimsel altyapıya sahip olduğunu ve büyük oranda kendi kaynaklarıyla çalışmalar yürüttüğünü göstermektedir. Ülkedeki araştırmaların yoğunlaştığı konular arasında verim, kalite, akümülyasyon, tolerans, toprak ve dayanıklılık gibi konular öne çıkmaktadır (Şekil 1). Brezilya’daki asma anaçları araştırmaları, özellikle bağıcılığın sürdürülebilirliği ve kalite optimizasyonu açısından geniş bir bilimsel temele sahiptir. Ülkede yürütülen çalışmalar, genellikle sıcak iklim koşullarında su yönetimi, kuraklık toleransı ve anaç-çeşit etkileşimi üzerine yoğunlaşmaktadır (Amorim ve ark., 2023, Bassoi ve ark., 2021, Silva ve ark., 2024). Brezilya’nın São Francisco Vadisi gibi yeni bağıcılık bölgelerinde, farklı anaçların su kullanımı verimliliği ve fizyolojik tepkileri incelenerek, en uygun sulama stratejilerinin belirlenmesine yönelik araştırmalar yapılmaktadır (Souza et al., 2009). Çalışmalar, kısmi kök kurutma (PRD) ve eksik sulama stratejilerinin, asmaların su kullanımı ve meyve kalitesi üzerindeki etkisini değerlendirmektedir. Bu bağlamda, IAC 572 gibi anaçların su stresi altındaki performansı, bağıcılık sektöründe önemli bir odak noktası olmuştur. Özellikle IAC 766 ve 106-8 Mgt gibi anaçların farklı üzüm çeşitleri üzerindeki etkisi, hem verim hem de kalite açısından önemli sonuçlar ortaya koymuştur. Ayrıca, yapılan deneyler Cabernet Sauvignon, Syrah ve Merlot gibi çeşitlerin farklı anaçlarla kombinasyonlarının, üzüm verimi ve şarap kalitesi üzerinde belirgin farklılıklar yarattığını göstermektedir. Özellikle Cabernet Franc ve Syrah, yüksek verimlilik gösterirken, Cabernet Sauvignon’un küçük tane yapısı ve düşük verimi dikkat çekmiştir (Tecchio et al., 2022). Bu bulgular, Brezilya’nın bağıcılık sektöründe anaç kullanımının adaptasyon stratejileri açısından kritik bir rol oynadığını ve iklim değişikliğine dayanıklı çeşitlerin belirlenmesine yönelik çalışmaların hız kazandığını göstermektedir. Gelecekteki araştırmaların, moleküler biyoloji ve genetik seleksiyon

tekniklerini entegre ederek daha dirençli anaç çeşitleri geliştirme üzerine odaklanması beklenmektedir.



Şekil 1. Ülkeler ile yazarın ve WoS veri tabanının oluşturduğu anahtar kelimeleri arasındaki ilişki (Three-Field Plot Analizi)

ABD’de asma anaçları üzerine yapılan araştırmalar

ABD, 256 yayın ile asma anaçları araştırmalarında ikinci sırada yer almaktadır. ABD’nin dikkat çeken yönlerinden biri, çok ülkeli işbirliklerinin (MCP) yüksek olmasıdır. Ülkedeki çalışmaların 47’si (%18,4) uluslararası işbirliği ile gerçekleştirilmiştir. ABD’nin Avrupa ve Avustralya’daki araştırma merkezleri ile işbirliği içinde olduğu görülmektedir (Şekil 2). Bu durum, küresel bağıcılık sektöründeki etkileşimleri ve ortak araştırmaların bilimsel çıktılarının kalitesini artırma potansiyelini vurgulamaktadır. ABD’de yapılan araştırmalar yoğun olarak dayanıklılık (resistance) üzerine yoğunlaşmaktadır (Şekil 1). Ek olarak genetik iyileştirmeler, moleküler biyoloji ve biyoteknoloji uygulamaları üzerine ilerlemektedir. Özellikle kuraklık stresine dayanıklı anaç geliştirme çalışmaları ve hastalık direnci mekanizmalarının moleküler temelleri gibi konular ABD’deki araştırmacılar için öncelikli alanlar arasındadır. Bu bağlamda, Morales-Cruz et al. (2021) tarafından yapılan araştırma, Kuzey Amerika’daki anaç olarak kullanılabilir yabani asma türleri (*Vitis*) arasında genetik varyasyonların ve adaptasyon mekanizmalarının incelenmiştir. Çalışma, *V. arizonica* gibi türlerin Pierce Hastalığı’na (*Xylella fastidiosa*) karşı direnç genleri taşıdığını ve bu direnç genlerinin biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı adaptasyon sağladığını ortaya koymuştur. Ayrıca, çalışmada introgressif melezleme (genetik göç) süreçlerinin kuraklık toleransı ve hastalık direnci gibi özelliklerin evriminde önemli bir rol oynadığını belirlemiştir. Özellikle yüksek rekombinasyon oranına sahip genom bölgelerinde, adaptif avantaj sağlayan genlerin aktarıldığı tespit etmişlerdir. Bu bulgular, yeni anaç geliştirme programlarının, genetik çeşitlilik ve adaptasyon mekanizmalarına dayalı olarak yürütülmesi gerektiğini göstermektedir. Vondras et al. (2021) tarafından yapılan araştırmada, GLRaV enfeksiyonunun farklı anaçlara sahip Cabernet Franc üzüm çeşitlerinde gen ekspresyonu, metabolit profili ve hormonal tepkiler üzerinde belirgin etkiler gösterdiğini belirlemiştir. Kober 5BB ve MGT 101-14 anaçları kullanılarak yapılan deneylerde, ABA ve ilgili genlerin ekspresyon seviyelerinin kök-sürgün etkileşimlerini belirlediği ve virüs

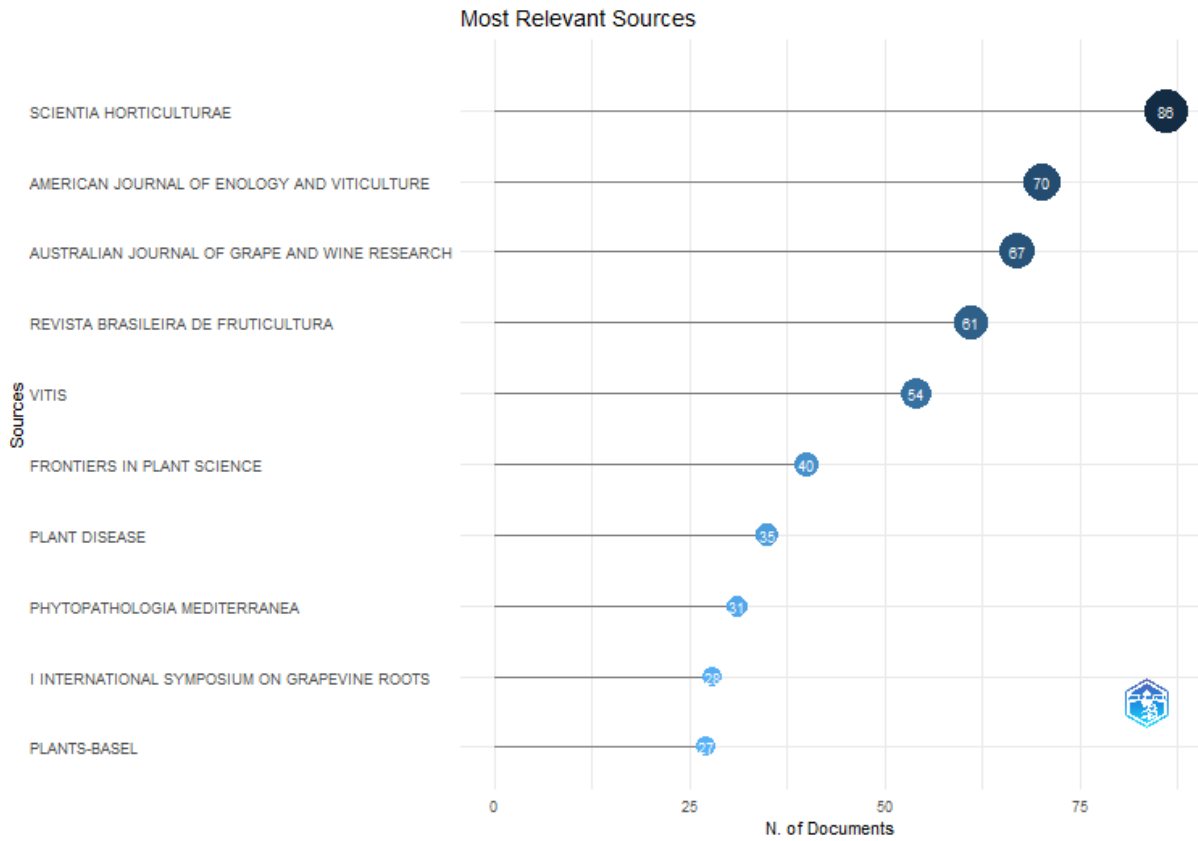
kelime – ülke ilişkisi grafiğine (Şekil 1) göre, İtalya'nın asma anaçlarıyla ilgili araştırmalarda öne çıkan anahtar kelimelerle nasıl ilişkilendirildiği analiz edilmiştir. Anahtar kelimelerin dağılımı incelendiğinde, belirli bir kelimeye yoğunlaşmak yerine, araştırmaların geniş bir konu yelpazesine yayıldığı ve çeşitli temalar etrafında dengeli bir dağılım sergilediği görülmektedir. Bu dağılım, İtalya'nın bağcılıkta hem genetik seleksiyon hem de verimlilik ve kalite odaklı çalışmalara önem verdiğini göstermektedir. Ayrıca, klasik bağcılık yöntemlerini modern biyoteknoloji ve stres toleransı mekanizmaları ile entegre eden bir araştırma yönelimi bulunduğu görülmektedir. Özellikle iklim değişikliği, su kullanımı ve şaraplık üzüm çeşitleriyle ilgili çalışmalar, İtalya'nın bağcılık alanındaki stratejik araştırma alanlarını oluşturmaktadır. Caruso et al. (2023) tarafından yürütülen çalışma, düzenlenmiş kısıtlı sulamanın (Regulated Deficit Irrigation - RDI), asma gelişimi, verimi ve tane kalitesi üzerindeki etkilerini detaylı olarak incelemiştir. Sangiovese üzüm çeşidinin farklı sulama rejimlerine verdiği tepki, iki farklı anaç (1103P ve SO4) kullanılarak analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler, erken dönem su kısıtlamasının (tane tutumu ve ben düşme dönemi) vegetatif büyümeyi baskıladığını, ancak tane kalitesini artırarak antosiyanin konsantrasyonunu yükselttiğini göstermiştir. Ben düşmeden olgunluğa kadar uygulanan su stresi (RDI 2) ise, tane olgunlaşmasını hızlandırırken titrasyon asiditesini artırarak meyve bileşimini değiştirmiştir. Ayrıca, kuraklığa duyarlılığı farklı olan anaçların su alımı ve üzüm kalitesi üzerinde belirgin farklılıklar oluşturduğu belirtmişlerdir. 1103P anacı üzerine aşılı asmaların daha geniş bir kök sistemine sahip olması, su eksikliği koşullarında daha fazla dayanıklılık sağlamış, ancak bu durum, vegetatif büyümenin erken döneminde daha yüksek su tüketimine yol açarak, gövde çapı ve sürgün büyümesi üzerinde olumsuz bir etki yarattığını belirtmişlerdir. Buna karşılık, SO4 anacı ile aşılı asmalarda daha sınırlı su tüketimine sahip olmuş, ancak daha düşük verim gösterdiği tespit edilmiştir.

Diğer Ülkeler Üzerine Genel Değerlendirme

Brezilya, ABD ve İtalya'nın ardından gelen ülkeler, genellikle kendi ulusal kapasiteleri doğrultusunda asma anaçları araştırmalarına katkı sağlamaktadır. İspanya (136 yayın), Fransa (118 yayın) ve Avustralya (116 yayın) gibi ülkeler, önemli bağcılık bölgelerine sahip olmaları nedeniyle aktif araştırma merkezleri olarak öne çıkmaktadır. Türkiye, 114 makale ile önemli bir konumda bulunurken, büyük oranda tek ülkeli yayınlara (%96,5) sahip olması, uluslararası işbirliği açısından henüz gelişme kaydedilmesi gerektiğini göstermektedir. Çin, Hindistan, Almanya, Şili ve İran gibi ülkeler de bağcılık araştırmalarına katkıda bulunsa da, daha çok bölgesel ihtiyaçlar doğrultusunda çalışma yürütmektedirler (Tablo2). Bibliometrik analiz sonuçları, asma anaçları araştırmalarında bilimsel üretkenliğin belirli ülkelerde yoğunlaştığını ve işbirlikçi araştırmaların bilimsel etkiyi artırdığını göstermektedir. ABD ve İtalya gibi ülkelerin uluslararası işbirliği oranlarının yüksek olması, daha geniş çaplı bilimsel etkileşimlerin araştırma kalitesini artırdığını göstermektedir. Buna karşılık, Brezilya ve Türkiye gibi ülkelerde çalışmaların büyük ölçüde ulusal sınırlar içinde yürütülmesi, küresel bağcılık araştırmalarına entegrasyon açısından bir eksiklik olarak değerlendirilebilir. Gelecekte, özellikle iklim değişikliği, su yönetimi, genetik iyileştirme ve biyoteknoloji temelli anaç geliştirme gibi konuların öne çıkması beklenmektedir. Ayrıca, çok ülkeli projelerin teşvik edilmesi, bilgi ve teknoloji transferini artırarak bağcılık araştırmalarında daha yenilikçi çözümler sunulmasına katkı sağlayacaktır. Özellikle Türkiye gibi ülkelerin, küresel işbirliklerini artırarak bağcılık alanındaki araştırma kapasitesini güçlendirmesi, sektörel gelişimi hızlandıracaktır.

Asma anaçları üzerinde en fazla yayın yapan dergiler

Asma anaçları ilişkisi üzerine yapılan araştırmalarda en fazla yayın yapan dergiler bibliyometrik analiz sonuçlarına göre (Şekil 3), *Scientia Horticulturae*, en fazla yayına sahip dergi olarak öne çıkmakta ve 86 yayın ile asma anaçları üzerine yapılan çalışmalar için önemli bir platform sağlamaktadır. Bu dergiyi, *American Journal of Enology and Viticulture* (70 yayın) ve *Australian Journal of Grape and Wine Research* (67 yayın) takip etmektedir. Bu durum, özellikle bağcılık ve şarap üretimi üzerine yoğunlaşan dergilerin, anaç ilişkili araştırmalar için en etkili yayın mecraları olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, *Horticulturae* (40 yayın) ve *Frontiers in Plant Science* (35 yayın) gibi multidisipliner dergiler de asma anaçlarıyla ilgili araştırmalara önemli katkılar sağlamaktadır. Bu dergilerin geniş kapsamlı yayın politikaları, özellikle fizyoloji, biyoteknoloji ve stres toleransı gibi konulara odaklanan çalışmalara ev sahipliği yapmalarını sağlamaktadır. Bu veriler, asma anaçları üzerine yapılan araştırmaların büyük ölçüde tarım ve bitki bilimleri, bağcılık ve enoloji alanlarına odaklanan prestijli dergilerde yayımlandığını ortaya koymaktadır.

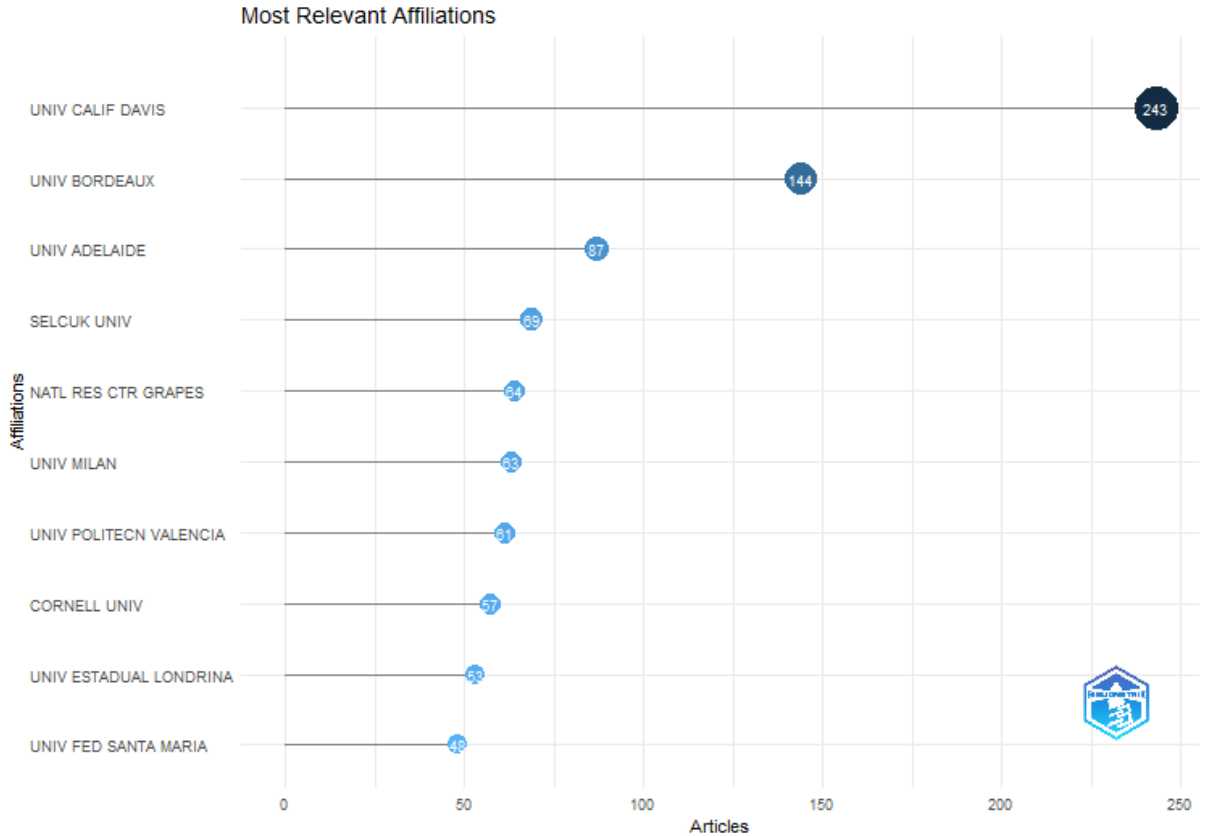


Şekil 3. Asma anaçları üzerinde yapılan araştırmalarda en fazla yayın yapan dergiler grafiği

Asma anaçları üzerinde en fazla yayın yapan kurumlar

Asma anaçları ilişkisi üzerine en fazla akademik yayın yapan kurumlar Şekil 4'de verilmiştir. *University of California, Davis* (243 yayın) ve *University of Bordeaux* (144 yayın), asma anaçları araştırmalarında en fazla yayın üreten kurumlar olarak öne çıkmaktadır. *University of California* ve *Davis*, özellikle kuraklık toleransı yüksek anaçların geliştirilmesi, hastalık direnci ve biyoteknoloji temelli bağcılık araştırmalarında lider konumda bulunmaktadır. *University of*

Bordeaux ise şaraplık üzüm çeşitlerinin yetiştirilmesi, kalite artırımı ve iklim değişikliği adaptasyon stratejileri gibi konularda önemli bilimsel katkılar sunmaktadır. Bunun yanı sıra, *University of Adelaide* (87 yayın), *Selçuk Üniversitesi* (69 yayın) ve *National Research Center for Grapes* (64 yayın) gibi araştırma merkezleri, biyoteknolojik uygulamalar, su yönetimi ve bağ hastalıkları üzerine yapılan çalışmalar açısından öne çıkmaktadır. *Selçuk Üniversitesi*, Türkiye’den en fazla akademik yayına sahip kurum olarak dikkat çekmekte olup, özellikle kuraklık stresine dayanıklı anaç geliştirme, üzüm çeşitlerinin fenotipik ve genetik analizleri ile bağ hastalıkları üzerine yapılan araştırmalarıyla bilimsel alanda önemli bir konuma sahiptir. Daha düşük ancak etkili yayın sayılarına sahip olan *University of Milan* (63 yayın), *Polytechnic University of Valencia* (61 yayın) ve *Cornell University* (57 yayın), bağcılık araştırmalarında stres toleransı, sürdürülebilir bağcılık teknikleri ve biyoteknolojik yöntemler üzerine yoğunlaşmaktadır. Özellikle *Cornell Üniversitesi*, iklim değişikliğinin bağcılık üzerindeki etkileri ve adaptasyon stratejileri konusunda yaptığı çalışmalarla ön plana çıkmaktadır. Bu bulgular, bağcılık ve anaç araştırmalarında kurumsal ve uluslararası iş birliklerinin kritik bir rol oynadığını ve bu alandaki bilimsel üretkenliğin belirli akademik merkezlerde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır.



Şekil 4. Asma anaçları üzerinde yapılan araştırmalarda en fazla yayın yapan kurumlar grafiği

Asma Anaçları Üzerinde En Fazla Yayın Yapan Yazarlar ve İşbirlikleri

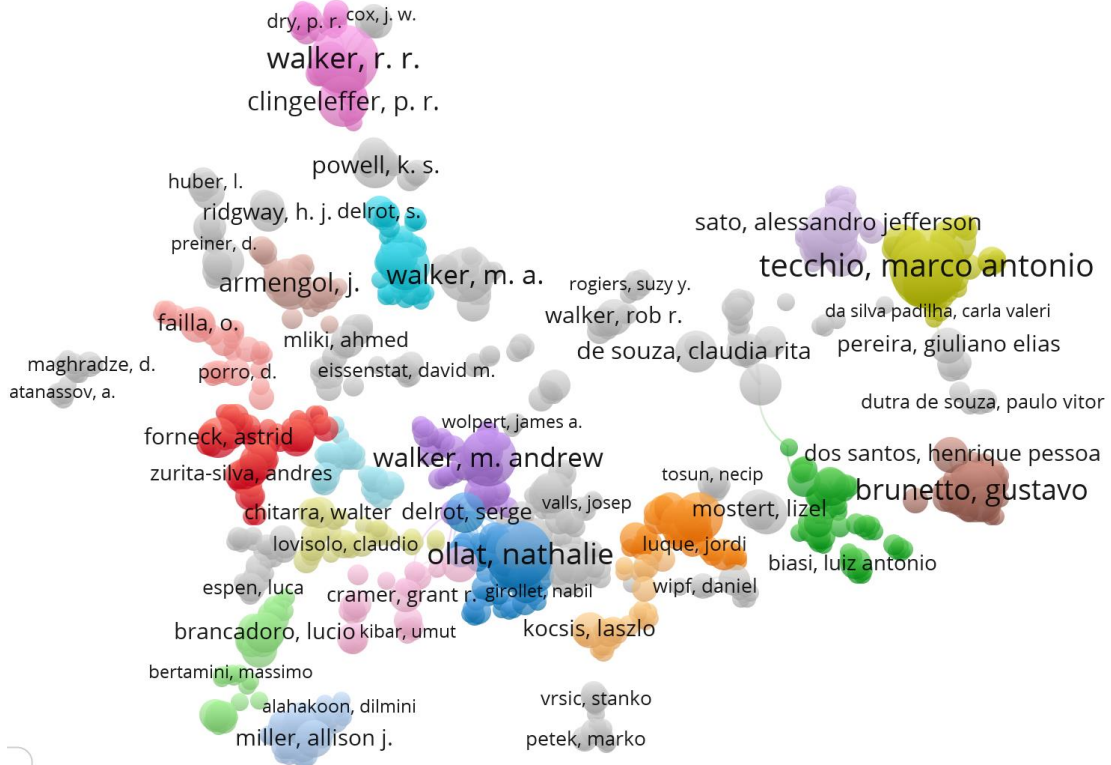
Asma anaçları ilişkisi üzerine en fazla yayın yapan yazarlar ve akademik etki faktörleri Tablo 3’de sunulmuştur. *Walker M.A.* (37 yayın, 8.16 etki faktörü) ve *Walker R.R.* (35 yayın, 6.94 etki faktörü), bağcılık araştırmalarında en etkili bilim insanları olarak öne çıkmaktadır. *Walker*

M.A., kuraklık toleransı ve hastalık direnci yüksek anaçların genetik analizleri üzerine yaptığı çalışmalarla tanınırken, *Walker R.R.* ise su yönetimi ve tuzluluk toleransı ile ilgili araştırmalara katkı sağlamaktadır. *Ollat N.* (35 yayın, 5.14 etki faktörü), özellikle asma anaçlarının fizyolojik özellikleri ve biyoteknolojik uygulamalar üzerine yaptığı çalışmalarla bilimsel literatürde önemli bir yer edinmiştir. Bunun yanı sıra, *Tecchio M.A.* (29 yayın, 3.94 etki faktörü) ve *Armengol J.* (27 yayın, 7.02 etki faktörü), bağcılıkta hastalık yönetimi ve biyolojik mücadele konularına odaklanarak bağ hastalıkları ile mücadelede önemli bilimsel katkılar sunmaktadır. Dikkat çeken bir diğer isim *Sabir A.* (26 yayın, 12.22 etki faktörü) olup, özellikle Türkiye'deki bağcılık araştırmalarında önemli bir akademik etkiye sahiptir. Kuraklık ve stres yönetimi üzerine yaptığı çalışmalar, su tasarrufu sağlayan bağcılık teknikleri ve genetik dayanıklılık gibi konulara odaklanmaktadır.

Tablo 3. Asma anaçları üzerinde yapılan araştırmalarda en fazla yayın yapan yazarlar

Yazarlar	Yayın sayısı	Etki faktörleri
WALKER MA	37	8,16
OLLAT N	35	5,14
WALKER RR	35	6,94
TECCHIO MA	29	3,94
ARMENGOL J	27	7,02
SABIR A	26	12,22
BRUNETTO G	24	2,81
COOKSON SJ	24	3,65
GRAMAJE D	24	5,63
MOURA MF	24	3,17

İşbirlikleri haritasında görüldüğü gibi (Şekil 5), bilim insanları arasındaki bağlantılar disiplinler arası ve uluslararası iş birliklerini göstermektedir. *Walker M.A.*, *Ollat N.* ve *Armengol J.* gibi isimler geniş bir akademik ağa sahipken, *Brunetto G.* ve *Moura M.F.* gibi araştırmacılar ise bölgesel ve uygulamalı araştırmalara odaklanan bilim insanları olarak öne çıkmaktadır. Bu analiz, asma anaçları araştırmalarında uluslararası düzeyde iş birliklerinin bilimsel etkiyi artırdığını ve bu alandaki akademik üretkenliğin belirli araştırma gruplarında yoğunlaştığını ortaya koymaktadır.



Şekil 5. Asma anaçları üzerinde yapılan araştırmalarda en fazla atıf alan yazarlar arasındaki bilimsel iş birliği ağı

Asma anaçları üzerinde yapılan araştırmalarda anahtar kelime ağ analizi ve araştırma eğilimleri

Anahtar kelime analizi, asma ve anaç araştırmalarında farklı temalar etrafında yoğunlaşan bilimsel eğilimleri ortaya koymaktadır (Şekil 6). Kelime kümeleri, asma – anaç araştırmalarının genetik, stres toleransı, verimlilik ve hastalık yönetimi gibi disiplinler arası konularla nasıl ilişkilendiğini göstermektedir.

Mavi küme (üzüm kalitesi ve biyokimyasal bileşenler)

Anahtar kelimeler: Anthocyanins (antosiyantinler), resveratrol (rezveratrol), quality (kalite), yield (verim), hybrid grapes (hibrit asmalar), ripening (olgunlaşma)

Bu küme, tane kalitesini artırmaya yönelik çalışmaların önemini vurgulamaktadır. Fenolik bileşenler, şarap üretimi ve antioksidan aktivite üzerine yapılan araştırmalar, bağcılığın ticari değerini artırmada kritik rol oynamaktadır. Hibrit üzüm çeşitleri ve renk gelişimiyle ilgili çalışmalar, şarap ve sofralık üzüm üretimi açısından incelenmiştir.

Yeşil küme (iklim değişikliği ve stres toleransı)

Anahtar kelimeler: Climate change (iklim değişikliği), water stress (su stresi), drought tolerance (kuraklık toleransı), chlorosis (kloroz), evapotranspiration (su kaybı)

Bu küme, bağcılığın su yönetimi, kuraklık ve tuzluluk gibi çevresel streslere adaptasyonu üzerine yapılan araştırmaları temsil etmektedir. İklim değişikliğine dayanıklı anaç geliştirme çalışmaları, bağcılık sektöründe sürdürülebilir üretimi sağlayı amaçlayan çalışmalardır.

anaçların kritik bir rol oynadığını ve bu alandaki araştırmaların özellikle stres toleransı, su yönetimi, genetik iyileştirme ve biyoteknoloji uygulamaları gibi konulara yoğunlaştığını göstermektedir. ABD, İtalya ve Brezilya, en fazla yayına sahip ülkeler olarak öne çıkarken, *University of California Davis*, *INRAE* ve *University of Bordeaux* en etkili akademik kurumlar olarak belirlenmiştir. *Walker M.A.*, *Ollat N.* ve *Tecchio M.A.* gibi araştırmacılar, bilimsel üretkenlik ve atıf etkisi açısından en önemli katkıyı sağlayan isimler arasında yer almaktadır. Anahtar kelime analizleri, araştırmaların geniş bir konu yelpazesine yayıldığını ve bağcılık biliminde disiplinler arası çalışmaların giderek daha fazla önem kazandığını ortaya koymaktadır.

Gelecekteki araştırmaların genetik seleksiyon, moleküler biyoteknoloji ve stres toleransı gibi konulara odaklanarak, asma anaçlarının çevresel stres koşullarına karşı daha dirençli hale getirilmesine yönelik stratejiler geliştirmesi önerilmektedir. Özellikle, kuraklık ve tuzluluk toleransı yüksek anaçların geliştirilmesi, biyolojik mücadele yöntemlerinin bağcılıkta yaygınlaştırılması ve yeni mikrobiyal uygulamaların entegre edilmesi, sürdürülebilir bağcılık açısından kritik araştırma alanlarıdır. Ayrıca, uluslararası işbirliklerinin artırılması, bilgi ve teknoloji transferinin hızlandırılması ve iklim değişikliği ile mücadeleye yönelik sürdürülebilir bağcılık uygulamalarının teşvik edilmesi, sektörel gelişim açısından büyük önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- Amorim, T. L., Santos, H. R. B., Neto, J. B., Hermínio, P. J., Silva, J. R. I., Silva, M. M. A., ... & Ferreira-Silva, S. L. (2023). Resistant rootstocks mitigate ionic toxicity with beneficial effects for growth and photosynthesis in grapevine grafted plants under salinity. *Scientia Horticulturae*, 317, 112053.
- Bassoi, L. H., de Melo Chaves, A. R., & Teixeira, R. P. (2021). Responses of 'Syrah' grapevine to deficit irrigation in the Brazilian semi-arid region. *Agricultural Water Management*, 258, 107186.
- Boeno, D., & Zuffellato-Ribas, K. C. (2023). A quantitative assessment of factors affecting the rooting of grapevine rootstocks (*Vitis vinifera* L.). *Acta Scientiarum. Agronomy*, 45, e57987.
- Bonarota, M. S., Troups, H. S., Bristow, S. T., Santos, P., Jackson, L. E., Cramer, G. R., & Barrios-Masias, F. H. (2024). Drought response and recovery mechanisms of grapevine rootstocks grafted to a common *Vitis vinifera* scion. *Plant Stress*, 11, 100346.
- Caruso, G., Palai, G., Gucci, R., & D'Onofrio, C. (2023). The effect of regulated deficit irrigation on growth, yield, and berry quality of grapevines (cv. Sangiovese) grafted on rootstocks with different resistance to water deficit. *Irrigation Science*, 41(4), 453-467.
- Caruso, G., Palai, G., Gucci, R., & D'Onofrio, C. (2023). The effect of regulated deficit irrigation on growth, yield, and berry quality of grapevines (cv. Sangiovese) grafted on rootstocks with different resistance to water deficit. *Irrigation Science*, 41(4), 453-467.
- Chen, Y., Fei, Y., Howell, K., Chen, D., Clingeleffer, P., & Zhang, P. (2024). Rootstocks for grapevines now and into the future: selection of rootstocks based on drought tolerance, soil nutrient availability, and soil pH. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 2024(1), 6704238.
- da Silva, M. J. R., Paiva, A. P. M., Junior, A. P., Sánchez, C. A. P. C., Callili, D., Moura, M. F., ... & Tecchio, M. A. (2018). Yield performance of new juice grape varieties grafted onto different rootstocks under tropical conditions. *Scientia Horticulturae*, 241, 194-200.
- Moine, A., Chitarra, W., Nerva, L., Agliassa, C., Gambino, G., Secchi, F., ... & Boccacci, P. (2024). Grafting with non-suckering rootstock increases drought tolerance in *Corylus avellana* L. through physiological and biochemical adjustments. *Physiologia Plantarum*, 176(6), e70003.
- Morales-Cruz, A., Aguirre-Liguori, J. A., Zhou, Y., Minio, A., Riaz, S., Walker, A. M., ... & Gaut, B. S. (2021). Introgression among North American wild grapes (*Vitis*) fuels biotic and abiotic adaptation. *Genome Biology*, 22, 1-27.
- Ollat, N., Tandonnet, J. P., De Miguel, M., Saint-Cast, C., Lauvergeat, V., Tran, J., ... & Marguerit, E. (2023, November). Retrospective analysis of our knowledge regarding the genetics of relevant traits for rootstock breeding. In *2nd International Congress on Grapevine and Wine Sciences*.
- Reingwartz, I., Uretsky, J., Cuneo, I. F., Knipfer, T., Reyes, C., Walker, M. A., & McElrone, A. J. (2021). Inherent and stress-induced responses of fine root morphology and anatomy in commercial grapevine rootstocks with contrasting drought resistance. *Plants*, 10(6), 1121.
- Silva, A. G. D., Felinto Filho, E. F., Ulisses, C., Musser, R. D. S., Costa, C. D. S., Chaves, A. R. D. M., & Leão, P. C. D. S. (2024). Grapevine rootstocks under water deficit: biomass, biochemical, and gas exchange attributes. *Revista Caatinga*, 37, e11870.
- Souza, C. R. D., Bassoi, L. H., Lima Filho, J. M. P., Silva, F. F. S. D., Viana, L. H., Dantas, B.

- F., ... & Ribeiro, P. R. D. A. (2009). Water relations of field-grown grapevines in the São Francisco Valley, Brazil, under different rootstocks and irrigation strategies. *Scientia Agricola*, 66, 436-446.
- Sun, Q., Granco, G., Groves, L., Voong, J., & Van Zyl, S. (2023). Viticultural manipulation and new technologies to address environmental challenges caused by climate change. *Climate*, 11(4), 83.
- Tecchio, M. A., Silva, M. J. R. D., Sanchez, C. A. P. C., Callili, D., Vedoato, B. T. F., Hernandez, J. L., & Moura, M. F. (2022). Yield performance and quality of wine grapes (*Vitis vinifera*) grafted onto different rootstocks under subtropical conditions. *Bragantia*, 81, e1622.
- van Leeuwen, C., Sgubin, G., Bois, B., Ollat, N., Swingedouw, D., Zito, S., & Gambetta, G. A. (2024). Climate change impacts and adaptations of wine production. *Nature Reviews Earth & Environment*, 5(4), 258-275.
- Vondras, A. M., Lerno, L., Massonnet, M., Minio, A., Rowhani, A., Liang, D., ... & Cantu, D. (2021). Rootstock influences the effect of grapevine leafroll-associated viruses on berry development and metabolism via abscisic acid signalling. *Molecular plant pathology*, 22(8), 984-1005.
- Yıldırım, K., Yağcı, A., Sucu, S., & Tunç, S. (2018). Responses of grapevine rootstocks to drought through altered root system architecture and root transcriptomic regulations. *Plant Physiology and Biochemistry*, 127, 256-268.
- Zhang, K., Chen, X., Yuan, P., Song, C., Song, S., Jiao, J., ... & Bai, T. (2023). Comparative physiological and transcriptome analysis reveals potential pathways and specific genes involved in waterlogging tolerance in apple rootstocks. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(11), 9298.

THE INNOVATIVE ROLE OF METAL-ORGANIC FRAMEWORKS IN ENHANCING THE EFFICIENCY OF CHEMICAL FERTILIZERS FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE

Rukiye TAŞ (ORCID: 0009-0002-5828-6323)

Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Ankara-Türkiye, **Email:** ryasar@ankara.edu.tr (Responsible Author)

Prof. Dr. Berna TOPUZ (ORCID: 0000-0002-6980-3296)

Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Ankara-Türkiye, **Email:** topuzb@ankara.edu.tr

Doç. Dr. Hakan KAYI (ORCID: 0000-0001-7300-0325)

Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Ankara-Türkiye, **Email:** hkayi@ankara.edu.tr

Abstract

The increase in the global population has led to the conversion of agricultural lands into residential areas. Moreover, the growing population has increased the demand for food, emphasizing the need to harvest higher yields from shrinking agricultural areas. This situation has resulted in the excessive use of fertilizers to achieve higher productivity and a heavy reliance on chemical fertilizers. Traditional fertilizers are lost through evaporation, leaching, and surface runoff, leading to low nutrient utilization by plants, economic losses, and environmental issues such as nitrate pollution. This has driven research toward improving the efficiency of chemical fertilizers, resulting in the development of controlled-release fertilizers (CRFs) to allow nutrients to be released in a controlled manner. Today, CRFs are available with coatings made of various plastic materials of adjustable thickness, enabling nutrient release over specified durations. However, the use of plastics leads to the accumulation of microcapsules in the soil, thereby causing environmental pollution. Metal-organic frameworks (MOFs) offer an innovative role in developing environmentally friendly CRFs. In recent years, MOFs have gained increasing attention due to their widespread use in controlled drug delivery. The inherent structure of MOFs, which contains metal atoms, provides micronutrients, and incorporating chemical fertilizers into their structure creates uncoated CRFs. These uncoated CRFs can serve as an alternative to current coated CRFs and address their disadvantages by offering a novel material design. This study evaluates the potential use of MOF-based uncoated controlled-release fertilizers, their effects on plant growth, and their applicability for sustainable agricultural production.

Keywords: Controlled Release Fertilizer, Metal Organic Framework, Urea Encapsulation

THE INNOVATIVE ROLE OF METAL-ORGANIC FRAMEWORKS IN ENHANCING THE EFFICIENCY OF CHEMICAL FERTILIZERS FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE

Özet

Küresel nüfus artışı tarım alanlarının yerleşim yerleri olarak kullanılmasını beraberinde getirmiştir. Ayrıca nüfus artışı gıda talebini arttırmış, azalan tarım alanlarından daha fazla miktarda mahsül alınması üzerine yoğunlaşmıştır. Bu durum yüksek miktarlarda gübre kullanılarak daha fazla verim elde edilmesini ve yoğun kimyasal gübre kullanılmasına sebep olmuştur. Geleneksel gübreler; buharlaşma, sızıntı, yüzeysel akış ile kaybolmakta ve bitkinin besin maddesi kullanımının düşük olmasına, ekonomik kayıplara ve nitrat kirliliği başta olmak üzere çevresel sorunlara yol açmaktadır. Bu durum kimyasal gübrelerin etkinliğini artırma yönündeki çalışmalarla besinin kontrollü bir şekilde salımı için kontrollü salımlı gübrelerin (KSG) geliştirilmesini sağlamıştır. Günümüzde, kimyasal gübreler kaplama malzemesi olarak çeşitli plastik materyallerle kalınlığı değiştirilerek belli sürelerde salınacak şekilde KSG'ler bulunmaktadır. Plastik kullanılması nedeniyle toprakta mikrokapsüllerin birikimine dolayısıyla çevre kirliliğine neden olmaktadır. Metal-organik kafes (MOF) bileşikleri çevre dostu KSG'ler geliştirilmesi için yenilikçi bir rol sunmaktadır. Özellikle son yıllarda kontrollü ilaç salımında yaygın bir şekilde kullanılması giderek dikkat çekmektedir. MOF yapısının doğal yapısı gereği metal atomları içermesi mikro besin sağlarken yapısına kimyasal gübre eklenmesi ile kaplamasız KSG oluşturularak, mevcut kaplamalı KSG'lere alternatif ve onların dezavantajlarını gidermek üzere yeni malzeme olarak tasarlanmaktadır. Bu çalışma, MOF temelli kaplamasız kontrollü salımlı gübre yapısının kullanım potansiyeli ve bitki gelişiminde etkileri ile sürdürülebilir tarımsal üretim için değerlendirilebilirliğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kontrollü Salımlı Gübre, Metal Organik Kafes, Üre Kapsülasyonu

Introduction

Global population growth and climate change have posed significant challenges to food production. The growing demand for food, urbanization, and industrialization have reduced agricultural land, leading to higher harvest rates from productive areas (Duan et al., 2023; Eddarai et al., 2024). The reduction in agricultural land has brought the necessity of using large amounts of fertilizers. Fertilizers are agricultural chemicals that are given to the plant by organic or chemical means in order to meet the nutritional needs of the plants and to complete the physiological development of the plant and to support the complete uptake of the missing or insufficient components in the soil (Penuelas et al., 2023). Fertilizers contain essential macronutrients for plants, including oxygen, carbon, hydrogen, nitrogen, phosphorus, and potassium, which are often limited in soil. The requirement for micronutrients in plants is relatively lower compared to macronutrients. However, it is known that micronutrients such as boron (B), zinc (Zn), iron (Fe), copper (Cu), manganese (Mn), and sulfur (S) are necessary as cofactors in biochemical reactions, and their deficiency weakens plant resistance to environmental conditions, reducing plant yield and quality (Kumari et al., 2024; Mikula et al., 2020). Chemical fertilizers are widely used solid fertilizers. Chemical fertilizers are commercially produced and used fertilizers that contain essential components that meet the nutrient needs of plants for agricultural sustainability. In these structures, due to evaporation, leakage, and surface runoff, the nutrients released into the soil continuously decrease. Germinating plants cannot absorb all the applied fertilizer, so excess nutrients tend to seep into the water table, leading to eutrophication. This situation causes economic losses and environmental problems (Ladha et al., 2005; Penuelas et al., 2023; Tonelli et al., 2024). New materials innovative solution for improving the efficiency of chemical fertilizers. Fertilizer technologies have developed advanced fertilizers, such as slow-release or controlled-release fertilizers (CRFs), to overcome these challenges (Sholeha et al., 2024; Vejan et al., 2021). Coating materials can be supported with inhibitors or integrated with porous materials to prevent losses due to the high solubility of chemical fertilizers (Eddarai et al., 2024). Research on the use of metal organic frameworks for the delivery of pharmaceutical systems as well as the controlled release of pesticides, herbicides and similar plant protection chemicals is increasing. Metal organic frameworks as new materials play an innovative role in the efficient release of chemical fertilizers (Karimi-Maleh et al., 2024; Yang et al., 2017).

Controlled Release Fertilizers

The strategy to reduce the inefficiencies of conventional fertilizers and their environmental impact due to their negative effects on soil and water resources has led to the development of slow-release and controlled-release fertilizers (Medina et al., 2014; Wang et al., 2024). While the rapid solubility of traditional fertilizers leads to their rapid disappearance, new generation fertilizers have been developed to prevent this. Various sulfur and polyethylene-coated fertilizer materials have been developed since the 1960s to increase the efficiency of fertilizers. Today, many advanced fertilizers incorporating nanomaterials and porous materials are being researched (Basak et al., 2024).

Controlled-release fertilizers (CRFs) enable the gradual release of nutrients during plant growth, reducing nitrogen losses in agricultural systems by 40-70%, and improving both harvest yield and product quality with less fertilization (Tay et al., 2024; Wu et al., n.d.). CRFs are designed to release active nutrients in a controlled manner, extend the release duration, and regulate the release rate in accordance with the metabolic needs of plants. The nutrient release

rate from CRFs matches the maximum nutrient uptake rate of plants, which dynamically changes throughout their growth stages. The difference between slow-release fertilizers and controlled-release fertilizers (CRFs) is that slow-release fertilizers release nutrients at a slower rate than conventional fertilizers (Eddarai et al., 2024). However, their release pattern, rate, and duration are less predictable compared to CRFs. CRFs can be defined as granulated fertilizers coated/encapsulated with hydrophobic coating materials that act as a diffusion barrier. Controlled-release fertilizers coated with petroleum-based polymers (such as polyethylene and polyurethane) have become increasingly popular in agriculture. However, the non-renewable resource and its accumulation in the soil causes environmental problems (Wei et al., 2019). Among advanced materials applied in agriculture; hydrogel/aerogel formulations, zeolites, nanomaterials, metal organic frameworks have also been used in various applications such as environmental remediation, drug release and are among the solutions proposed in the literature for controlled or slow release of fertilizers (Manikandan & Subramanian, n.d.; Naz & Sulaiman, 2016).

Metal Organic Frameworks as Innovative Role in CRFs

Metal-organic framework (MOF) compounds offer a new option for the development of controlled-release fertilizers. MOFs are functional materials formed by metal ions or ion clusters and organic ligands. MOFs were first introduced in 1995 (Anstoetz et al., 2015; Karimi-Maleh et al., 2024).

The use of MOFs in the agricultural field focuses on sensor applications, removal of agricultural chemicals and controlled release of agricultural chemicals. In sensor applications, there are many studies on the detection of heavy metals, pesticides and other chemicals by utilizing the luminescence property of MOF structures. Adsorption capabilities of MOFs are used in the removal of agricultural chemicals as well as in many fields thanks to their large surface area and porosity. It is one of the porous nonomaterials that come to the forefront especially in the removal of agricultural chemicals that cause environmental pollution and high doses in water resources due to their overuse (Rojas et al., 2022). Apart from these, metal organic frameworks have been investigated in many studies among alternative materials in order to eliminate health concerns caused by excessive use of pesticides in order to ensure food safety (Fig. 1). In controlled release applications, it is aimed to increase the efficiency of use and reduce overuse by controlled release of pesticides and other plant protection agricultural chemicals (Srivastav et al., 2024; Vejan et al., 2021).

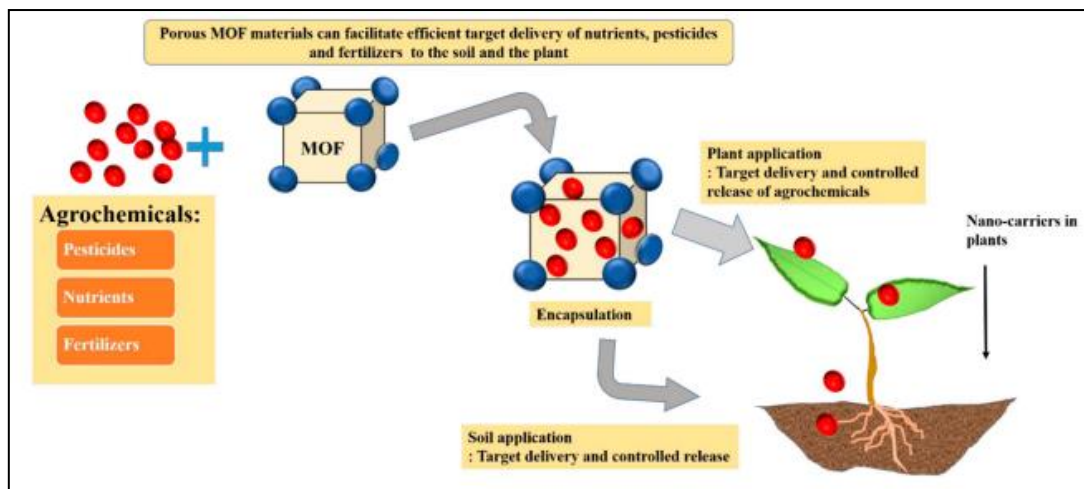


Figure 1. Metal-organic framework as nanocarriers for agricultural applications (Basak et al., 2024)

MOFs can be used as fertilizers since they can contain nitrogen, phosphorus and micronutrients such as iron, zinc, copper, etc., which are essential nutrients for plants. There are several studies on the effects of different types of MOFs on the growth rate of different plants and the potential of MOFs as fertilizers is important for its innovative aspect (Abdelhameed et al., 2019; Anstoetz et al., 2015; Rojas et al., 2022). Metal organic frameworks investigated iron-based MOF structure iron-metal-organic lattice-ethylene diamine tetraacetic acid (Fe-MOF-EDTA) as an iron source and fertilizer for bean plant growth in hydroponic (soilless) environment. It was observed that Fe-MOF-EDTA improved chlorophyll content, protein and enzyme activities and increased plant weight by 9.6% in 96 hours compared to other iron sources (Abdelhameed et al., 2019). Another work used copper-benzene tricarboxylic acid (Cu-BTC) as a MOF structure and in this matrix, carbon quantum dots (CQDs) nucleated from alkali-hydrolyzed carboxymethyl cellulose (CMC) were anchored by hydrothermal technique and investigated the efficiency of CQDs@Cu-BTC composite as a fertilizer for sunflower. Plant height, fresh and dry weights of whole plants were expressed in centimeters (cm) and grams (g), respectively. Chlorophyll a, b and carotenoids were extracted from fresh leaves and calculated. The obtained CQDs and CQDs@Cu-BTC were applied to sunflower plants; chlorophyll a and carotenoid contents were found to be 0.465 and 0.497, 0.350 and 0.364 mg/g after treatment with CQDs and CQDs@Cu-BTC, respectively. The shoot length of sunflower sample increased to 38.7 and 46.5 cm after treatment with CQDs and CQDs@Cu-BTC, respectively. Application of CQDs@Cu-BTC as fertilizer increased sunflower growth and photosynthetic pigment content. Commercial nutrient < CQDs < Cu-BTC < CQDs@Cu-BTC. They concluded that CQDs@Cu-BTC can be used for plants instead of commercial fertilizer by improving sunflower growth and physiological properties (Ahmed et al., 2022). MOFs an alternative coating materials for chemical fertilizers. Metal units and organic groups can be use for plant nutrition. Non-toxic ingredients contribute for sustainable agriculture.

Conclusion

The design and research of advanced fertilizers is very important for environmental concerns and sustainable agricultural production. Especially the integration of nanomaterials into agricultural studies has increased considerably with the developing technology. Agricultural

chemicals are one of the areas where nanomaterials and new materials find the most application areas. Especially plant protection and nutrition are indispensable elements of agricultural production. Controlling the use of pesticides and fertilizers with new materials has become a highly researched area. In this sense, metal organic frameworks support plant growth by providing the macro and micro nutrients needed by the plant. As an alternative to polluting coating materials causing plastic accumulation in the soil, it provides controlled release of nutrients by preventing plastic accumulation. Metal organic frameworks, which can provide an innovative perspective for fertilizer technology, are advanced materials with high potential for use in sustainable agriculture with their biocompatibility with the plant and growth environment.

References

- Abdelhameed, R. M., Abdelhameed, R. E., & Kamel, H. A. (2019). Iron-based metal-organic-frameworks as fertilizers for hydroponically grown *Phaseolus vulgaris*. *Materials Letters*, 237, 72–79. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2018.11.072>
- Ahmed, H. B., Mahmoud, N. E., Mahdi, A. A., Emam, H. E., & Abdelhameed, R. M. (2022). Affinity of carbon quantum dots anchored within metal organic framework matrix as enhancer of plant nourishment. *Heliyon*, 8(12). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12396>
- Anstoetz, M., Rose, T. J., Clark, M. W., Yee, L. H., Raymond, C. A., & Vancov, T. (2015). Novel applications for oxalate-phosphate-amine metal-organic-frameworks (OPA-MOFs): Can an iron-based OPA-MOF be used as slow-release fertilizer? *PLoS ONE*, 10(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144169>
- Basak, S., Bhattacharyya, P., Pudake, R. N., Lokhande, P. E., Rednam, U., & Chakrabarti, S. (2024). Metal-organic framework as nanocarriers for agricultural applications: a review. In *Frontiers in Nanotechnology* (Vol. 6). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fnano.2024.1385981>
- Duan, Q., Jiang, S., Chen, F., Li, Z., Ma, L., Song, Y., Yu, X., Chen, Y., Liu, H., & Yu, L. (2023). Fabrication, evaluation methodologies and models of slow-release fertilizers: A review. In *Industrial Crops and Products* (Vol. 192). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.116075>
- Eddarai, E. M., El Mouzahim, M., Ragaoui, B., Eladaoui, S., Bourd, Y., Bellaouchou, A., & Boussen, R. (2024). Review of current trends in chitosan based controlled and slow-release fertilizer: From green chemistry to circular economy. In *International Journal of Biological Macromolecules* (Vol. 278). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.134982>
- Karimi-Maleh, H., Ghalkhani, M., Saberi Dehkordi, Z., Mohsenpour Tehran, M., Singh, J., Wen, Y., Baghayeri, M., Rouhi, J., Fu, L., & Rajendran, S. (2024). Mof-enabled pesticides as developing approach for sustainable agriculture and reducing environmental hazards. In *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* (Vol. 129, pp. 105–123). Korean Society of Industrial Engineering Chemistry. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2023.08.044>
- Kumari, A., Sharma, H., Kumari, A., Sharma, P., Pathak, N., Singh, R., Al-Tawaha, A. R., Pandey, D. K., Shekhawat, M. S., & Mandal, S. (2024). Current understanding and interface between micro- and macronutrients in the plant–soil system: an overview. In *Essential Minerals in Plant-Soil Systems: Coordination, Signaling, and Interaction under Adverse Situations* (pp. 53–92). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-16082-0.00014-X>
- Ladha, J. K., Pathak, H., Krupnik, T. J., Six, J., & van Kessel, C. (2005). Efficiency of Fertilizer Nitrogen in Cereal Production: Retrospects and Prospects. In *Advances in Agronomy* (Vol. 87, pp. 85–156). [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(05\)87003-8](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(05)87003-8)
- Manikandan, A., & Subramanian, K. S. (n.d.). *Urea Intercalated Biochar-a Slow Release Fertilizer Production and Characterisation*. www.indjst.org
- Medina, L. C., Sartain, J. B., Obreza, T. A., Hall, W. L., & Thiex, N. J. (2014). Evaluation of a soil incubation method to characterize nitrogen release patterns of slow- and controlled-release fertilizers. In *Journal of AOAC International* (Vol. 97, Issue 3, pp. 643–660). AOAC International. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.13-065>

- Mikula, K., Izydoreczyk, G., Skrzypczak, D., Mironiuk, M., Moustakas, K., Witek-Krowiak, A., & Chojnacka, K. (2020). Controlled release micronutrient fertilizers for precision agriculture – A review. *Science of the Total Environment*, 712. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136365>
- Naz, M. Y., & Sulaiman, S. A. (2016). Slow release coating remedy for nitrogen loss from conventional urea: A review. In *Journal of Controlled Release* (Vol. 225, pp. 109–120). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2016.01.037>
- Penuelas, J., Coello, F., & Sardans, J. (2023). A better use of fertilizers is needed for global food security and environmental sustainability. In *Agriculture and Food Security* (Vol. 12, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s40066-023-00409-5>
- Rojas, S., Rodríguez-Diéguez, A., & Horcajada, P. (2022). Metal-Organic Frameworks in Agriculture. In *ACS Applied Materials and Interfaces* (Vol. 14, Issue 15, pp. 16983–17007). American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/acsami.2c00615>
- Sholeha, N. A., Wiraguna, E., Sujarnoko, T. U. P., Budiono, D., Farobie, O., Mahardika, M., Sophia, H., & Fauzi, A. A. (2024). Fabrication and Effectiveness of Composite Materials in Urea Slow-Release Fertilizers: A Mini-Review. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 14(5). <https://doi.org/10.33263/BRIAC145.112>
- Srivastav, A. L., Patel, N., Rani, L., Kumar, P., Dutt, I., Maddodi, B. S., & Chaudhary, V. K. (2024). Sustainable options for fertilizer management in agriculture to prevent water contamination: a review. In *Environment, Development and Sustainability* (Vol. 26, Issue 4, pp. 8303–8327). Springer Science and Business Media B.V. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03117-z>
- Tay, K. W. W., Chin, S. F., & Wasli, M. E. (2024). *Cellulose Nanoparticles as Controlled Release Nanocarriers for Urea*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5373182/v1>
- Tonelli, D., Rosa, L., Gabrielli, P., Parente, A., & Contino, F. (2024). Cost-competitive decentralized ammonia fertilizer production can increase food security. *Nature Food*, 5(6), 469–479. <https://doi.org/10.1038/s43016-024-00979-y>
- Vejan, P., Khadiran, T., Abdullah, R., & Ahmad, N. (2021). Controlled release fertilizer: A review on developments, applications and potential in agriculture. *Journal of Controlled Release*, 339, 321–334. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2021.10.003>
- Wang, X., Yang, Y., Zhong, S., Meng, Q., Li, Y., Wang, J., Gao, Y., & Cui, X. (2024). Advances in controlled-release fertilizer encapsulated by organic-inorganic composite membranes. In *Particuology* (Vol. 84, pp. 236–248). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.partic.2023.06.019>
- Wei, X., Chen, J., Gao, B., & Wang, Z. (2019). Role of controlled and slow release fertilizers in fruit crop nutrition. In *Fruit Crops: Diagnosis and Management of Nutrient Constraints* (pp. 555–566). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00039-3>
- Wu, K., Li, W., Ma, F., Gan, F., Zhou, J., Zeng, H., & Du, C. (n.d.). *Supporting Information Urea-Loaded Core-Shell MOF/Silica Nanocarriers for Continuous Nitrogen Release to Crops*.
- Yang, J., Trickett, C. A., Alahmadi, S. B., Alshammari, A. S., & Yaghi, O. M. (2017). Calcium 1-Lactate Frameworks as Naturally Degradable Carriers for Pesticides. *Journal of the American Chemical Society*, 139(24), 8118–8121. <https://doi.org/10.1021/jacs.7b04542>

THE RELATIONSHIP BETWEEN SALICYLIC ACID AND SILICON IN POSTHARVEST DISEASES

Zir. Müh. Murat GÜNENÇ (ORCID: 0009-0003-0338-5882)

Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, İzmir, Türkiye

E-mail: muratgunenc3176@gmail.com

Prof. Dr. Pervin KINAY TEKSÜR (ORCID: 0000-0002-9903-9129)

Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, İzmir, Türkiye

E-mail: pervin.kinay@ege.edu.tr

Abstract

Salicylic acid (SA) and silicon (Si) are important compounds that protect the quality of agricultural production and reduce postharvest losses by increasing the resistance of plants against environmental stresses. Post-harvest diseases cause product losses and serious economic losses through problems such as fungal infections, increased ethylene production, tissue deterioration and shortened shelf life of fruits and vegetables. SA increases disease resistance by activating natural defense mechanisms in plants, regulates ethylene production and protects post-harvest quality by slowing down fruit aging. In addition, SA increases the antioxidant levels of crops, strengthening chemical defenses against diseases. Si, on the other hand, increases the resistance of plants against biotic and abiotic stresses, forms a physical barrier against pathogens by accumulating in plant tissues and reduces the risk of disease. At the same time, Si applications reduce the water loss of products and increase the durability of tissues, extending their shelf life. SA and Si offer sustainable solutions for combating diseases, maintaining product quality and preventing post-harvest losses in agricultural production. However, in order to use these compounds effectively, it is necessary to develop appropriate application methods and determine the right concentrations. Studies have shown that SA and Si have significant potential to reduce postharvest losses and support agricultural sustainability. Incorporation of these compounds in integrated post-harvest management strategies will provide significant benefits to producers and consumers by minimizing crop losses and maintaining quality. In this context, the effective and widespread use of SA and Si can play a critical role in charting a more sustainable path for agricultural production in the future.

Keywords: salicylic acid, silicon, postharvest diseases, plant resistance

THE RELATIONSHIP BETWEEN SALICYLIC ACID AND SILICON IN POSTHARVEST DISEASES

Özet

Salisilik asit (SA) ve silisyum (Si), bitkilerin çevresel streslere karşı dayanıklılığını artırarak tarımsal üretimde kaliteyi koruyan ve hasat sonrası kayıpları azaltan önemli bileşiklerdir. Hasat sonrası hastalıklar; fungal enfeksiyonlar, etilen üretiminin artışı, dokuların bozulması ve meyve-sebze raf ömrünün kısalması gibi sorunlarla ürün kayıplarına neden olur ve ciddi ekonomik zararlar oluşturur. SA, bitkilerde doğal savunma mekanizmalarını harekete geçirerek hastalık direncini artırır, etilen üretimini düzenler ve meyve yaşlanmasını yavaşlatarak hasat sonrası kaliteyi korur. Bunun yanı sıra SA, ürünlerin antioksidan seviyelerini artırarak hastalıklara karşı kimyasal savunmayı güçlendirir. Si ise bitkilerin biyotik ve abiyotik streslere karşı direncini artırır, bitki dokularında birikerek patojenlere karşı fiziksel bir bariyer oluşturur ve hastalık riskini azaltır. Aynı zamanda Si uygulamaları, ürünlerin su kaybını azaltır ve dokuların dayanıklılığını artırarak raf ömrünü uzatır. SA ve Si, tarımsal üretimde hastalıklarla mücadele, ürün kalitesinin korunması ve hasat sonrası kayıpların önlenmesi açısından sürdürülebilir çözümler sunmaktadır. Ancak bu bileşiklerin etkili bir şekilde kullanılabilmesi için uygun uygulama yöntemlerinin geliştirilmesi ve doğru konsantrasyonların belirlenmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmalar, SA ve Si'nin hasat sonrası kayıpları azaltmada ve tarımsal sürdürülebilirliği desteklemede önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bileşiklerin entegre hasat sonrası yönetim stratejilerinde yer alması, hem ürün kayıplarını en aza indirecek hem de kaliteyi koruyarak üreticilere ve tüketicilere önemli faydalar sağlayacaktır. Bu bağlamda, SA ve Si'nin etkin ve yaygın kullanımı, gelecekte tarımsal üretimde daha sürdürülebilir bir yol haritası çizmek için kritik bir rol oynayabilir.

Anahtar Kelimeler: salisilik asit, silisyum, hasat sonrası hastalıklar, bitki dayanıklılığı

Introduction

Plants are constantly exposed to various environmental factors in their natural habitats, such as temperature fluctuations, high atmospheric CO₂ levels, drought, flooding, salinity, pathogens, and pests (Huot et al., 2014). These conditions are among the primary factors limiting agricultural productivity. The increasing impact of human activities and climate change is causing agricultural products to be exposed to more abiotic and biotic stress conditions. This disruption in agricultural systems leads to a decline in production (Bailey-Serres et al., 2019). In response to these challenges, plants have developed various signaling mechanisms to balance growth and defense. These mechanisms include processes such as phytohormone balance, reactive oxygen species (ROS) production, calcium signaling, and sugar signaling. How plants adapt to multiple environmental stresses is still not fully understood, and research in this area is crucial (Huot et al., 2014; Kim et al., 2021).

In the postharvest phase, the importance of plant defense mechanisms is significant. However, due to the negative effects of chemical substances on the environment and human health, the use of these substances is limited, necessitating the development of safer and more effective strategies (Mandal et al., 2009). There is growing interest in plant-based metabolites and compounds with antimicrobial properties that can prevent maturation. Salicylic acid (SA), a phenolic compound found in many plant species, has the potential to prevent postharvest losses in agricultural products. Postharvest SA applications enhance disease resistance by reducing ethylene biosynthesis and its effects, prevent oxidative stress, strengthen fruit resistance to cold damage, lower respiration rates, delay ripening and senescence, slow down the activity of cell wall-degrading enzymes, and maintain the firmness of the products (Asghari & Aghdam, 2010). Salicylic acid triggers plant defense mechanisms against biotrophic pathogens, while phytohormones such as jasmonic acid (JA) and ethylene (ET) enhance plant resistance to necrotrophic pathogens and pests (Ding et al., 2020; Peng et al., 2021). It has been reported that SA regulates various physiological processes and is effective in controlling postharvest quality losses (Zavala et al., 2004; Asghari & Aghdam, 2010). Additionally, the use of SA is highly effective in maintaining and promoting both preharvest and postharvest quality. For example, it has been shown to extend storage life in horticultural crops such as banana (Srivastava & Dwivedi, 2000), tomato (Ding et al., 2001), peach (Wang et al., 2006), pomegranate (Sayyari et al., 2009), and pineapple (Lu et al., 2011).

Salicylic acid is a crucial component of the defense mechanisms plants develop against both abiotic and biotic stresses. This compound enhances plant resistance by regulating antioxidant defense, alleviating the toxic effects of ion accumulation, and preventing cell death. Furthermore, SA interacts with other phytohormones, such as jasmonic acid and ethylene, to coordinate plant immune responses. The tolerance of plants to salt, drought, temperature fluctuations, and heavy metals can be enhanced through salicylic acid applications.

This study will focus on the relationship between salicylic acid and silicon in postharvest diseases. The aim of the research is to minimize postharvest losses and improve fruit quality and shelf life through optimal application strategies. In doing so, the study aims to contribute to sustainable agricultural production.

Materials and Methods

Studies have investigated the effects of salicylic acid and silicon treatments on postharvest fungal diseases. Salicylic acid and silicon were used as plant nutrients in these experiments. All cultural practices, including irrigation, fertilization, insect and weed control, were conducted

according to region-specific standard commercial practices. In the experiment, fifteen trees of the uniform 'Lane Late' orange variety, grafted onto 'Troyer' rootstock, were selected. The trees were thirteen years old, planted in a north-south orientation, with a 7,5 m spacing between rows and a 2,70 m spacing between trees within rows. The experimental design was arranged according to a randomized block design with three replications, and each plant was considered an independent experimental unit. The salicylic acid solutions were prepared to contain 1% (v/v) ethanol and applied at concentrations of 2.0, 4.0, 6.0, and 8.0 mM. The control group plants were sprayed with distilled water only. All spraying operations were carried out using a Selecta Trolleyapak Mk II (Victoria, Australia) sprayer, operating at 250 kPa pressure, and a Chierici Titisri (Rubiera, Italy) nozzle head. Fruit harvesting took place ten days after spraying, at the commercial maturity stage. Ten fruits were randomly selected and harvested from each tree. The harvested fruits were stored under appropriate conditions for subsequent analyses.

Satsuma mandarin fruits, which showed no physical damage and had uniform size, were carefully selected for the experimental studies. In the experiment, approximately 150 kg of fruits were dipped for 2 minutes in a 2 mM concentration salicylic acid (SA) aqueous solution. Another 150 kg of fruits, designated as the control group, were treated with distilled water for the same duration. After the treatment, all the fruits were placed in polyethylene bags and stored in a ventilated chamber with a temperature range of 12-16°C and a relative humidity of 90-95%. At different time points during the experiment (2 hours, 1, 6, and 32 days after treatment), forty-five fruits were randomly selected from each treatment group. From these fruits, mixed pericarp tissue (composed of the flavedo and albedo components) was sampled along the equatorial plane of each fruit, with three biological replications of fifteen fruits each. The obtained tissue samples were frozen in liquid nitrogen and stored at -80°C for further chemical analyses. During the growing period in the field, Hami melons were exposed to natural infections. The primary field disease observed on this farm was *Phytophthora* rot caused by *Phytophthora* sp. Among the latent infections detected in the growing fruits were *Alternaria alternata*-caused Alternaria rot and *Fusarium* sp.-caused Fusarium rot. The fruits were harvested at the onset of physiological maturity (42-43 days after full bloom for the New Queen variety and 55-56 days after full bloom for the 8601 variety). The harvested fruits were classified based on their uniform size, and those showing no visible signs of injury were selected. The selected fruits were individually packaged in 35 cm long foam plastic mesh bags and placed in standard melon shipping boxes, each containing four fruits. After being transported to the laboratory, the fruits were stored at room temperature (22 ± 2 °C) and 55-60% relative humidity, and were kept under suitable conditions for further analysis.

Findings and Discussion

In a study conducted by Ahmad et al., it was found that the percentage of fruit decay and cold damage showed significant differences at the 0.05 significance level in terms of the applied concentrations, storage durations, and the interactions between these factors. While no statistically significant difference was observed among the three high doses (4, 6, and 8 mM), these concentrations resulted in significantly lower fruit decay percentages throughout the three-month storage period compared to the control group (4.23%) and the 2 mM dose (2.17%) (with decay percentages of 1.72%, 1.72%, and 1.51%, respectively).

Table 1. Effects of preharvest spray of salicylic acid on the fruit rot and chilling injury (%) of ‘Lane late’ sweet orange (*Citrus sinensis* L.) in cold storage \pm S.E. (Ahmad, 2013).

Days	Concentration (mM)	Fruit Rot (%)	Chilling Injury (%)
0	2.0	0.5	0.2
0	4.0	0.8	0.3
0	6.0	1.0	0.4
0	8.0	1.2	0.5
31	2.0	1.5	0.5
31	4.0	1.8	0.6
31	6.0	2.2	0.8
31	8.0	2.5	1.0
63	2.0	5.0	1.2
63	4.0	6.2	1.5
63	6.0	7.0	2.0
63	8.0	7.5	2.5
93	2.0	12.0	2.5
93	4.0	14.0	3.0
93	6.0	10.5	3.5
93	8.0	8.0	4.0

Interaction analysis has shown that there were greater differences in fruit decay percentages between the control group and the groups with the lowest dose applied at 62 and 93 days after fruit harvest (DAFA). Decay that occurs during storage is responsible for a significant portion of post-harvest losses. An 8 mM salicylic acid (SA) concentration resulted in a minimum decay rate of 1.52%, compared to the 4.23% decay rate observed in the control group. These results suggest that SA provides an effective defense mechanism against fungal pathogens. Pre-harvest spraying of salicylic acid has been supported by previous studies, which showed that it increases fruit tolerance to pathogens or fungi (Singh, 1978; Rainsford, 1984; Walker, 1988; Li et al., 1998). In this study, fruits treated with SA were found to be texturally firmer, which made the softer-skinned control fruits more susceptible to fungal and disease pathogens. Similar findings have been reported in other fruit species. For example, pre-harvest application of SA prevented post-harvest fungal diseases in melon fruits (Huang et al., 2000) and suppressed anthracnose development in mango fruits (Zainuri et al., 2001). Fruit cold damage exhibited a similar trend to fruit decay. The reduction of cold damage from 1.3% to 0.31% suggests that pre-harvest salicylic acid application may have established a defense mechanism against cold damage in orange peels. This is because external salicylic acid application can significantly increase resistance to biotic and abiotic stresses (Dat et al., 1998; Kang et al., 2003; Chen, 2006). Similar results were also obtained in pomegranate, where pre-harvest 2 mM salicylic acid spray effectively reduced cold damage (Sayyar, 2009). The use of fungicides should not be recommended due to their potential side effects. While fungicides can be used to minimize losses caused by fungal attacks, they may leave toxic effects or produce harmful compounds in the product. This can lead to products being harmful rather than improving or enhancing health. Therefore, it is important to find alternatives that will not harm human health and can protect

crops from pathogens. Salicylic acid use may provide a solution to achieve this goal. In a study by Zhu et al., it was found that the decay caused by pathogens leads to the greatest losses during the post-harvest period of fruits, and thus, disease incidence can be used as an important parameter to assess the effect of post-harvest treatments. In this study, the disease incidence in fruits treated with salicylic acid (SA) was only 10%, whereas in the control group, the disease incidence was observed to be 23.3% after 50 days and 23.3% and 67.33% after 120 days, respectively. It has been reported that SA, the key molecule triggering the plant's systemic acquired resistance (SAR) response, reduces post-harvest decay in fruits such as sugar beet, mango, jujube, and strawberry. In light of these findings, it can be suggested that SA's effect in suppressing disease development and reducing loss due to decay during the post-harvest period may be universal. In addition to disease incidence, maintaining fruit quality during the post-harvest period is also an important factor. In this study, firmness, total soluble solids (TSS), and titratable acidity (TA) were used to evaluate fruit quality. During the early stages of treatment, no statistical difference in firmness was observed between the SA-treated and control group fruits.

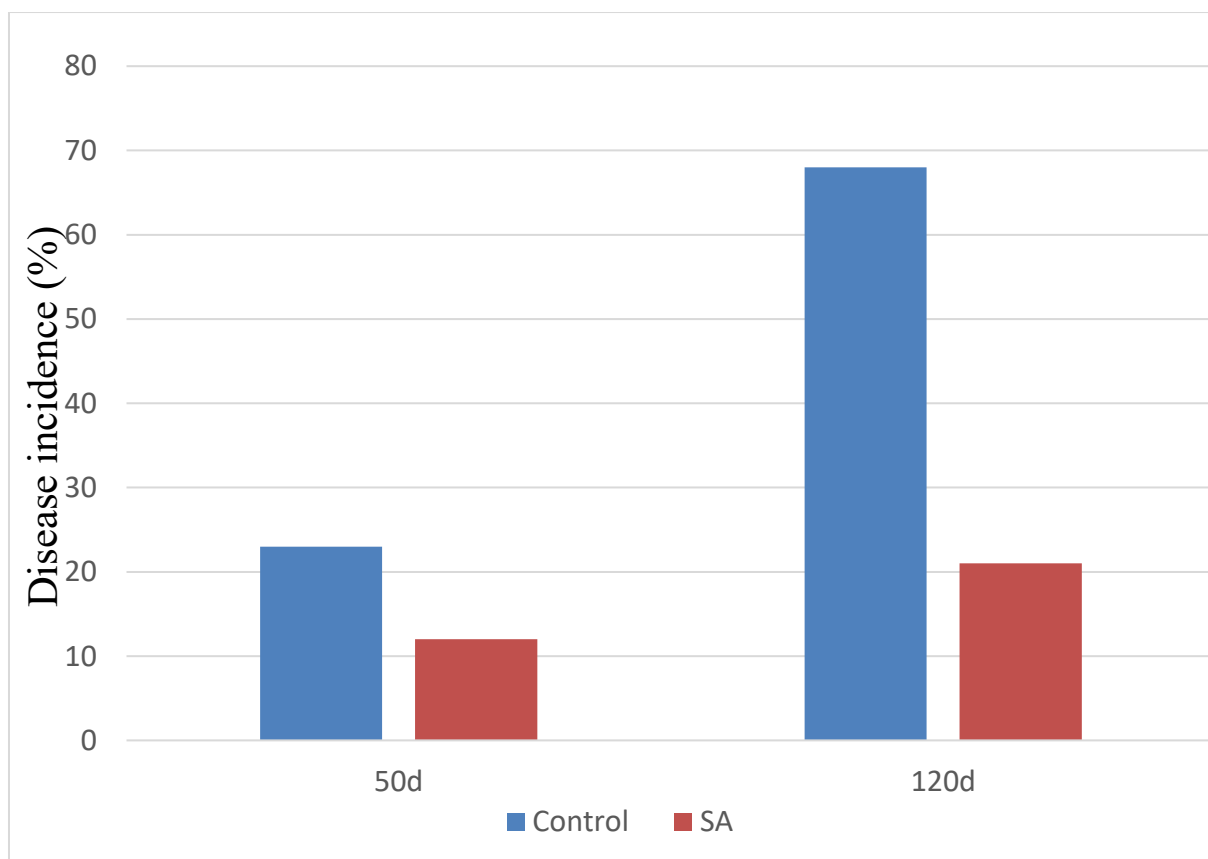


Figure 1. Influence of SA treatment on the disease incidence and fruit quality of Satsuma mandarin. A: Disease incidence of the fruits at 50 d after treatment. 150 fruits were used for disease incidence measurement (50 fruits were selected as one replication) (Zhu et al., 2016).

On days 6 and 32 of the treatment, the firmness of the fruits treated with salicylic acid (SA) was significantly higher than that of the control group. In the postharvest period, high firmness reflects the high integrity of the cell wall, which is an important factor in defence against

pathogens (Luo, Xu, Cai, & Yan, 2007). In addition, previous studies revealed that SA can maintain fruit firmness by suppressing polygalacturonase and pectin-methylesterase activities (Asghari & Aghdam, 2010). This finding suggests that the effect of SA application in reducing disease incidence in the present study was partly due to the maintenance of high firmness of citrus fruits. However, total dissolved solids (TSS) and acidity (TA) values, which are important postharvest quality parameters, showed no significant difference between both groups during the storage period. In another study by Asghari and Aghdam (2010), it was reported that SA may activate systemic acquired resistance (SAR) and local acquired resistance (LAR) mechanisms by reducing hydrogen peroxide (H₂O₂) accumulation in the postharvest period. Accordingly, in this study, H₂O₂ content in the pericarp of both groups was measured. In this study, the effect of salicylic acid (SA) treatment in reducing disease incidence may be partly attributed to the maintenance of high firmness of citrus fruits. In addition, total dissolved solids (TSS) and acidity (TA), which are important internal quality parameters, showed no significant difference between both groups during the storage period. In a study conducted by Asghari and Aghdam (2010), it was reported that SA may reduce the accumulation of hydrogen peroxide (H₂O₂) by activating various stress defence mechanisms in the postharvest period, thus strengthening systemic acquired resistance (SAR) and locally acquired resistance (LAR) mechanisms. In this context, H₂O₂ content in the pericarp of both groups was measured in this study.

Bi et al. showed that mycelial growth of three pathogens on PDA decreased significantly with increasing silicon (Si) concentration (Figure 2). The concentration of 100 mM Si completely inhibited the mycelial growth of all pathogens. *T. roseum* showed more sensitivity to Si than *A. alternata* and *F. semitectum*. After 5 days at 25°C, mycelial growth of *T. roseum* was reduced by 72% with 25 mM Si (Figure 2C), while mycelial growth of *A. alternata* and *F. semitectum* was reduced by 62% and 40%, respectively (Figure 2A and B). When switching from Si-doped PDA to non-Si doped PDA, no difference in growth rates was observed when compared to undoped control samples (data not given). This suggests that Si does not exert a direct fungicidal effect.

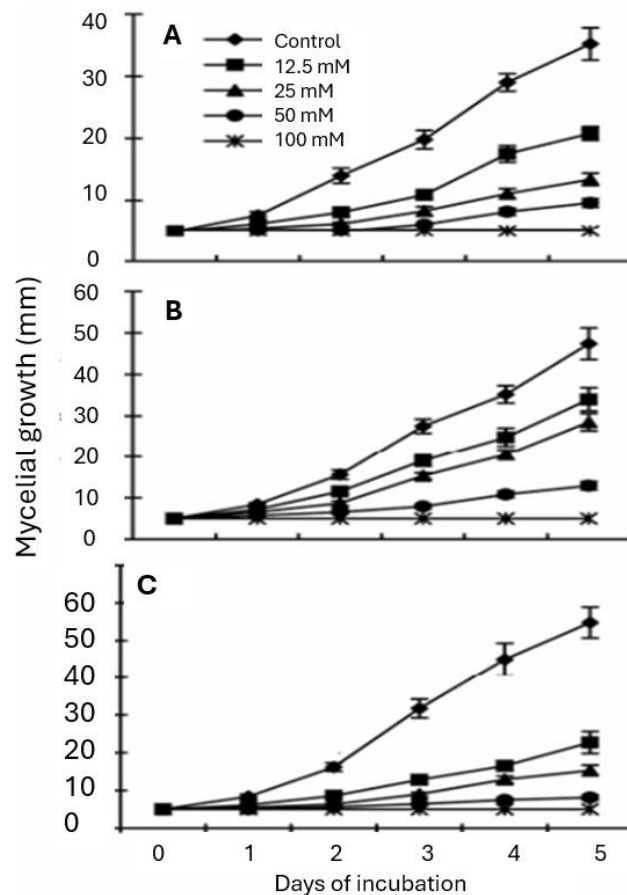
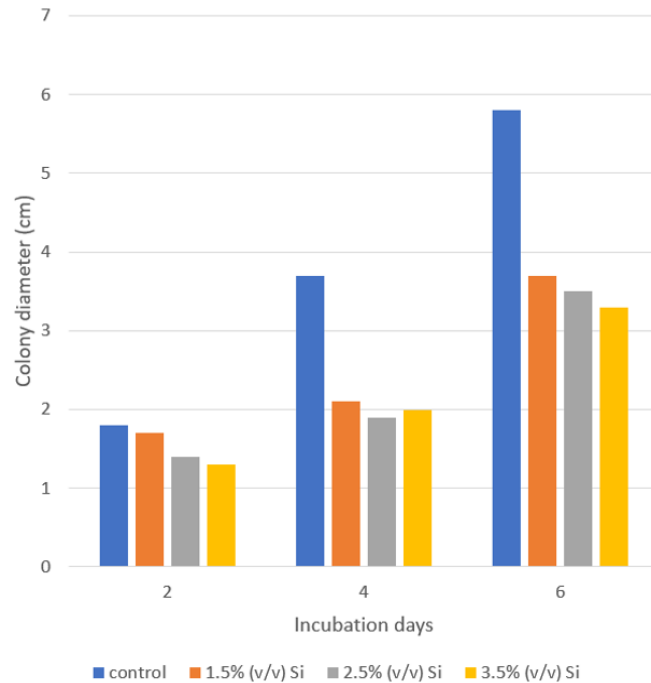


Figure 2. Effect of sodium silicate on micelles **A**, *Alternaria alternata* **B**, growth of *Fusarium semitectum* and **C**, in *Trichothecium roseum* in vitro during 5 days of incubation at 25°C (Bi, 2006).

Treatment with Si significantly reduced the incidence and severity of decay caused by the three pathogens in inoculated melons. The most significant decay control was achieved with a Si concentration of 100 mM. After inoculation with *T. roseum*, *F. semitectum* and *A. alternata* pathogens, rot incidence was reduced by 72%, 40% and 59% in New Queen cultivar and 67%, 42% and 48% in 8601 cultivar, respectively. Application of 100 mM Si resulted in the lowest decay severity, which decreased by 47%, 23% and 35% in New Queen and 46%, 19% and 26% in 8601 after inoculation with *T. roseum*, *F. semitectum* and *A. alternata* pathogens, respectively. *T. roseum* was the most effective pathogen among the three pathogens. 200 mM concentration did not show more inhibitory effect on the disease and caused bark damage consisting of 1 to 3 mm deep sunken areas of light to dark brown colour.

In another study, Bi et al. investigated the efficacy of soluble silicone application as an alternative treatment for the control of post-harvest diseases and found that Silicon limits the colony diameter of pathogens.



(Bi,2006)

Figure 3. In vitro, three different Si concentrations; 1.5% Si (v/v), 2.5% Si (v/v) and 3.5% Si (v/v) were tested. The results showed that silicon significantly inhibited the mycelial growth of *Fusarium proliferatum* in vitro and that 3.5% (v/v) Si was more effective than 1.5% (v/v) and 2.5% (v/v).

For in vivo analyses, 3.5% Si (w/v) was selected. Soluble Si treatment resulted in a lower disease severity in both cucumber and eggplant. However, *Fusarium proliferatum* was less severe in cucumber (15%) than in eggplant (33%). This suggests that Si may inhibit germination of fungal spores and grass tube elongation.

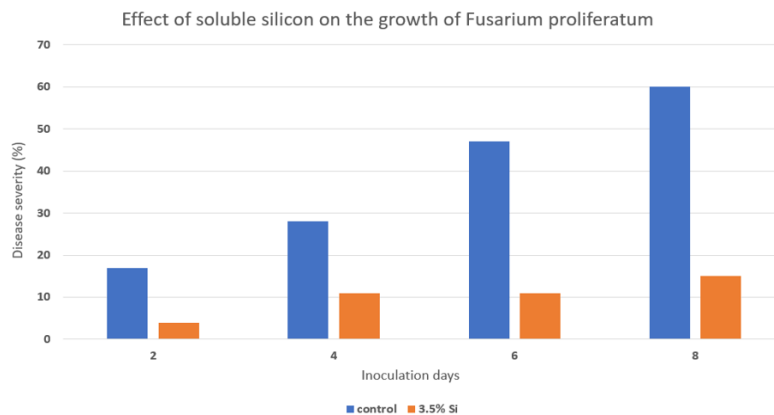


Figure 4. Percentage disease severity of cucumber treated with 3.5% Si (v/v) and without silicon (control) incubated in a moist plastic container at ambient temperature for 8 days (Bi, 2006).

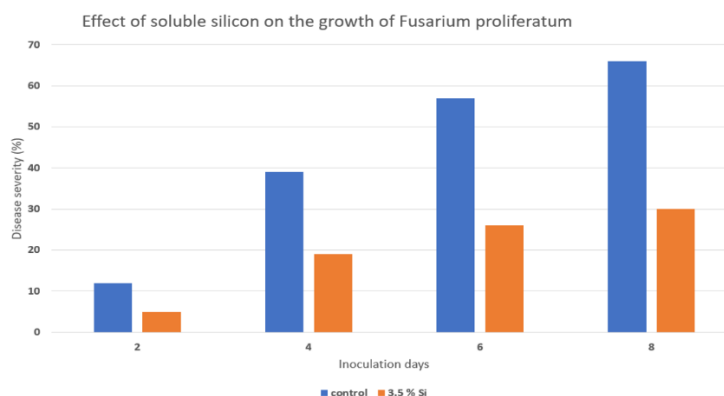


Figure 5. Percentage disease severity of eggplant treated with 3.5% Si (v/v) and without silicon (control) incubated in a moist plastic container at ambient temperature for 8 days (Bi, 2006).

Conclusion and Recommendations

Since sustainable agriculture, which uses increasing amounts of biofertilizers and organic amendments derived from a wide range of organic wastes, represents a very important source of plant mineral nutrients, it is essential to know the mechanisms of action by which such minerals may be involved in plant defense. It is a general assumption that a balanced diet leads to a healthy plant, which in turn reduces disease susceptibility and infection. It is therefore important to ensure a balanced diet at a time when the nutrient can be used most effectively for disease control. Salicylic acid stands out as an effective biochemical agent at certain concentrations against fruit rot, cold damage and fungal pathogens. Applying SA 10 days before harvest can maintain fruit quality and reduce damage during cold storage. In ecological agriculture and organic production, the integration of SA as a natural protective agent can reduce the use of chemical fungicides. Silicon is a versatile element that improves plant health by strengthening the plant cell wall, exerting antifungal effects and activating defense mechanisms. It can be considered as a strategic agricultural input in many areas such as disease management, nutrient uptake and stress tolerance. However, the effective dose range should be determined, high doses should be avoided and it should be taken into account that it should be applied before disease inoculation. Silicon can be considered as a natural disease management strategy in agriculture.

Thanks and Information Note

I would like to thank my esteemed supervisor Prof. Dr. Pervin KINAY TEKSÜR who provided me with ideas and helped me in this research. This research also contributed a lot to my master's thesis in the Department of Plant Protection at Ege University and shed light on my way to investigate the effects of such plant nutrients on diseases.

References

- Alkan N and Fortes A.M., 2015. Insights into molecular and metabolic events associated with fruit response to postharvest fungal pathogens. *Frontier Plant Science* 6:889.
- Anonymous, 1997. Turunçgil bahçelerinde entegre mücadele teknik talimatı Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, TAGEM,52-53.
- AOAC, 1990. Methods of analysis. Association of official analytical chemist, Washington D.C.
- Arthur W. Engelhard, ed., 1993. Soilborne plant pathogens: management of diseases with macro and Microelements. 28:33-46.
- Asghari, M.R., Babalar, M., 2009. Use of Salicylic Acid to Increase strawberry fruit total antioxidant activity. In 6th International Postharvest Symposium (8-12 April 2009, Antalya, Türkiye).
- Asghari, M.R., Hajitagilo, R., Jalilimarandi, R., 2009. Postharvest application of salicylic acid before coating with chitosan affects the pattern of quality changes in table grape during cold storage. In 6th International postharvest Symposium (8-12 April 2009, Antalya, Türkiye).
- Azhari N.A., Shuhada Z., Jin X., Nordahliawate S., 2017. Soluble silicon (Si) as potential treatment of Postharvest decay caused by fusarium proliferatum. *Malaysian Applied Biology*. 46(3):233-238.
- Babalar, M., Asghari, M., Talaei, A., Khosroshahi, A., 2007. Effect of pre and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay and overall quality of Selva strawberry fruit. *Food Chemistry*. 105(2):449-453.
- Bi, Y., Tian, S.P., Guo, Y.R., Ge, Y.H., and Qin, G.Z., 2006. Sodium silicate reduces postharvest decay on Hami Melons: Induced resistance and fungistatic effects. *Plant Dis*. 90:279-283.
- Blay V., Taberner V., Perez-Gago M.B., Palou L., 2021. Postharvest Treatments with Sulfur-Containing Food Additives to Control Major Fungal Pathogens of Stone Fruits. *Foods* 10(9):2115.
- Borve J., Vangdal E., Stensvand A., 2023. Preharvest application with calcium and maturity at harvest affects postharvest fungal fruit decay of European plum. *European Journal of Plant Pathology* 166:199-208.
- Cabras P., Schirra M., Pirisi F.M., Garau V.L. and Angioni A., 1999. Factors affecting imazalil and thiabendazole uptake and persistence in citrus fruits following dip treatments. *Journal Agriculture Food Chemistry*. 47:3352-3354.
- Cerioni L., Rapisarda V.A., Doctor J., Fikkert S., Ruiz T., Fassel R. And Smilanick J.L. 2014. Use of phosphite salts in laboratory and semicommercial tests to control citrus postharvest decay. *Plant Dis*. 97:201-202.
- Chapin F.S., Schulze E., Mooney H.A., 1990. The ecology and economics of storage in plants. *The Ecology and Economics of Storage in Plants* 21:423-447.
- ChengXiang X., Fuqing Z., Yanping M., Xujia Z., 2016. Preservation effect of prochloraz-manganese chloride complex on postharvest 'Shatangju' (*Citrus reticulata*) fruits.
- Diaz E., Biewendt A.B., Estrada R.M., Estrada R.R., Vasquez M., Saito G.H., Martinez P., 2021. Sodium silicate and chitosan: an alternative fort he in vitro control of *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from papaya (*Carica papaya* L.). *Revista Bio Ciencias*. 8:2007-3380.
- Droby S., Wilson C.L., Wisniewski M., ElGhaouth A., 2001. Biologically based technology for the control of postharvest diseases of fruits and vegetables. *Phytopathology* 39:105-117.

- Fallir E., Grinberg S., Ziv O., 1996. Potassium bicarbonate reduces postharvest decay development on belly Peppers fruits. *Journal of Horticultural Science* 72:35-41.
- Feng W., Zheng X., Chen J., Yang Y., 2008. Combination of cassia oil with magnesium sulphate for control of postharvest storage rots of cherry tomatoes. *Crop Protection* 27:112-117.
- Ferrante A., Spinardi A., Maggiore T., Testoni A., 2008. Effect of nitrogen fertilisation levels on melon fruit quality at the harvest time and during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88(4):707-713.
- Franck J., Latorre B.A., Torres R., Zoffoli J.P., 2005. The effect of preharvest fungicide and postharvest sulfur dioxide use on postharvest decay of table grapes caused by *Penicillium expansum*. *Postharvest Biology and Technology*. 37:20-30.
- Huber D.M., Haneklaus S., 2007. Managing Nutrition to Control Plant Disease. *Landbauforschung Volkenrode* 4(57):313-322.
- Jimenez V., Ramirez P.A., Garcia C.F.O., Soto S.S. & Viveros F.M.L., 2023. Preventive and Curative Antifungal Activity of the Sodium Silicate on Postharvest Crown Rot in Banana cv. Enano Gigante. *Silicon*. 15:6683-6693.
- Karaçalı, İ., 2016. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlaması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Bornova, İzmir, 494 s.
- Khademi, Z., Ershadi, A., 2013. Postharvest application of salicylic acid improves storability of peach (*Prunus persica* cv. elberta) fruits. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 5(6):651:655.
- Li L., Tang X., Ouyang Q., Tao N., 2019. Combination of sodium dehydroacetate and sodium silicate reduces sour rot of citrus fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 151:19-25.
- Liu J., Zong Y., Qin G., Li B., Tian S., 2010. Plasma membrane damage contributes to antifungal activity of silicon against *Penicillium digitatum*. *Curr Microbiol*. 61(4):274-279.
- Lo'ay A.A., 2017. Preharvest salicylic acid and delay ripening of 'superior seedless' grapes. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*. 4:227-230.
- Menzies J., Bowen P., Ehret D. & Glass A.D.M., 1992. Foliar applications of potassium silicate reduce severity of Powdery mildew on cucumber, muskmelon and zucchini squash. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 117:902-905.
- Mogazy A.M., Mohamed H.I., El-Mahdy O.M., 2022. Calcium and iron nanoparticles: A positive modulator of Innate immune responses in strawberry against *Botrytis cinerea*. *Process Biochemistry* 115 (9).
- Moosa A., Farzand A., Sahi S.T., Khan S.A., Aslam M.N., Zubair M., 2021. Salicylic acid and Cinnamomum Verum confer resistance against *Penicillium* rot by modulating the expression of defense linked genes in *Citrus reticulata* Blanco. *Postharvest Biology and Technology*. 181:111649.
- Neto A.C., Maraschin M., Di Piero R.M., 2015. Antifungal activity of salicylic acid against *Penicillium expansum* and its possible mechanisms of action. *International Journal of Food Microbiology*. 215:64-70.
- Nunes C., Duarte A., Manso T., Weiland C., 2010. Relationship between postharvest diseases resistance and mineral composition of citrus fruit. *Acta Horticulturae* 868:417-422.
- Nunes C., Usall J., Manso T., Torres R., Olmo M., Garcia J.M., 2007. Effect of high temperature treatments on growth of *Penicillium* spp. and their developments on 'Valencia' oranges. *Food Sci. Tech. Int.* 13:63-68.
- Palmer S., Scott E., Stangoulis J. & Able A., 2006. The effects of foliar-applied Ca and Si on

- the severity of powdery mildew in two strawberry cultivars. *Acta Horticulturae*. 708:135-139.
- Pedro A., Ramirez M., Palou L., 2014. Effect of ethylene degreening on the development of postharvest *Penicillium* molds and fruit quality of early season citrus fruit. *Postharvest Bio. and Tech.* 91:1-8.
- Perez E., Weiland C.M., Garcia J.M., Dominguez A., Bastida F., Menendez J., Manso T., Nunes C., 2008a. Postharvest treatments to control *Penicillium* spp. in citrus fruit. *Acta Horticulturae* 868:417-422.
- Prusky D., Alkan N., Mengiste T. And Fluhr R., 2013. Quiescent and necrotrophic lifestyle choice during postharvest disease development. *Annu. Rev. Phytopathol.* 51:55-76.
- Rodrigues F.A., & Datnoff L.E., 2005. Silicon and rice disease management. *Fitopatologia Brasileira* 30(5):457-469.
- Shafiee, M., Taghavi, T.S., Babalar M., 2010. Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. *Scientia Horticulturae*. 124:40-45.
- Singh K.P., Srivastava A.K., 2022. Plant mineral nutrition and disease resistance: A significant linkage for sustainable crop protection. 13:883970.
- Smilanick J.L., Mansour M.F., Gabler F., Sorenson D., 2008. Control of citrus postharvest green mold and sour rot by potassium sorbate combined with heat and fungicides. *Postharvest Biology and Technology*. 47(2):226-238.
- Sugar D., Righetti T.L., Sanchez E., Khemira H., 1992. Management of nitrogen and calcium in pear trees for enhancement of fruit resistance to postharvest decay. *HortTechnology* 2(3):382.
- Srivastava M.K. and Dwivedi U., 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant Science* 158(1):87-96.
- Tareen M.J., Abbasi N.A. and Hafiz I.A., 2012. Effect of salicylic acid treatments on storage life of peach fruits cv. 'Flordaking'. *Pak. J. Bot.* 44(1):119-124.
- Tokala V.Y., Mahajan B.V., 2018. Calcium: an indispensable element affecting postharvest life of fruits and vegetables. *Emerging Postharvest Treatment of Fruits and Vegetables*. pp.59-85.
- Toker S., Biçici M., 1996. Turunçgil meyvelerinde görülen hasat sonrası hastalıklara bazı fungusit ve depolama uygulamalarının etkisi. *Agricultural Forestry*. 20:73-83.
- Yang X., Feng H.X. & Yang Y., 2008. Effects of silicon on flowering Chinese cabbage's anthracnose occurrence, flower stalk formation and silicon uptake and accumulation. *The Journal of Applied Ecology*. 19(5):1006.
- Zhang Y., Chen K., Zhang S. & Ferguson I., 2003. The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*. 28:67-74.

ANALYSIS OF TRACTOR ACCIDENTS THAT OCCURRED BETWEEN 2017-2023 IN BALIKESIR PROVINCE

Yaren PEKTAŞ (ORCID: 0009-0000-9255-0015)

Bursa Uludağ University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biosystems Engineering, Bursa-Türkiye
Email: yarenerdemrr@gmail.com (Responsible Author)

Prof. Dr. Halil ÜNAL (ORCID: 0000-0001-5830-2050)

Bursa Uludağ University, Faculty of Agriculture,
Department of Biosystems Engineering, Bursa-Türkiye
Email: hunal@uludag.edu.tr

Abstract

Although many innovations have been made to increase the safety of life and property in tractors today, it ranks first in accidents in the agricultural sector worldwide. Unfortunately, work and traffic accidents caused by the intensive use of tractors and agricultural machinery are very common in the regions where agricultural activities are intensive in Türkiye. Balıkesir, located in the southeast of the Marmara Region, is one of the leading agricultural production centers of the region and Türkiye with its polyculture agricultural system, and the number and usage rate of tractors and agricultural machinery is also high. The intensive use of tractors and tractor-related agricultural machinery in the province makes accidents inevitable. This study analyses the tractor accidents that occurred between 2017-2023 within the borders of Balıkesir province. The tractor accident data used in the study are recorded by the General Command of Gendarmerie and include only fatal and/or injury accidents that occurred on the roads. According to the results of the study, 3.2% of the tractor accidents in Türkiye occurred in Balıkesir province during the mentioned years. Between 2017 and 2023, a total of 381 tractor accidents occurred in the province, including 301 accidents with injuries, 45 fatal accidents and 35 accidents with no injuries. Among Balıkesir districts, the highest number of tractor accidents occurred in Altıeylül, Bigadiç and Dursunbey districts with 56, 42 and 28, respectively. The majority of accidents were collisions (42%) and run-off-the-road (35%). Most of the accidents occurred on rural roads (64%) and single vehicle accidents (58%). It was determined that 51% of the tractors involved in accidents were over 20 years old. It was observed that 45% of the drivers involved in accidents were over 55 years old. It was also found that 97% of the drivers involved in accidents were male and 67% were primary school graduates. Fifty percent of the accidents occurred in June-September, when agricultural activities are the most intense. Although accidents were equally distributed on the days of the week, more accidents occurred on Sundays. Most of the 43% of tractor accidents occurred between 12:00-18:00. On the other hand, 68% of the accidents took place on asphalt roads, while 91% took place outdoors and on dry ground.

Keywords: Tractor, agriculture, Balıkesir, work safety, accident

BALIKESİR İL SINIRLARI İÇİNDE 2017-2023 YILLARI ARASINDA MEYDANA GELEN TRAKTÖR KAZALARININ ANALİZİ

Özet

Günümüzde traktörlerde can ve mal güvenliğini arttıracak birçok yenilik yapılmasına rağmen, dünya genelinde tarım sektöründe yaşanan kazalarda ilk sırada yer almaktadır. Türkiye genelinde tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu yörelerde de, traktör ve tarım makinalarının yoğun kullanımından kaynaklanan iş ve trafik kazaları ne yazık ki çok sıklıkla görülmektedir. Marmara Bölgesinin güneydoğusunda yer alan Balıkesir, uygulanan polikültür tarım sistemi ile bölgenin ve ülkemizin önde gelen tarımsal üretim merkezlerinden biri olup, traktör ve tarım makinesi sayısı ve kullanım oranı da bir o kadar yüksektir. İldeki traktör ve traktörle bağlantılı tarım iş makinalarının yoğun kullanımı beraberinde kazaları da kaçınılmaz kılmaktadır. Bu çalışmada, Balıkesir il sınırları içerisinde 2017-2023 yılları arasında meydana gelen traktör kazalarının analizi yapılmıştır. Çalışmada kullanılan traktör kazası verileri Jandarma Genel Komutanlığı tarafından kayda alınmış olan ve sadece yollarda meydana gelen ölümlü ve/veya yaralanmalı kazaları kapsamaktadır. Araştırma sonuçlarına göre, belirtilen yıllar arasında Türkiye genelindeki traktör kazalarının %3,2'si Balıkesir ilinde gerçekleşmiştir. İl genelinde 2017-2023 yılları arasında 301'i yaralanmalı, 45'i ölümlü ve 35'nin yara almadan geçirdiği kaza olmak üzere, toplamda 381 traktör kazası meydana gelmiştir. Balıkesir ilçeleri içerisinde en fazla traktör kazası 56, 42 ve 28 adet ile sırasıyla Altıeylül, Bigadiç ve Dursunbey ilçelerinde gerçekleşmiştir. Kazaların büyük oranı çarpışma (%42) ve yoldan çıkma (%35) şeklinde meydana gelmiştir. Kazalar en fazla köy yolunda (%64) ve tek araçlı (%58) meydana gelmiştir. Kazaya karışan traktörlerin %51'inin yaşları 20 yaşın üzerinde olduğu belirlenmiştir. Kaza yapan sürücülerin %45'i 55 yaş üstünde olduğu görülmüştür. Ayrıca kazaya karışan sürücülerin %97'sinin erkek ve %67'sinin ilköğretim mezunu olduğu saptanmıştır. Kazaların %50'si tarımsal faaliyetlerin en yoğun olduğu Haziran-Eylül aylarında gerçekleşmiştir. Kazalar haftanın günlerinde eşit oranlarda dağılmakla birlikte Pazar günleri daha fazla kaza olmuştur. Traktör kazalarının %43'ü en fazla 12:00-18:00 saatleri arasında meydana gelmiştir. Diğer yandan kazaların %68'inin asfalt yolda, %91'inin ise açık havada ve kuru zeminlerde gerçekleştiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Traktör, tarım, Balıkesir, iş güvenliği, kaza.

Introduction

The agricultural sector is one of the main economic activities worldwide, and various tools and machinery are used to support agricultural production. Tractors are the most important of these tools. Tractors are used to increase productivity in agricultural production and facilitate production processes. However, it should not be forgotten that the use of tractors carries some risks and dangers. These risks can lead to work accidents and traffic accidents.

Worldwide, tractor accidents are one of the biggest safety risks in the agricultural sector. These accidents are particularly prevalent in developing countries. Studies by the World Health Organization (WHO) and the Institute for Safety in Agriculture (NFA) have shown that workers in agriculture have higher rates of occupational accidents compared to other sectors. As agriculture is one of the largest economic sectors in Türkiye, tractor accidents cause many deaths and injuries every year. According to TÜİK data, tractor accidents are common, especially in rural areas. Some common causes of tractor accidents include tractor overturning, brake failure or technical failures, driver training deficiencies, loading errors, seasonal intensity, rashness, lack of maintenance, etc. (Güğercin & Baytorun, 2018; Dilay & Özkan, 2020; Seyhan & Çolak, 2023).

In developed countries, comprehensive researches are carried out on the causes and solution possibilities of occupational accidents caused by tractors and agricultural machinery (Pinzke et al., 2012; Antunes et al., 2018). However, studies in this field in Türkiye are not yet at the desired level. Similar studies have been conducted only for some provinces in Türkiye where agricultural activities are intensive (Gölbaşı, 2002; Öz, 2005; Bülbül, 2006; Yücel, 2012; Sağlam et al., 2017; Alçayır, 2018; Bayat & Ünal, 2024).

Tractors have an important share among agricultural vehicles. While the number of two-axle tractors with 35 hp and above in Türkiye was approximately 1,060,000 in 2013, this number increased by 28% to approximately 1,360,000 in 2023 (TUIK, 2023). Balıkesir province is one of the leading provinces of Türkiye in terms of agricultural production. The agricultural area of the province is approximately 390,880 hectares, which constitutes 26.8% of the province's surface area (TÜİK, 2023). Balıkesir is a province located in the southeast of the Marmara Region and has an important place in terms of agriculture. The fertile soils and different climatic characteristics of Balıkesir province allow for the cultivation of various agricultural products (olive-olive oil, wheat-barley, sunflower, cotton, fruit-vegetables, aquaculture and dairy farming, etc.). Agriculture and animal husbandry play an important role in the province's economy and the processing of these products feeds various industries in Balıkesir. The fact that agricultural lands and the number of farmers are above average compared to the country average is an indicator of this. The number of tractors in Balıkesir was 40,000 and 60,500 in 2013 and 2023, respectively. These data show that Balıkesir has 4.1% of the total number of tractors in Türkiye (TÜİK, 2023). There is no research on accidents involving tractors in Balıkesir province, which is an intensive agricultural center. The aim of this study is to analyze the causes of accidents involving tractors by examining the agricultural tractor accidents that occurred between 2017 and 2023 in Balıkesir province and its districts and to make suggestions for prevention.

Material and Methods

Balıkesir is one of the most important provinces of Türkiye in terms of agriculture and agricultural activities are carried out intensively. Olive, wheat, sunflower, corn and cotton are the main crops grown in the province. In an area where agriculture is so intensively practiced,

the use of tractors is also high. Tractors are used intensively both in field work and in many activities such as sowing, mowing and harvesting. For this reason, tractor accidents can also occur frequently.

In this study, the data on accidents resulting in death and/or injury in Balıkesir province of Gendarmerie General Command Traffic Department were used as a source. The study covers accidents involving agricultural tractors between 2017 and 2023. In the accident data; the number of agricultural tractor accidents occurring in Balıkesir province by year; the number of agricultural tractor accidents occurring in Balıkesir province by district; the causes of accidents; the class and surface condition of the road where the accidents occurred; the number of vehicles involved in the accident; the brands and insurance status of the tractors involved in the accident; the age of the tractors involved in the accident, the age, gender, educational status and driver's license class of the people involved; the distribution of tractor accidents by months and days; the times and results of the accidents; the weather conditions when the accident occurred.

Results and Discussion

When the tractor accidents occurring in Türkiye in general and in Balıkesir province in 2017-2023 are analyzed, the decrease in tractor accidents in Türkiye in general has also manifested itself in Balıkesir province in the same way (Figure 1). This decrease can be attributed to the curfew during the Covid-19 pandemic in our country, as in the whole world, and the decrease in vehicle traffic on state and provincial roads, which eased the travel of agricultural tractors on these roads. While a total of 11900 tractor accidents occurred in Türkiye between 2017-2023, a total of 381 accidents occurred in Balıkesir between the same years. When compared to Türkiye in general, the rate of tractor accidents in Balıkesir is 3.20%.

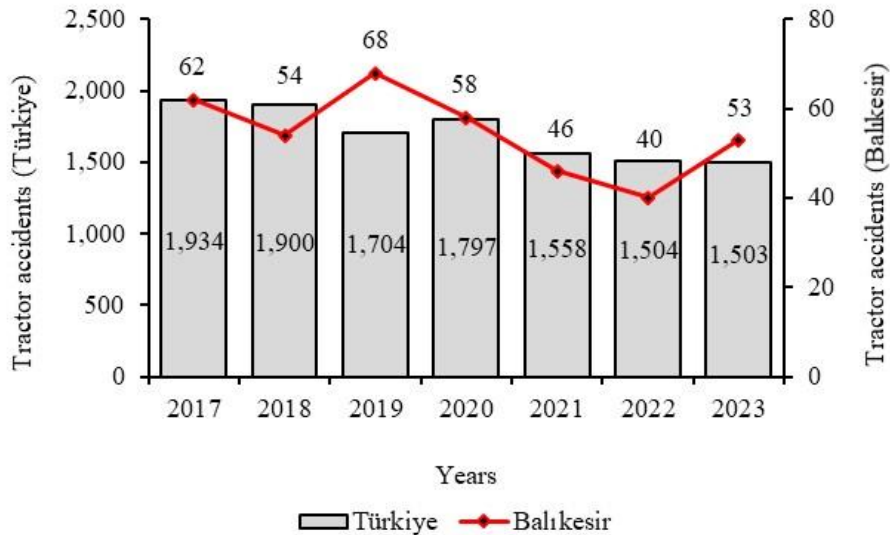


Figure 1. Comparison of tractor accidents in Türkiye and Balıkesir province

In Balıkesir province, 79% of tractor accidents between 2017 and 2023 resulted in injuries, 12% resulted in fatalities, and the remaining 9% were uninjured (Figure 2).

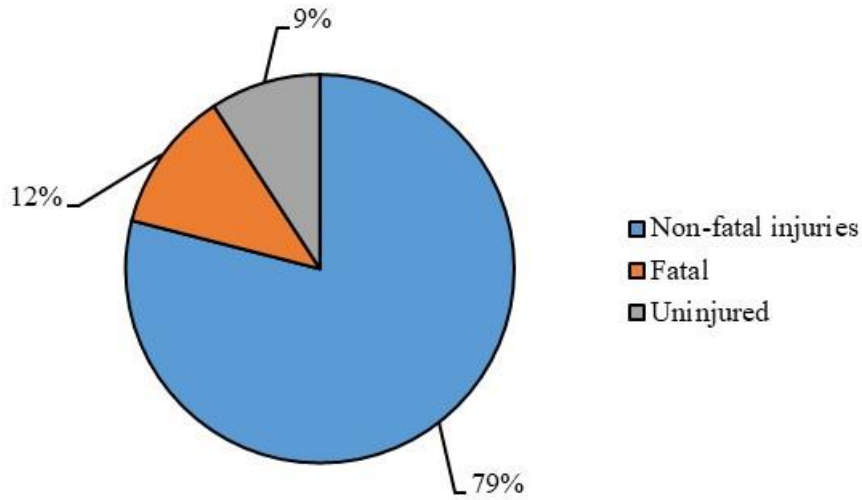


Figure 2. Results of tractor accidents in Balıkesir province

When the distribution of tractor accidents by districts in Balıkesir province is analyzed, the highest number of accidents occurred in Altıeylül, Bigadiç, Dursunbey and Sındırgı districts, respectively (Figure 3). Although Dursunbey district has the largest surface area and the highest number of villages (neighborhoods) in Balıkesir, it is one of the low counties in terms of agricultural land size and population. The fact that Dursunbey district has the third highest number of tractor accidents may be attributed to its hilly and mountainous terrain. Altıeylül district, the central district of Balıkesir province with the second highest number of villages and population density, is the district with the highest number of tractor accidents. The fact that this district is one of the districts with the highest number of tractors and agricultural machinery in parallel with the intensity of agricultural production may be the reason for the increase in the number and rate of accidents. The lowest number of tractor accidents occurred in Balya, Bandırma, Burhaniye, Erdek and Havran districts.

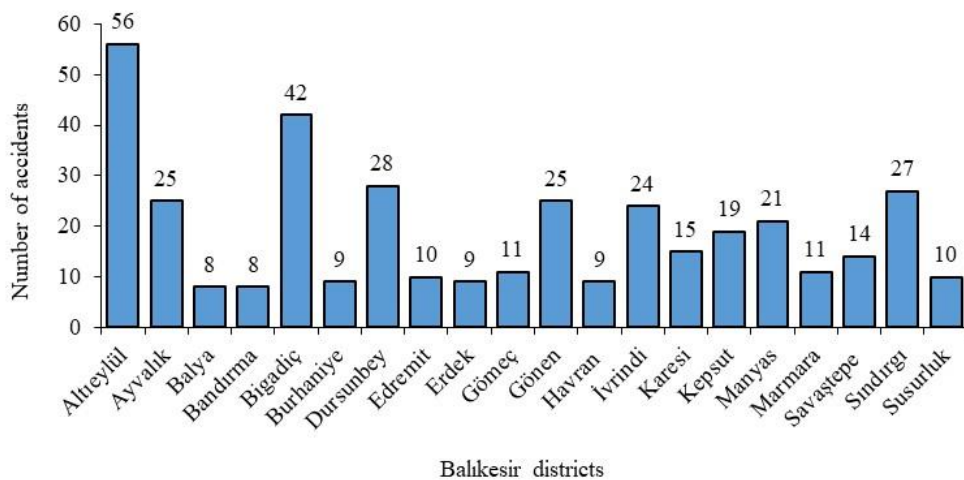


Figure 3. Distribution of agricultural tractor accidents in Balıkesir districts

Most of the tractor accidents in Balıkesir province were collisions (42%) and run-off-the-road accidents (35%) (Figure 4). Rarely, accidents such as people falling from the vehicle or hitting pedestrians also occurred.

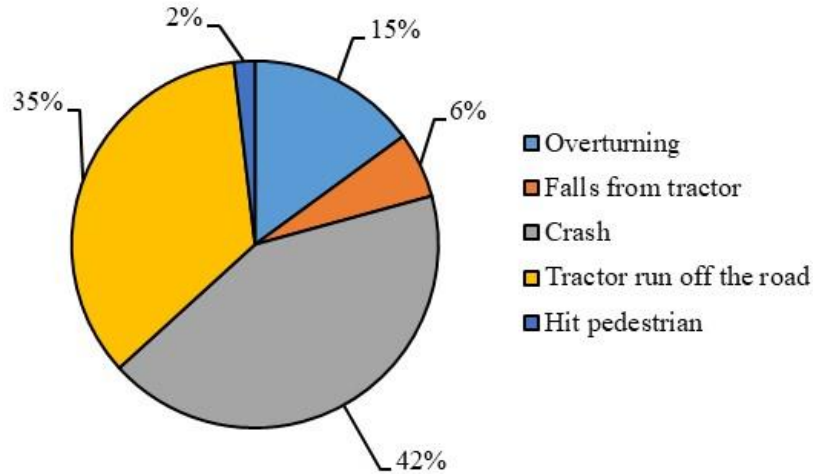


Figure 4. Causes of tractor accidents

The majority of tractor accidents in the province occurred on village roads (64%), followed by provincial roads (15%) and state roads (7%) (Figure 5). On the other hand, 58% of the tractor accidents in the province were single-vehicle accidents and 40% were two-vehicle accidents.

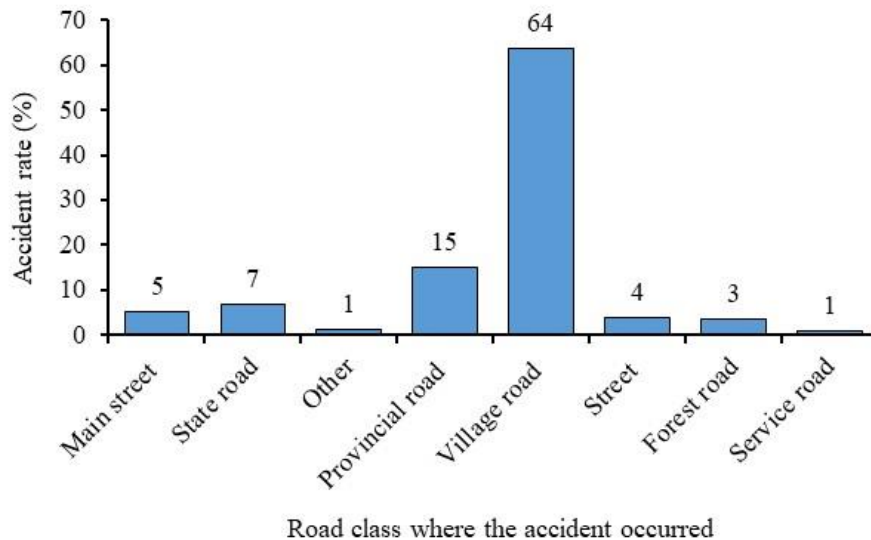


Figure 5. Road class with accidents

Ratios of tractor accidents in Balıkesir province by tractor brand are given in Figure 6. Accordingly, the tractor brands involved in the most accidents were Fiat (22.5%), New Holland (22%) and Massey Ferguson (18.5%). The tractors indicated in the “Other” category in the figure belong to 60 different brands of tractors and a total of 77 accidents were detected. The number of accidents of tractors in this category varies between 1-3. It can be said that the high

accident rate of brands such as Fiat, New Holland and Massey Ferguson is not because these tractors have structural and technical defects, but because they have the highest share in the Turkish tractor market.

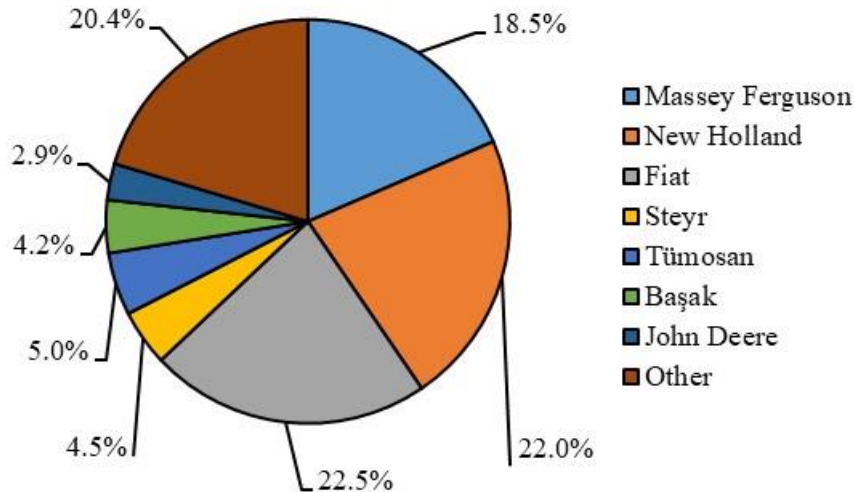


Figure 6. Tractor brands involved in the accident

While 51% of the tractor accidents in Balıkesir province occurred in tractors over 20 years old, this rate is 33% for tractors between 1-10 years old (Figure 7). In international standards, the average tractor life span is determined as 12,000 hours after 2000 (ASAE, 2000), and it can be estimated that the maximum tractor life span in Türkiye is 24-25 years depending on the average annual usage time. When it is known that the number of two-axle tractors with 35 hp and above will be over 1,360,000 in Türkiye in 2023 (TÜİK, 2023), it can be said that more than half of the tractor park are old tractors that have reached their economic life. According to a study conducted in the province of Tokat, it was reported that the age of use of the tractors most frequently involved in accidents was over 20 years old (Altuntaş and Yıldırım, 2016).

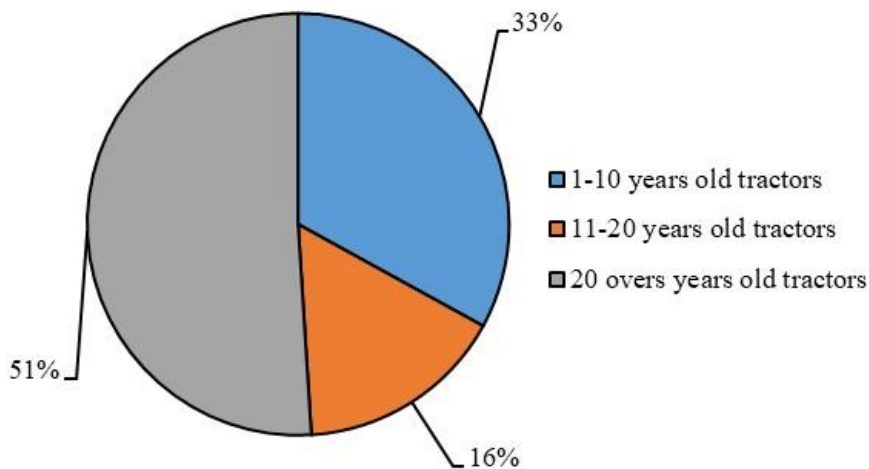


Figure 7. Age of the tractors involved in the accident

In tractor accidents in Balıkesir province, it was found that drivers aged 56-65 years and drivers over 65 years had more accidents (Figure 8). This age group was followed by 36-45 and 46-55 age groups, respectively. Although the lowest accident rate was observed in the young population, 2% of the accident drivers were under the age of 18, which means that these age groups acted in violation of the law.

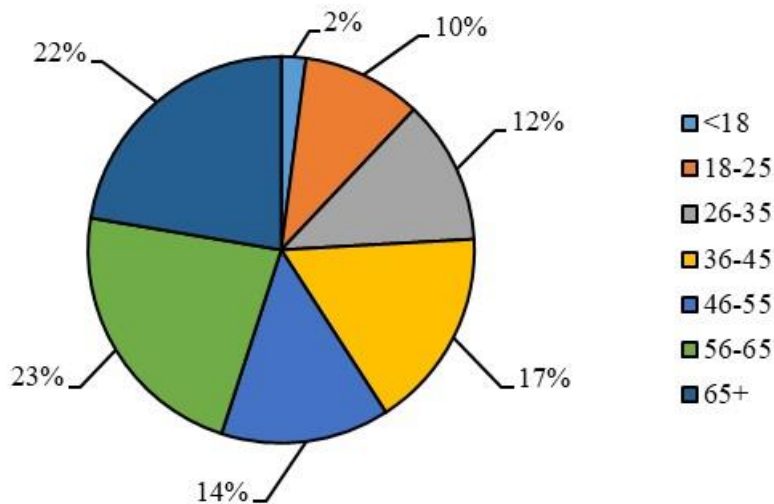


Figure 8. Age of the drivers involved in the accident

The majority of the farmers involved in accidents were men (97%). The high rate of men involved in accidents is due to the fact that women do not commonly use tractors and agricultural machinery in agricultural enterprises. This rate in Balıkesir province is the highest compared to other studies conducted in Türkiye.

Of the drivers who had accidents, 67% were primary school graduates, 19% were university graduates, and 14% were high school graduates. Since the majority of those working in the agricultural sector are primary school graduates, the fact that these individuals are closed to innovations and technology in terms of knowledge and apply traditional agricultural methods may be effective in the occurrence of agricultural work accidents. Nevertheless, the data in this study showed a significant increase in the proportion of high school and university graduates compared to accident surveys 10-15 years ago.

While individuals who will drive a tractor must have a class F driver's license, it is sufficient to have one of the class B, C, D or E driver's licenses to legally drive a tractor. It was found that 35% of the drivers involved in the accident had a class B driver's license, while 23% had a class C, D or E driver's license. Class F driver's license for the tractor was found in only 5% of the drivers. On the other hand, it was determined that 64% of the accident victims had a driver's license, while 36% did not have any driver's license. In other words, it is seen that 36% of the drivers do not have a license. On the other hand, it was determined that 63% of the tractors involved in the accident had traffic insurance, while 37% did not.

When the tractor accidents in the province were compared by months, it was observed that accidents increased the most between June and September (Figure 9). In particular, these months coincided with the peak period of fruit, vegetable and grain production in the province, which increased the number of accidents. The accident rate in July was the highest with 15%. A total of 57 accidents occurred in this month.

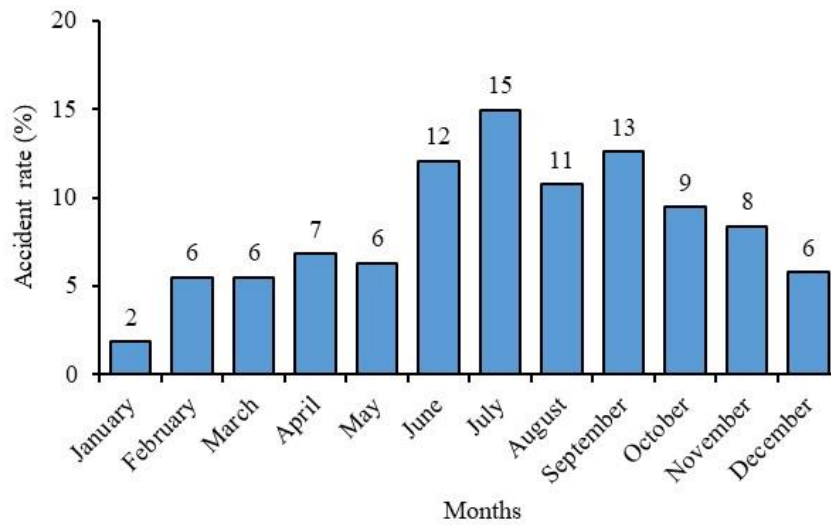


Figure 9. Months of accidents

When the days of the accidents are analyzed, the proportion of accidents occurring on weekends (Sunday) (17.8%) is slightly higher than the other days (Figure 10). The reason for this can be attributed to the fact that farmers working in other lines of business other than agriculture have to work during the weekends instead of resting, which increases the number of accidents due to excessive fatigue.

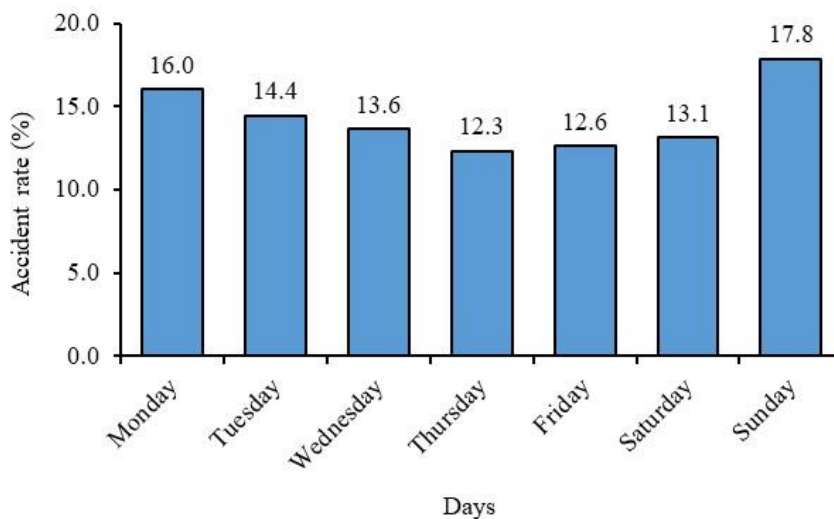


Figure 10. Days of accidents

The majority of tractor accidents in the province occurred between 12:00-18:00. 43% of the accidents occurred in this time interval (Figure 11). Accidents also occurred at a high rate of 30% during the working hours between 06:00-12:00. The fatigue of the drivers due to the intensity of agricultural production in the 06:00-18:00 intervals and the sun's rays making it difficult for the operator to see in clear weather may have increased accidents. On the other hand, the rate of tractor accidents between 18:00-24:00 was as high as 22%. During periods of intensive agricultural production, the necessity to work late in order to complete the work

causes accidents. At such times, inadequacies in warning lighting such as reflectors, overhead lights, parking and braking devices of tractors, trailers and agricultural machinery may have increased the number of accidents.

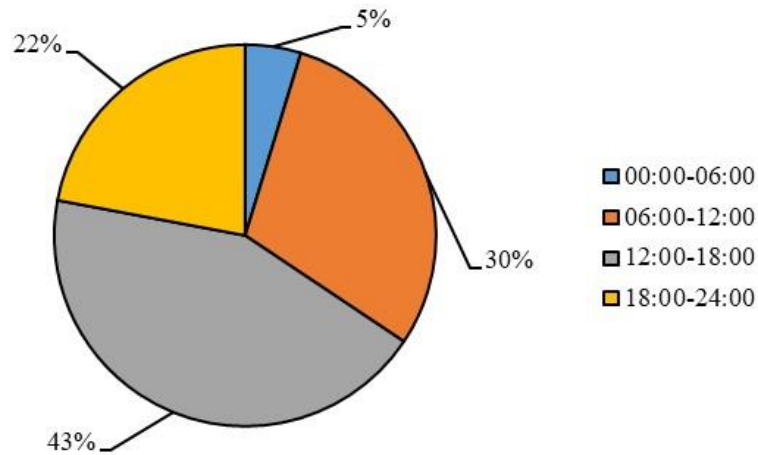


Figure 11. Time of occurrence of accidents

According to traffic rules, roads are classified as asphalt, surface coating, concrete, cobblestone, stabilized and soil. Most of the tractor accidents in Balıkesir province occurred on asphalt roads (68%) (Figure 12). In many studies, it has been reported that the majority of accidents occurred on asphalt roads (Akbolat et al., 2007; Alçayır, 2018, Bayat and Ünal, 2024; Ardıç and Ünal, 2024). Although uneven, potholed soil and stabilized roads are thought to cause tractors to overturn, overturning and collision accidents are more common on asphalt roads. The fact that drivers want to drive the tractor as fast as a car on asphalt roads increases the possibility of accidents. Because the turning radius of tractors is much smaller than that of cars, drivers need to slow down in turns and bends. However, when tractors enter a curve too fast, they can often overturn if an agricultural machine is attached to it.

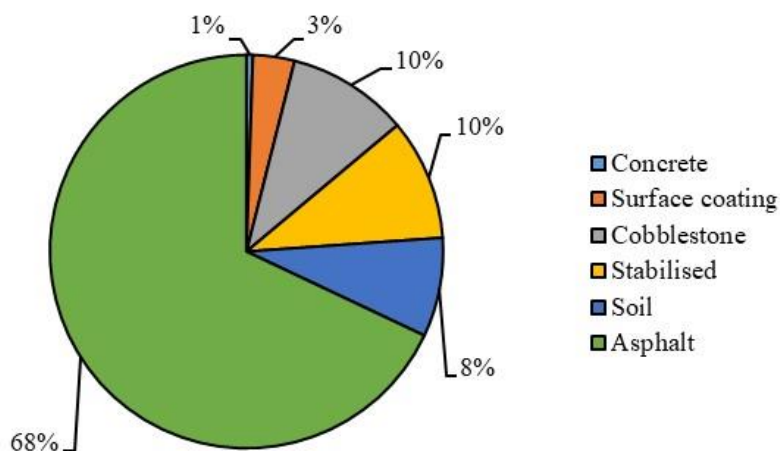


Figure 12. Structure of the roads where accidents occurred

In Balıkesir province, 91% of the accidents occurred on dry ground. Dry ground reduces the road holding of tractors with wide and treaded tires in some cases. Especially during cornering, it may pose the risk of slipping and may also pose the danger of tipping over. While the weather was expected to be in unfavorable conditions such as foggy, cloudy, rainy, snowy, etc. at the time of the accidents, on the contrary, a very high rate (91%) of accidents occurred in clear weather. The accident rate is low in rainy, cloudy and foggy weather. This may be due to the fact that agricultural activities are carried out less in these weather conditions, resulting in less use of tractors.

Conclusion and Recommendations

In the light of the research results of traffic accidents involving agricultural tractors in Balıkesir province between 2017 and 2023, the following evaluations can be made:

- Tractor accidents in Balıkesir province, which has an important place in the agriculture and animal husbandry sector, are observed at a rate of 3.2% compared to Türkiye in general. It can be thought that intensive agricultural activities throughout the province cause excessive fatigue in drivers and bring errors along with it.
- Among Balıkesir districts, the highest number of accidents occurred in Altıeylül, Biggadiç and Dursunbey districts. Most of the accidents were collisions (42%) and leaving the road (35%). In addition, 64% of the accidents occurred on rural roads and 58% were single-vehicle accidents. As the age of the tractors involved in accidents increased, the accident rate also increased. The accident rate of tractors over 20 years old was 51%. Tractor drivers aged between 56-65 and over 65 had more accidents. Of those who had accidents, 97% were male and 67% had primary education.
- To reduce accidents involving tractors and other agricultural vehicles, agricultural workers need to be extensively trained in tractor operation. Training is especially important for young and inexperienced drivers. Working with tractors that have reached the end of their economic life leads to large increases in fuel and age costs as well as maintenance and repair costs.
- While some legal regulations on tractor use are needed, inspections need to be more stringent to ensure compliance. In addition, serious sanctions should be imposed in cases where warning signs/signs such as reflectors and head lamps are missing. It should be noted that the state should take additional measures to ensure that tractors are properly inspected. In addition, it is also important to establish a special public organization to monitor agricultural accidents and keep statistics on these accidents (Öztekin et al., 2020).
- The use of rollover protection systems such as ROPS (Rollover Protective Structure) and safety belts on tractors should be encouraged. Regular maintenance of tractors is vital to detect and prevent malfunctions in advance. Organizing and securing roads in agricultural areas can prevent accidents.
- On the routes where tractors frequently use the highway in areas where agricultural activities are intensive, the lanes that agricultural tractors can use should be widened in order to increase traffic safety, side roads should be built where possible, and roads that are closed to use should be made suitable and open so that tractors can use these roads. Due to environmental conditions, inexperience, fatigue and long working hours, the attention of agricultural tractor operators decreases significantly. Frequent short breaks will increase the attention and efficiency of workers and reduce accidents.

References

- Akbolat, D., Evren, N., & Yılmaz, Ş. (2007). Isparta il sınırları içinde 1995-2003 yılları arasında meydana gelen traktör ve tarım iş makineleri kazalarının değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(1), 7-14.
- Alçayır, A. (2018). Konya ili Çumra İlçesi Tarım İşletmelerinde Meydana Gelen Traktör Ve Tarım Makineleri Kaynaklı İş Kazalarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Altuntaş, E., & Yıldırım, C. (2016). Tokat iline ait ilçelerde gerçekleşen traktör ve tarım makinaları iş kazalarının incelenmesi. Mediterranean Agricultural Sciences, 29(3), 117-124.
- Antunes, S.M., Cordeiro, C., & Teixeira, H.M. (2018). Analysis of fatal accidents with tractors in the Centre of Portugal: Ten years analysis. Forensic Science International, 287, 74-80.
- Ardıç, F., & Ünal, H. (2024). Evaluation of traffic accidents involving agricultural tractors in Ankara Province (Ankara ilinde tarım traktörlerinin karıştığı trafik kazalarının değerlendirilmesi) . 2nd International Scientific Research and Innovation Congress 2024 (pp.1269-1279), Adana, Türkiye.
- ASAE (2000). Machinery Management Data, ASAE-Data-D.230-4. ASAE Standards 2000.
- Bayat, H., & Ünal, H. (2024). Bursa ilinde meydana gelen tarım traktörü kazalarının değerlendirilmesi. Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Üzerine Güncel Araştırmalar-2024, Bölüm 9, Editörler: Gülden Özgünaltay Ertuğrul, Ömer Ertuğrul, DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14252939>, IKSAD Yayın Evi, s. 161-176, Ankara.
- Bülbül, H. (2006). Ankara'nın Bazı İlçelerinde Tarım Alet ve Makineleri ile Çalışmada Gerçekleşen İş Kazalarının İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Ankara.
- Dilay, Y. & Özkan, A. (2020). Karaman ilinde meydana gelen tarım makinelerinden kaynaklı kazalarının değerlendirilmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 16(1), 32-39.
- Gölbaşı, M. (2002). Tarım Alet-Makine ve Traktörlerin Kullanımından Kaynaklanan İş Kazaları Nedenlerinin ve Tahmini Kaza Maliyetleri İndeksinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Basılmamış, Doktora Tezi, Ankara.
- Güğercin, Ö., & Baytorun, A. N. (2018). Tarımda iş kazaları ve gerekli önlemler. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 33(2), 157-168.
- Öz, E. (2005). Ege Bölgesinde meydana gelen traktör kazalarının tarımsal iş güvenliği açısından değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 42(2), 191-202.
- Öztekin, B.Y., Kayhan, İ., & Baran, M.F. (2020). Tarım makinalarının kullanımında meydana gelen iş kazalarının tespiti ve değerlendirilmesi (Kırklareli ili örneği). Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 15(1), 19-34.
- Pinzke, S., Nilsson, K., & Lundqvist, P. (2012). Tractor accidents in Swedish traffic. Work, 41 (Supplement 1), 5317-5323.
- Sağlam, C., Çetin, N., & Kuş, Z.A. (2017). Kayseri ilinde meydana gelen traktör ve tarım makinaları kazalarının değerlendirilmesi. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 6 (Özel Sayı (BSM 2017), 20-34.
- Seyhan, S., & Çolak, A. (2023). Tarımda iş kazaları iş sağlığı ve iş güvenliği. Tarım Ve Mühendislik, 6, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Yayın Organı, ISSN-1300-0071.
- TÜİK (2023). Türkiye ve Balıkesir 2013-2023 yılları bitkisel üretim – Tarım alet ve makine istatistikleri (traktör sayısı). Türkiye İstatistik Kurumu, Erişim: <https://biruni.tuik.gov.tr/>

Yücel, S. (2012). Erzurum İlinde Traktör Ve Alet-Makine Kullanımı Sırasında Oluşan Kazalar Ve Sonuçları Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Ana Bilim Dalı, Erzurum, 66.

CHEMICAL STRUCTURE OF MATCHA TEA AND ITS EFFECT ON HEALTH

Doç. Dr. Emine NAKİLCİOĞLU (ORCID: 0000-0003-4334-2900)

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir-Türkiye

Email: emine.nakilcioglu@ege.edu.tr

Beyda CEYLAN (ORCID: 0009-0005-9539-5985)

Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir-Türkiye

Email: ceylanbeyda375@gmail.com (Sorumlu Yazar)

Abstract

Green tea and matcha tea are often thought of as the same product, but they are actually different. Green tea can be categorized as Chinese green tea and Japanese green tea, while matcha tea is known as unfermented and finely ground Japanese green tea powder. Originating in Japan, matcha tea is a product obtained by grinding the entire green tea leaves, including the stems and veins, harvested after the shading process on the tea plantation. Traditionally used in Japanese tea ceremonies, matcha has gained popularity around the world in recent years. Unlike green tea, matcha is produced by processing the leaves grown in the shade. This process increases matcha's high polyphenol, caffeine and chlorophyll content. However, the chemical structure of matcha tea is affected by the growing and processing conditions of the tea leaves. In addition, changes are observed in its chemical content depending on the infusion stage of the tea. Matcha tea is rich in bioactive compounds such as catechins, phenolic acids, vitamin C, chlorophyll and theanine, which are known for their antioxidant properties. These compounds have many health benefits. Matcha tea has positive effects on cardio-metabolic health, while also improving cognitive functions, reducing anxiety and helping combat stress. Apart from these, it can also help reduce body weight by regulating blood pressure. In recent years, the market demand for matcha and its consumption have been increasing, both as a beverage and as an ingredient in various beverages, snacks and different food products.

Keywords: antioxidant effect, catechins, health, matcha tea, polyphenols.

MATCHA ÇAYININ KİMYASAL YAPISI VE SAĞLIK ÜZERİNE ETKİSİ

Özet

Yeşil çay ve matcha çayı sıklıkla aynı ürün olarak düşünülmesine rağmen aslında birbirinden farklıdır. Yeşil çay, Çin yeşil çayı ve Japon yeşil çayı olarak kategorize edilebilirken, matcha çayı fermente edilmemiş ve ince öğütülmüş Japon yeşil çay tozu olarak bilinmektedir. Japonya kökenli olan matcha çayı, çay plantasyonunda gölgeleme işleminden sonra hasat edilen, sap ve damarlar da dahil olmak üzere yeşil çay yapraklarının tamamının öğütülmesi ile elde edilen bir üründür. Geleneksel olarak Japon çay seremonilerinde kullanılan matcha, son yıllarda dünya genelinde popülerlik kazanmıştır. Matchanın üretimi, yeşil çayın aksine, gölgede yetiştirilen yaprakların işlenmesiyle gerçekleştirilir. Bu işlem, matchanın yüksek polifenol, kafein ve klorofil içeriğini artırır. Ama matcha çayının kimyasal yapısı çay yapraklarının yetiştirilme ve işleme koşullarından etkilenmektedir. Ayrıca çayın infüzyon aşamasına bağlı olarak kimyasal içeriğinde değişiklikler gözlemlenmektedir. Matcha çayı, antioksidan özellikleriyle bilinen kateşinler, fenolik asitler, vitamin C, klorofil ve teanin gibi biyoaktif bileşikler bakımından zengindir. Bu bileşiklerin sağlığa birçok faydası bulunmaktadır. Matcha çayı, kardiyometabolik sağlık üzerinde olumlu etkiler gösterirken, aynı zamanda bilişsel fonksiyonları artırır, anksiyeteyi azaltır ve stresle mücadelede yardımcı olabilir. Bunların dışında, kan basıncını düzenleyerek vücut ağırlığını azaltmaya da yardımcı olabilir. Son yıllarda gerek bir içecek gerekse çeşitli içeceklere, atıştırılmalıklara ve farklı gıda ürünlerine ingredient olarak matchaya olan pazar talebi ve matcha çayının tüketimi giderek artmaktadır.

Anahtar Kelimeler: antioksidan etki, kateşinler, matcha çayı, polifenoller, sağlık.

Giriş

Matcha, yeşil çay yapraklarının (*Camellia sinensis*) öğütülmesiyle elde edilir (Gültekin-Özgüven et al., 2020; Devkota et al., 2021). Japonya kökenlidir ve genellikle geleneksel Japon çay seremonisinde tüketilmektedir. Bazı içecekler, yemeklere, tatlılara ve dondurmalara gıda ilavesi olarak kullanılmaktadır. Son zamanlarda matcha çayı, dünya çapında popüler hale gelmiştir. Bunun sebebi, matcha çayının sağlığa yararlı birçok kimyasal ve biyolojik özelliğe sahip olmasıdır.

Matcha tozunun üretimi özel aşamalara sahiptir. Yeşil çay güneş ışığına maruz bırakılan yapraklardan üretilirken, matcha çayı gölgede yetiştirilen yapraklardan yapılmaktadır. Böylece gölgede büyütülen çay yaprakları yüksek polifenol, kafein ve klorofil içeriği bakımından zengindir (Koláčková et al., 2020). Daha sonra bu yapraklar kurutulur ve kurutulmuş yapraklara “tencha” adı verilir. Tenchalar geleneksel granit taşlarla öğütülür ve ince toz haline getirilir. Böylelikle matcha, tüm yaprak kısımlarını içermektedir (Şen & Erdal, 2022). Başka bir deyişle yeşil çay, yapraklarının suyla ekstrakt edilmesi sonucu tüketilirken, matcha çayı ince toz haline getirilmiş yapraklara su eklenmesiyle tüketilir. Böylece, amino asitler ve biyoaktif bileşikler açısından zengin olan yaprakların kendileri tüketilmiş olunur (Weiss & Anderton, 2003; Kochman et al., 2021).

Matcha Çayının Kimyasal Yapısı

Matcha çayının kimyasal yapısı, antioksidan açıdan güçlüdür. Matcha çayının kimyasal yapısına etki eden en önemli bileşiklerin antioksidan özellik gösteren bileşikler olduğu düşünülmektedir. Bunlardan ilki polifenollerdir. Polifenoller arasında ise kateşinler öne çıkmaktadır. Matcha çayının üretildiği yeşil çay bitkisi, insan sağlığına faydalı olan, kateşinler sayesinde antioksidan potansiyel göstermektedir (Kochman et al., 2021). Yeşil çay dört ana kateşin, yani (-)-epikateşin (EC), (-)-epikateşin-3-gallat (ECG), (-)-epigallokateşin (EGC) ve (-)-epigallokateşin-3-gallat (EGCG) içermektedir (Weiss & Anderton, 2003). Koláčková et al. (2020) tarafından yapılan çalışmaya göre, matcha çayında bulunan toplam polifenolik içerik 169-273 mg GAE/g aralığındadır.

Fenolik asitlerin varlığı matcha çayının antioksidan özellikleri geliştirmektedir. Tablo 1’de Koláčková et al. (2020) tarafından yapılan çalışmada tespit edilen fenolik asit miktarları verilmiştir. Yapıda bulunan miktarı en yüksek olan fenolik asitin klorojenik asit, en düşük olanların ise *p*-Hidroksibenzoik asit ve kafeik asit olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Matcha çaylarındaki fenolik asit [$\mu\text{g/g}$] konsantrasyonları (Koláčková et al., 2020).

Fenolik asit ($\mu\text{g/g}$)	80% MeOH ekstraktı	Su ekstraktı
Gallik asit	45.4-423.0	39.4-184.0
Protokateşuik asit	54.4-299.0	46.1-291.0
<i>p</i> -Hidroksibenzoik asit	9.7-243.0	13.5-167.0
Klorojenik asit	3040-4800	2640-3920
Kafeik asit	13.3-223.0	9.3-78.3
Ferulik asit	45.5-289.0	5.6-171.0
Sinapik asit	104.0-1400	89.0-592.0
Ellagik asit	38.1-371.0	79.4-246.0

Matcha çayında aynı zamanda kafein bulunmaktadır. Kafein antioksidan özellik gösteren diğer bir bileşiktir ve çayın tadına katkı sağlamaktadır. Miktarını hasat süresi belirlemektedir; ne

kadar çok süre geçerse kafein miktarı o kadar azalmaktadır. Matcha çayında yeşil çaya kıyasla daha fazla kafein bulunmaktadır ve böylelikle tat ve aroması daha gelişmiştir (Kochman et al., 2021).

Vitamin C ve klorofil içeriği de antioksidan açıdan matça çayına katkı sağlamaktadır. Klorofil ise matcha çayının canlı renginden sorumludur (Jakubczyk et al., 2020).

Son olarak teanin içeriğinden bahsetmek gerekirse, gölgede yetiştirilen yeşil çay yapraklarında miktarının oldukça fazla (44.65 mg/g) olduğu görülmektedir (Unno et al., 2018). Böylece, matcha çayının kendine has tadına da katkı sağlamaktadır (Kochman et al., 2021).

Matcha Çayının Sağlık Etkileri

Matcha çayının sağlık etkileri, yapıda bulunan kateşinlerin ve polifenolik bileşiklerin güçlü antioksidan etkilerinden kaynaklanmaktadır.

Son zamanlarda, matcha çayı tüketimi etkileyici kardiyometabolik sonuçlar ve sağlık yararları ile ilişkilendirilmiştir. Matcha çayının stres azaltıcı etkisi de bulunmaktadır. Aynı zamanda anksiyeteye karşı koyabileceği düşünülmektedir. (Sokary et al., 2023). Matcha çayı, bilişsel performansı önemli ölçüde etkilemektedir. Dikkat becerileri ve özellikle de çalışma belleği üzerinde etkilidir (Dietz et al., 2017). Matchanın, antioksidan, anksiyolitik, stres azaltıcı ve hafıza güçlendirici özellikleri nedeniyle nöroprotektif etkilere sahip olabileceği düşünülmektedir. Matcha çayı ile kan şekerinin ve mikrobiyotanın düzenlenmesi sağlanabilmektedir. Anti-enflamatuvar, anti-fibrosis ve anti-anjiyojenik etkileri de bulunmaktadır (Devkota et al., 2021). Ayrıca günde 4 kez matcha çayı içmenin sistolik kan basıncını, vücut ağırlığını, vücut kitle indeksini ve bel çevresini önemli ölçüde düşürdüğünü ortaya koyan bir çalışma rapor edilmiştir (Mousavi et al., 2013).

Sonuç

Matcha çayı, sağlığa olan birçok faydası nedeniyle son yıllarda popülerliğini arttıran bir içecektir. İçerdiği polifenoller, kateşinler ve diğer biyoaktif bileşikler, matchanın güçlü antioksidan etkiler göstererek vücut sağlığını desteklemesine sebep olmaktadır. Matcha çayının kardiyometabolik sağlık, bilişsel performans ve stres azaltıcı özellikler gibi faydalar sağladığına dair bilimsel kanıtlar mevcuttur. Aynı zamanda, matcha çayı, kan basıncını ve vücut ağırlığını düzenlemeye yardımcı olur. Bu bulgular, matcha çayının genel sağlık üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymakta ve sağlıklı yaşam tarzlarını benimseyen bireyler için doğal bir içecek olarak tercih edilmektedir. Matcha çayının tüketimini artırmak için ileride daha ayrıntılı çalışmalar yapılmasına ve bilinirliğinin artırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynaklar

- Devkootaa, H. P., Gairec, B. P., Horia, K., Subedic, L., Adhikari-Devkootaa, A., Belwale, T., Paudelf, K. R., Jhah, N. K., Singhi, S. K., Chellappanj, D. K., Hansbrof, P. M., Duag, K. & Kurauchi, Y. (2021). The science of matcha: Bioactive compounds, analytical techniques and biological properties. *Trends in Food Science and Technology*, 118, 735–743.
- Dietz, C., Dekker, M. & Piqueras-Fiszman, B. (2017). An intervention study on the effect of matcha tea, in drink and snack bar formats, on mood and cognitive performance. *Food Research International*, 99, 72-83.
- Gültekin-Özgülven, M., Berktaş, I., Gönül, Ö. & Özçelik, B. (2020). Development of dark chocolate enriched with matcha green tea (*Camellia sinensis*). *Gıda*, 45(5) 850-860.
- Jakubczyk, K., Kochman, J., Kwiatkowska, A., Kałdunska, J., Dec, K., Kawczuga, D. & Janda, K. (2020). Antioxidant Properties and Nutritional Composition of Matcha Green Tea. *Foods*, 9, 483.
- Kochman, J., Jakubczyk, K., Antoniewicz, J., Mruk, H. & Janda, K. (2021). Health Benefits and Chemical Composition of Matcha Green Tea: A Review. *Molecules*, 26, 85.
- Koláčková, T., Kolofiková, K., Sytařová, I., Snopek, L., Sumczynski, D. & Orsavová, J. (2020). Matcha Tea: Analysis of Nutritional Composition, Phenolics and Antioxidant Activity. *Plant Foods for Human Nutrition*, 75, 48–53.
- Mousavi, A., Vafa, M., Neyestani, T., Khamseh, M. & Hoseini, F. (2013). The effects of green tea consumption on metabolic and anthropometric indices in patients with type 2 diabetes. *Journal of Research in Medical Sciences*, 18(12), 1080–1086.
- Şen, A. & Erdal, L. (2022). Exzotic Herbal Teas as a Gastronomy Trend. *International Journal of Academic Studies*, 2(1), 41-59.
- Sokary, S., Al-Asmakh, M., Zakaria, Z. & Bawadi, H. (2023). The therapeutic potential of matcha tea: A critical review on human and animal studies. *Current Research in Food Science*, 6, 100396.
- Unno, K., Furushima, D., Hamamoto, S., Iguchi, K., Yamada, H., Morita, A., Horie, H. & Nakamura, Y. (2018). Stress-Reducing Function of Matcha Green Tea in Animal Experiments and Clinical Trials. *Nutrients*, 10, 1468.
- Weiss, D. J. & Anderton, C. R. (2003). Determination of catechins in matcha green tea by micellar electrokinetic chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1011, 173–180.

CHICORY BROWN

Doç. Dr. Emine NAKİLCİOĞLU (ORCID: 0000-0003-4334-2900)

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir-Türkiye

Email: emine.nakilcioglu@ege.edu.tr

Beyda CEYLAN (ORCID: 0009-0005-9539-5985)

Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir-Türkiye

Email: ceylanbeyda375@gmail.com (Sorumlu Yazar)

Abstract

Chicory coffee is a caffeine-free beverage that is especially popular in Europe and some Asian regions. The roots of the chicory plant (*Cichorium intybus*) [or dandelion (*Taraxacum officinale*)] are roasted and ground to obtain a flavor similar to traditional coffee. However, the taste of chicory coffee is generally milder and lighter, offering a different flavor compared to coffee. The fact that chicory coffee is caffeine-free has made it an ideal beverage for consumers who have difficulty drinking original coffee or who experience side effects such as heart palpitations. In addition to being caffeine-free, this beverage, which facilitates digestion, supports liver health and has antioxidant properties, provides many health benefits. Thanks to the inulin, phenolic acids, flavonoids and other nutritional components it contains, it supports metabolism and offers invigorating effects on the body. With these features, chicory coffee is preferred as both a delicious and healthy alternative. There are many stages in the production of chicory coffee. Some of these stages consume serious energy. Studies are being carried out to eliminate these negativities and to popularize chicory coffee.

Keywords: caffeine, chicory coffee, chicory plant, coffee, health.

HİNDİBA KAHVESİ

Özet

Hindiba kahvesi, özellikle Avrupa ve bazı Asya bölgelerinde popüler olan, kafeinsiz bir içecektir. Hindiba bitkisinin (*Cichorium intybus*) [veya karahindiba (*Taraxacum officinale*)] kökleri kavrulup öğütülerek geleneksel kahveye benzer bir tat elde edilmektedir. Ancak, hindiba kahvesinin tadı genellikle daha yumuşak ve hafif olup, kahveye kıyasla farklı bir lezzet sunmaktadır. Hindiba kahvesinin kafeinsiz olması, orijinal kahve içmekte zorlanan ya da kalp çarpıntısı gibi yan etkilere maruz kalan tüketiciler için ideal bir içecek olmasına yol açmıştır. Kafeinsiz olmasının yanı sıra, sindirimi kolaylaştırıcı, karaciğer sağlığını destekleyici ve antioksidan özellikler taşıyan bu içecek, sağlık açısından pek çok fayda sağlamaktadır. İçeriğindeki inülin, fenolik asitler, flavonoidler ve diğer besleyici bileşenler sayesinde metabolizmayı desteklemektedir ve vücuda canlandırıcı etkiler sunmaktadır. Bu özellikleriyle hindiba kahvesi, hem lezzetli hem de sağlıklı bir alternatif olarak tercih edilmektedir. Hindiba kahvesi üretiminin birçok aşaması bulunmaktadır. Bu aşamaların bazıları ciddi anlamda enerji tüketmektedir. Bu olumsuzlukların giderilmesi ve hindiba kahvesinin yaygınlaşması için çalışmalar yapılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: hindiba bitkisi, hindiba kahvesi, kafein, kahve, sağlık.

Giriş

Hindiba (*Cichorium intybus*) veya karahindiba (*Taraxacum officinale*) papatyagiller ailesinden bir bitkidir. Avrupa, Asya, Afrika ve Amerika kıtalarında yaygın olarak bulunmaktadır ve ülkemizde genellikle çayırılık alanlar ile yol kenarlarında yetişmektedir (Düzcan, 2010; Kırpık et al., 2019).

Hindiba bitkisinin yaprakları ve kökleri salataya katılarak tüketilmektedir (Düzcan, 2010; Kırpık et al., 2019). Bunun yanında, hindiba kökü pişirilip, öğütüldükten sonra kahve olarak içilmektedir (Núñez et al., 2021). Aynı zamanda, fonksiyonel bir gıda olarak sınıflandırılan hindiba kökü ununun, hamur işlerinde yaygın olarak kullanıldığı belirtilmiştir (Pouille et al., 2025). Kavrulmuş hindiba, yiyeceklerin aromasını, rengini veya lezzetini artırmak için kullanılmaktadır (Willeman et al., 2014).

Hindiba bitkisinin kimyasal yapısı fenolik asit, flavonoid ve özellikle de antosiyanin içeriği ile dikkat çekmektedir. Bu bitkinin tüm kısımları inülin, vitaminler, klorofil pigmentleri, doymamış steroller gibi olası sağlık yararları olan bileşiklerin varlığı nedeniyle büyük önem arz etmektedir (Sahan et al., 2017). Taze hindiba kökü, yüksek inülin içeriğine sahiptir. Bu da probiyotik bakterilerin varlığı ve artması için özel bir önem taşımaktadır. Yapraklar iyi bir fenol, A ve C vitaminleri, potasyum, kalsiyum ve fosfor kaynaklarıdır (Düzcan, 2010; Kırpık et al., 2019). Hindiba, fenolik ve antioksidan içerikleri ve bu bileşiklerin yapıdaki yüksek biyoerişilebilirlikleri nedeniyle, tüketiciler için önemli sağlık faydaları sağlamaktadır (Sahan et al., 2017).

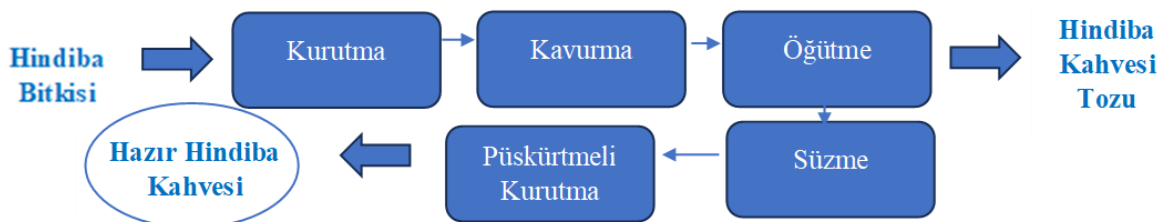
Hindiba bitkisi çiğ, kurutulmuş veya pişirilmiş olarak tüketildiğinde sağlığa birçok yarar sağlamaktadır. Bunlardan biri anti-diyabetik etkidir. Hindiba tohumunun sulu özütünün, vücut ağırlığı kaybını önlediği ve kan şekerini düşürdüğü belirtilmiştir (Ghamarian et al., 2012). Bununla beraber hindiba, antioksidan ve antimikrobiyal etki göstermektedir. Böbreklerin ve karaciğerin fonksiyonlarını desteklemektedir. Kan temizleyici işlevi bulunmaktadır ve metabolizmayı geliştirmektedir. Sindirimi kolaylaştırır ve canlandırıcı etkilere sahiptir (Düzcan, 2010).

Hindiba Kahvesi

Hindibadan elde edilen kahve, orijinal kahve yerine geçebilecek potansiyeldedir. Kahveye benzer acı bir tada sahip olmasına rağmen kafein içermemektedir. Kafeinsiz kahve içmek isteyen tüketiciler tarafından yararlı kimyasal içeriği ve sağlık etkisinden dolayı tercih edilebilmektedir. Ucuz ve yaygın bir sebze olmasına rağmen, hindiba kahvesi üretimi kurutma ve kavurma proseslerinin enerji tüketiminden dolayı maliyetlidir.

Hindiba Kahvesi Üretimi

Hindiba kahvesi üretimi aşamaları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Hindiba kahvesi üretim aşamaları (Indzere et al., 2018).

Hindiba kahvesinin eldesinde ilk aşama, hindiba bitkisi alınıp, yapraklarının ve köklerinin ayrılmasıdır. Ayrılan yapraklar organik atık olarak değerlendirilmektedir veya salataya katılmaktadır. Kahvenin ana maddesi olan köklerin daha iyi kurutulması için küçük parçalara ayırma işlemi uygulanmaktadır. Kesilen kökler kurutulduktan sonra, kavurma işlemine tabi tutulurlar. Kavrulmuş hindiba kökleri öğütüldükten sonra hindiba kahve tozu elde edilmektedir. Hazır kahve üretimi için kahve tozları süzme işleminin ardından püskürtmeli kurutucuda kurutulmaktadır. Sonuç olarak market satışı için hindiba kahvesi hazır hale getirilmektedir.

Hindiba Kahvesinin Kimyasal Yapısı

Hindiba kahvesi, hindiba bitkisinden (veya karahindiba bitkisinden) elde edildiği için bitkideki içerikler kahveye geçmektedir. İnülin, A ve C vitaminleri ve bazı önemli minerallere hindiba kahvesinin yapısında rastlanılmıştır. Bunun yanı sıra kahvenin üretimi esnasında (özellikle kavurma işlemi) bazı içerikler meydana gelmektedir. Bunlardan bir tanesi kahvenin kavrulması sırasında oluşan akrilamid'dir. Oluşan akrilamid miktarının belirlenmesi önemlidir ve bununla ilgili çalışmalar mevcuttur (Delgado-Andrade et al., 2024; Umesh et al., 2025). Bir diğeri ise β -karbolindir. Hindiba kahvesinin β -karbolin bileşiklerinin kaynağı olduğu kanıtlanmıştır. Bu bileşiklerin birçok yararlı etkileri bulunmaktadır (Wojtowicz et al., 2015).

Hindiba Kahvesinin Sağlık Etkileri

Hindiba bitkisinin sağlığa faydaları, hindiba kahvesinde de görülmektedir. Hindiba kahvesi metabolizmayı güçlendirir ve vücudu canlandırmaya yardımcı olmaktadır. Yukarıda bahsedilen β -karbolin grubu bileşikler, beyin fonksiyonlarını olumlu etkilemektedir. Aynı zamanda antioksidan etkiler de gösterebilmektedir (Wojtowicz et al., 2015). Kafeinsiz kahve kategorisinde hindiba kahvesi, orijinal kahve yerine içilebilmekte ve sağlığa üzerine pek çok fayda sağlayacaktır.

Sonuç

Hindiba bitkisi ve hindiba kahvesi, hem besin değeri hem de sağlık üzerine önemli faydalar sunan doğal ürünlerdir. Fenolik asitler, flavonoidler, inülin ve vitaminler gibi biyolojik olarak aktif bileşenler, hindiba bitkisini fonksiyonel bir gıda haline getirmektedir. Hindiba köklerinin kahve olarak kullanılması, kafeinsiz içecek tercih eden bireyler için sağlıklı bir alternatif oluştururken, aynı zamanda metabolizma üzerinde de olumlu etkiler göstermektedir. Ayrıca, hindiba kahvesi, antioksidan ve antimikrobiyal özellikleriyle de vücuda pek çok fayda sağlamaktadır. Ancak, kahve üretimi sırasında oluşan akrilamid ve β -karbolin gibi bileşiklerin sağlık üzerindeki etkileri hakkında daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Genel olarak, hindiba kahvesi, doğal bir sağlık destekleyici gıda olarak potansiyelini kanıtlamaktadır ve bu alandaki çalışmaların, hindiba ürünlerinin daha geniş bir tüketici kitlesi tarafından benimsenmesine katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Kaynaklar

- Delgado-Andrade, C., Morales, F.J. & Mesías, M. (2024). Acrylamide and HMF occurrence and bioaccessibility in instant coffee and coffee substitutes. A study on isolated and milk-combined beverages. *Food Research International*, 194, 114886.
- Düzcan, K. B. *Karahindiba (Taraxacum officinale) bitkisinden süperoksit dismutaz ve peroksidaz enzimlerinin karakterizasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, (2010).
- Ghamarian, A., Abdollahi, M., Su, X., Amiri, A., Ahadi, A. & Nowrouzi, A. (2012). Effect of chicory seed extract on glucose tolerance test (GTT) and metabolic profile in early and late-stage diabetic rats. *DARU Journal of Pharmaceutical Science*, 20(56), 1–9.
- Indzere, Z., Khabdullina, Z., Khabdullin, A. & Blumberga, D. (2018). The benchmarking of chicory coffee's production. *Energy Procedia* 147, 631–635.
- Kırpık, M. A., Altunoğlu, M. K., Yıldız Asker, Y. & Altunkalem, S. (2019). Evelik Bitkisi (*Rumex patientia* L.) ve Karahindiba (*Taraxacum officinale* L.) Kullanılarak Doğal Yolla Baklagil Yaprak Biti (*Aphis fabae* Scop.)'nin Hedef Konukçusunun Değiştirilmesi. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(1), 1-8.
- Núñez, N., Pons, J., Saurina, J. & Núñez, O. (2021). Non-targeted high-performance liquid chromatography with ultraviolet and fluorescence detection fingerprinting for the classification, authentication, and fraud quantitation of instant coffee and chicory by multivariate chemometric methods. *LWT*, 147, 111646.
- Pouillea, C. L., Dugardin, C., Behra, J., Turret, M., Molinie, R. & ... (2025). Metabolomic monitoring of chicory during in vitro gastrointestinal digestion and correlation with bioactive properties. *Food Chemistry*, 467, 142344.
- Pouillea, C. L., Jegou, D., Dugardin, C., Cudennec, B., Ravallec, R., Hance, P., Rambaud, C., Hilbert, J.-L. & Lucau-Danila, A. (2020). Chicory root flour – A functional food with potential multiple health benefits evaluated in a mice model. *Journal of Functional Foods*, 74, 104174.
- Sahan, Y., Gurbuza, O., Guldaz, M., Degirmencioglu, N. & Begenirbas, A. (2017). Phenolics, antioxidant capacity and bioaccessibility of chicory varieties (*Cichorium* spp.) grown in Turkey. *Food Chemistry*, 217, 483–489.
- Umesh, R., Vasu, P., Kumar B.S., G. & Harohally, N. V. (2025). Optimization of matrix matched method for acrylamide analysis in chicory. *Journal of Food Composition and Analysis*, 139, 107155.
- Willeman, H., Hance, P., Fertin, A., Voedts, N., Duhal, N., Goossens, J. F. & Hilbert, J. L. (2014). A method for the simultaneous determination of chlorogenic acid and sesquiterpene lactone content in industrial chicory root foodstuffs. *The Scientific World Journal*.
- Wojtowicz, E., Zawirska-Wojtasiak, R., Przygonski, K. & Mildner-Szkudlarz, S. (2015). Bioactive β -carboline norharman and harman in traditional and novel raw materials for chicory coffee. *Food Chemistry*, 175, 280–283.

PHYTODIVERSITY OF INDIAN THAR DESERT OF RAJASTHAN REGION: AN OVERVIEW

Kamal Kant Sharma^{1,#}

Laxmi Kant Sharma²

Sanju joshi³

Dept. of Botany, Binnani Kanya Mahavidyalaya), Bikaner (Raj.), INDIA¹
Dept. of Zoology, Rama Devi Mahila College, Harnathpura, Nua, JJN.) (Raj.), INDIA²
M.G.S., University, Bikaner (Raj.), INDIA³

#Corresponding Author's Email: kamalkant128@gmail.com

Abstract

The Thar Desert, located in northwestern India and eastern Pakistan, is one of the largest arid regions in the world. Despite its extreme climatic conditions, it boasts a unique and diverse array of plant life, known as phytodiversity. The Thar Desert, one of the largest arid ecosystems in the world, spans across parts of Rajasthan, India, and Pakistan. Despite its extreme climatic conditions, it is home to a remarkable diversity of flora and fauna, adapted to the harsh desert environment. The flora of the Thar Desert is characterized by xerophytic plants, which are adapted to conserve water and endure high temperatures and limited rainfall. Vegetation in this region includes a variety of shrubs, grasses, succulents, and acacia species that have evolved specialized mechanisms to survive in arid environments. This paper aims to explore the phytodiversity of the Thar Desert, focusing on the types of plants that thrive in the region, their ecological significance, and the adaptive strategies they employ. Conservation efforts, including the establishment of protected areas like the Desert National Park, have been crucial in preserving the region's biodiversity. In addition, this paper examines the threats to the desert's plant life, including climate change, human activities, and resource exploitation. The findings underscore the need for conservation strategies to protect the region's phytodiversity and ensure its sustainable future. present paper deals with the phytodiversity of the Thar Desert, focusing on the challenges and conservation efforts in Rajasthan's region, emphasizing the need for sustainable management to ensure the survival of this delicate ecosystem.

Key words: Phytodiversity, Thar Desert, Vegetation, Climate Change, Plants, Conservation, Ecosystem, sustainable management.

1. Introduction

The Thar Desert, located primarily in the northwestern part of India, predominantly in the state of Rajasthan (Adams, 1899), is a vast arid landscape that faces extreme climatic conditions. Despite its inhospitable nature, the desert is home to a rich diversity of life. The complex ecosystem of the Thar Desert thrives in an environment of extreme heat, sparse rainfall, and minimal vegetation. Understanding the biodiversity of this region, including the challenges and efforts to preserve it, is essential for fostering sustainable coexistence between human communities and the natural environment. The phytodiversity (Sharma, 2011, 2012) of the Indian Thar Desert in Rajasthan is characterized by a unique assemblage of drought-resistant plants, including species like Khejri (*Prosopis cineraria*), Babool (*Acacia nilotica*), Ber (*Ziziphus mauritiana*), and various grasses like Sewan, which have adapted to the harsh Desert conditions, showcasing a relatively rich biodiversity despite the arid environment: this includes a diverse range of herbs, Shrubs, and a smaller number of trees, with a significant proportion of endemic species not found elsewhere.

Dominant families :- The most prevalent plant families (Bentham & Hooker, 1862-1883) in the Thar Desert include Fabaceae, Poaceae, and Asteraceae, with a significant presence of thorny shrubs.

Notable species:

Herbs: Satyanashi (*Argemone Mexicana*), *Trianthema portulacastrum*, Sata (*Boerhavia diffusa*), *Achyranthus aspera* (Undokanto, Latjeera, apamarg).

Shrubs: Kair (*Capparis deciduas*), Bui (*Aerva lanata*), Phog (*Calligonum polygonoides*).

Trees: Khejri (*Prosopis cineraria*), Babool (*Acacia nilotica*), Neem (*Azadirachta indica*),

Grasses(Herb): Sewan (*Lasiurus sindicus*), Dhaman (*Cenchrus ciliaris*). (Bhandari, 1964, 1974, 1978, 1990).

Endemic species: While not as high as other deserts, the Thar Desert does have a certain degree of plant endemism, meaning species found only in this region,

2. Geography and Climate of the Thar Desert

The Thar Desert spans over 200,000 square kilometers, with Rajasthan being the largest state affected by the desert's expanse. The desert is characterized by high temperatures, reaching above 50°C in summer, and extremely low rainfall, often less than 250 mm annually. These conditions make it one of the most arid regions of India, where water conservation and adaptation are key to survival for both plant and animal species. The Thar Desert covers an area of approximately 200,000 square kilometers, with the majority of the land situated in the Indian state of Rajasthan. The desert is bordered by the Aravalli Range to the east, the Punjab Plain to the north, and the Rann of Kutch to the south. The climate is characterized by extremely hot summers with temperatures often exceeding 50°C, cold winters, and very low rainfall, usually less than 250 mm annually. These climatic conditions create a challenging environment for plant growth. Water scarcity, high evaporation rates, and temperature fluctuations are the primary factors that influence the distribution and types of vegetation in the Thar Desert. (Bhandari, & Sharma, 1977).

3. Plant Adaptations of the region:

Many plants in the Thar Desert have developed adaptations like thick, waxy leaves, deep root systems, and reduced leaf size to conserve water in the arid climate.

4. Material and methods:

The Materials and Methods section of a study on the phytodiversity of the Thar Desert in Rajasthan would provide a detailed account of the tools, techniques, and procedures used to assess the plant species, environmental conditions, and ecological processes in the region. Below is an outline of the materials and methods commonly used for such research:

4.1 Materials

4.1(a) Field Equipment for Herbarium

GPS Device, Field Notebook, Measuring Tape/Surveyor's Wheel, Quadrat Frames, Plant Press, Field Guides/Flora (*Flora of Rajasthan*), Camera, Soil Sample Collection Kits, Weather Data Logger, Binoculars, Compass.

4.1(b) Laboratory Equipment

Microscope, Soil Testing Kits, Spectrophotometer, Herbarium Sheets, Software and Analytical Tools, Diversity Indices Calculators.

4.2 Methods

4.2(a) Study Area Selection

Select multiple study sites within the Thar Desert, focusing on different ecological habitats such as sand dunes, rocky plains, salt flats, and canalbeds and some ponds, lakes, and Pokhar. Ensure representation of diverse topographical features and climatic conditions. Each site should be surveyed across different seasons (e.g., pre-monsoon, monsoon, and post-monsoon) to capture temporal variations in plant species.

4.2(b) Field Surveys

Vegetation Sampling, Quadrant Method, Transect Method, Species Identification.

5. Types of Vegetation and Phytodiversity in the Thar Desert

The flora of the Thar Desert includes various plant types, including grasses, shrubs, succulents, and trees. These plants have evolved a range of adaptations to cope with the harsh desert conditions.

5.1. Xerophytes e.g, cacti, succulents, *acacia trees* like *Acacia nilotica* and *Acacia Senegal*.

5.2 Grasses: e.g. *Cymbopogon* and *Lasiurus*.

5.3 Shrubs and Small Trees: e.g, *Ziziphus jujube* (Indian jujube) and *Capparis decidua* (wild caper).

5.4 Succulent Plants: e.g. *Aloe*, *Opuntia*, and *Agave*.

5.5 Halophytes: e.g. *Salsola*, *Salicornia*, *Tamarix*, *Haloxylon* and *Suaeda*.

5.6 Herbs, Shrub and Tree of Thar Desert

The Thar Desert in Rajasthan is home to a variety of plants that have adapted to its harsh, arid climate. These plants are classified into three main categories: **herbs**, **shrubs**, and **trees**. Here's a breakdown of each:

Cressa cretica: Shrub, A salt-tolerant found in sandy soils and saline environments of the Thar Desert. **Uses:** It is considered medicinal and used in treating various ailments, particularly in traditional medicine.

Aerva javanica: Herb/under shrub, Known as "White Aerva," this herb grows in the sandy and rocky deserts, thriving under arid conditions.

Uses: Its roots and leaves are used for medicinal purposes, particularly in treating fevers and digestive issues.

Echinops echinatus: Herb is Indian globe thistle. It is also known by other names, including : Camel's thistle, Gokhru, Uthkanta, Utakatira, Brahmadandi, Shuliyo, Utkatar, Kate-chendu, Barham dandi, and Labh. a spiny, branched herb that can grow up to 100 cm tall. It has white, spherical flower heads that are 3–5 cm across.

Uses: Echinops echinatus is traditionally used as an abortifacient, diuretic, and for blood circulation, diabetes, dysmenorrhea, gastric pain, hemorrhoids, indigestion, and spasmolytic and varicose problems.

Cenchrus ciliaris: (Buffel Grass) Herb, A drought-tolerant grass found in desert landscapes, often used for fodder.

Uses: Its leaves and stems are consumed by livestock, making it an important part of desert grazing ecosystems.

Tribulus terrestris: (Chota Gokhru) Herb, A small herbaceous plant with spiny fruits, often. Tribulus terrestris is commonly known as Gokshur, Gokharu, puncture vine, land-caltrops, and caltrop. Tribulus terrestris is an annual plant with a prostrate stem that spreads radially. It has yellow, deciduous petals and sepals. Its fruit is 5-lobed and splits into 5 nutlets. Each nutlet has many tubercles and 2–4 stout spines. It has 3–5 seeds per chamber.

Uses: Tribulus terrestris has been used for a long time in Indian and Chinese medicine to treat various diseases. In Western countries, it is marketed as a natural testosterone booster. It is also used to treat diabetes.

Acacia Senegal: (Gum Arabic Tree)

Shrub/Tree, A hardy shrub that thrives in dry, sandy soils. It has small leaves and thorny branches, which help minimize water loss. The bark of the tree is used for gum production.

Uses: The gum extracted from the tree is used in food, cosmetics, and pharmaceuticals.

Salvadora persica: (Toothbrush Tree)

Shrub/ Tree, This salt-tolerant shrub grows well in desert areas and is adapted to saline soils. It has small, fleshy leaves and produces small white flowers.

Uses: The twigs are traditionally used as toothbrushes in many cultures. The plant also has medicinal properties and is used in treating oral diseases.

Ziziphus mauritiana: (Ber or Indian Jujube)

Shrub/Small Tree, This shrub produces small, round fruits known as "ber" or jujubes. It thrives in dry, arid climates and is a significant source of food for people and wildlife in the desert.

Uses: The fruits are eaten fresh or dried, and the plant is also used for medicinal purposes. The tree's wood is strong and used for construction and tool making.

Atriplex spp.: (Saltbush)

Shrub, A salt-tolerant shrub that thrives in saline soil conditions typical of the Thar Desert. It has narrow, silvery leaves and is highly drought-resistant.

Uses: Saltbush is used as fodder for livestock in desert regions. Its ability to grow in saline soils also helps in soil stabilization.

Capparis deciduas: (Kair)

Shrub A thorny shrub that grows in sandy and rocky desert soils, it has fleshy leaves and produces small, white flowers that turn into edible fruits called "kair."

Uses: The fruits are consumed by locals and have medicinal uses. The plant is also used for fodder for livestock.

Leptadenia pyrotechnica: (Khimp) Shrub, A perennial shrub that thrives in the arid conditions of the Thar Desert, known for its long, thin leaves and clusters of flower.

Uses: The plant is used for its medicinal properties, especially in treating skin conditions, and its young stems are used as a source of fodder.

Calotropis procera:(Aak, Madar, Indian milkweed):

Shrub, commonly known as the apple of Sodom, calotrope, giant milkweed, rubber bush, and small crown flower. A perennial, evergreen shrub that's native to arid and semi-arid regions, Has rough, corky bark, Produces copious latex when broken, Has rounded or ovate leaves that are waxy and thick, Has flowers that are white to pink with dark purple or purplish tips, Has inflated, grey-green fruits that turn brown when mature

Uses: Used in traditional medicine for skin infections, wounds, pain, and gastrointestinal issues, fodder, fuel, timber, and fiber production, phytoremediation and nanoparticle synthesis

Commiphora wightii (guggal, Indian bdellium-tree, and mukul myrrh tree)::

It's a flowering shrub or small tree that produces a fragrant resin called guggul.

Uses: The oleo-gum resin from *Commiphora wightii* is used in incense, vedic medicine (ayurveda), and to treat arthritis and obesity. The plant is found in arid and semi-arid climates and is tolerant of poor soil. It's most common in northern India and is widespread on the Indian side of the Thar desert

Tephrosia villosa(Wild Indigo):

A hardy shrub that is drought-resistant and grows in sandy desert soils. It has small, purple flowers and is commonly found in desert ecosystems.

Uses: The plant has medicinal properties and is used to treat various ailments like fever and digestive disorders.

Rhazya stricta(Sider):

Shrub, Known for its ability to withstand extreme dry conditions, this shrub has leathery leaves and is often found in the sandy areas of the desert.

Uses: It has medicinal value and is used in traditional medicine to treat various ailments, including those affecting the liver and digestive system.

Tecomella undulata(Rohida, Rohit): Tree, The common names for *Tecomella undulata* include Rohida tree, desert teak, Marwar teak, and honey tree. *Tecomella undulata* is a small tree native to the arid regions of northwest India and Pakistan. It is a member of the Bignoniaceae family.

Uses: The wood of the *Tecomella undulata* tree is used for furniture, carving, toys, and turnery. The leaves of the *Tecomella undulata* tree are used as fodder for livestock. The bark of the *Tecomella undulata* tree has medicinal properties. These plants are adapted to survive in the harsh conditions of the Thar Desert, with mechanisms such as water conservation, deep root systems, and resistance to high temperatures and salinity. They play a crucial role in supporting local ecosystems and the livelihoods of people living in the region.

6. Adaptations of desert plants: Many plants in the Thar Desert have developed adaptations like thick, waxy leaves, deep root systems, and reduced leaf size to conserve water in the arid climate.

Endemic species: While not as high as other deserts, the Thar Desert does have a certain degree of plant endemism, meaning species found only in this region,

7. Factors affecting Phytodiversity:

Rainfall patterns: The erratic and low rainfall in the Thar Desert significantly impacts plant distribution and density.

Soil: Sandy soil with low nutrient content further restricts plant growth.

Temperature extremes: High daytime temperatures and cold nights add to the stress on vegetation. (Sharma, & Pandey, 2014).

8. Flora of the Thar Desert: The vegetation of the Thar Desert is mainly xerophytic, meaning it is specially adapted to survive in dry conditions. Key plant species include:

Cacti and succulents: These plants are able to store water in their stems and have adapted to extreme heat and scarcity of water.

Acacia species: These are hardy plants that thrive in sandy soils and have deep root systems for accessing underground water sources.

Grasses: Various species of grasses like *Cymbopogon* and *Lasiurus* grow in patches, providing fodder for herbivores. (Shetty & Singh, 1987, 1991, 1993)

Despite its arid conditions, the region experiences occasional bursts of life during the monsoon season when vegetation briefly flourishes, supporting a variety of herbivores and migratory birds.

9. Fauna of the Thar Desert

The fauna of the Thar Desert is equally diverse, with species adapted to the harsh conditions. Some of the key animals found in the region include: Indian Wild Ass (*Equus hemionus khur*), Desert Fox (*Vulpes vulpes*), Chinkara (*Gazella bennettii*), Sandfish (*Scincus scincus*), Bird

species Indian bustard (*Ardeotis nigriceps*), which is critically endangered. Various species of quails, larks, and waterfowl migrate to the desert during the monsoon season. (Sharma & Sharma,-2024)

10. Conservation concerns:

Overgrazing: Excessive grazing by livestock can damage the fragile desert ecosystem and impact plant regeneration.

Deforestation: Unsustainable harvesting of wood from trees like Khejri can lead to habitat loss.

Climate change: Changing weather patterns may further stress the desert flora.

11. Ecosystem Challenges

Despite its rich biodiversity, the Thar Desert faces a number of challenges:

Climate Change: Rising temperatures and erratic rainfall patterns threaten the delicate balance of desert ecosystems. Increased droughts and fluctuating water sources impact both flora and fauna.

Overgrazing: The growing population and increasing livestock numbers have resulted in overgrazing, leading to soil degradation and loss of vegetation.

Water Scarcity: The region faces serious water scarcity, with groundwater levels depleting rapidly. This affects both human populations and wildlife, as many species depend on seasonal waterholes.

Habitat Destruction: Urbanization, industrialization, and agricultural expansion have caused habitat loss for numerous species, threatening biodiversity.

12. Conservation Efforts in the Thar Desert

To mitigate the threats to biodiversity, various conservation initiatives have been launched in the Rajasthan region:

Protected Areas (Sanctuary, Beed, Oran, Tal) and National Parks: The Desert National Park (DNP), located near Jaisalmer, is a significant conservation area that provides a safe haven for many species, including the endangered Indian bustard. Similarly, the Rajasthan state government has established numerous wildlife sanctuaries to protect species and habitats.

Community-Based Conservation: Several NGOs and local communities have worked together to promote sustainable agriculture, reduce overgrazing, and protect water resources. Initiatives that engage local populations in conservation have proven effective in promoting a balance between human needs and environmental preservation (Acharya & Sharma, 2025).

Eco-tourism: With growing interest in eco-tourism, the Thar Desert has attracted eco-conscious tourists, which helps in the funding of conservation programs and awareness campaigns.

13. Conclusion: The Thar Desert of Rajasthan, while often perceived as an arid wasteland, is a region of rich biodiversity that sustains a variety of plant and animal species. The resilience of the flora and fauna in this harsh environment is a testament to nature's adaptability. However, the desert ecosystem faces numerous threats, including climate change, human activity, and resource depletion. Through conservation efforts, sustainable management practices, and active involvement of local communities, the biodiversity of the Thar Desert can be preserved for future generations. Further research, government support, and global cooperation are essential to ensuring the survival of this unique and fragile ecosystem.

14. References:

- Sharma, Kamal Kant (2012). "Taxonomic study of some lower and higher plants" Lap Lambert Academic Publication. Germany, Europe. ISBN:978-3-659-16531-3.
- Sharma, H. K., & Pandey, S. (2014). Traditional Medicine and Sustainable Agriculture. Academic Press.
- Sharma, K.K.- (2010-11). "Phytodiversity of Churu District" Rajasthan, Ph.D. Thesis submitted to M.G.S. University, Bikaner, Rajasthan, India (Bharat).
- Sharma, L.K. & Sharma, K.K.,-(2024). Wings of Winter: Migratory Avi-Fauna at Bikaner, Rajasthan, India. Lap Lambert Academic Publication. UK, Europe. ISBN: 978-3-659-54787-4.
- Acharya, S.K. & Sharma K.K.,-(2025), Beyond Borders: Botany and Zoology in Ecosystem Science. Lap Lambert Academic Publication. London, UK, Europe. ISBN:978-620-8-42437-4.
- Adams, A. 1899. The Western Rajputana State : A medico-topographical and general account of Marwar, Sirohi and Jaisalmer. London.
- Bentham, G. & J. D. Hooker. 1862-1883. Genera Plantarum. Vol. 1-3. London. Repr. 1965.
- Bhandari, M. M. 1961. New records for N. W. Indian Desert. Proc. 49th Indian Sci. Cong. Pt. III : 107-108.
- Bhandari, M. M. 1963a. Notes on Indian Desert Plants I. New Records for N. W. Indian Desert. Proc. Rajasthan Acad. Sci. 10 : 40-50.
- Bhandari, M. M. 1963b. Notes on Indian Desert plants. II. On the identity and nomenclature of *Talinum portulacifolium* (Forssk.) Aschers. & Schweinf. Ann. Arid Zone 1 : 176-179.
- Bhandari, M. M. 1964a. Notes on Indian Desert plants. III. Critical notes on some recently reported new records. Ann. Arid Zone 2 : 181-184.
- Bhandari, M. M. 1964b. Notes on Indian Desert plants IV. New names and combinations. Bull. bot. Surv. India. 6 : 327-328.
- Bhandari, M. M. 1974. Famine foods of Rajasthan desert. Econ Bot. 28 (1) : 73-81.
- Bhandari, M. M. 1978. Flora of the Indian Desert. Scientific Publishers, Jodhpur.
- Bhandari, M. M. 1990. Flora of the Indian Desert. Scientific Publishers, Jodhpur (Revised Edition).
- Shetty, B. V. & V. Singh. 1987. Flora of Rajasthan, Vol. I. BSI, Calcutta.
- Shetty, B. V. & V. Singh 1991. Flora of Rajasthan, Vol. II. BSI, Calcutta.
- Shetty, B. V. & V. Singh 1993. Flora of Rajasthan, Vol. III. BSI, Calcutta.
- Bhandari, M. M. & S. C. Sharma. 1977. Biogeography of the Indian Desert. Tran. Isdt. and Ucds. 2 (1) : 80-91.
- Duthie, J.F. 1903-29. Flora of the upper Gangetic Plains and of the adjacent Siwalik and Sub-Himalayan tract. Calcutta. Vol. 1-3; Repr. 1952, Vol. 1-2.
- Shetty, B. V. & R. P. Pandey. 1978. Vegetation and floral composition of the Rajasthan Desert. Arid Zone Research in India, Silver Jubilee Souvenir (1952-1977), pp. 25-31. Central Arid Zone Research Institute, Jodhpur.

**ASSESSMENT OF FUNGAL AND PARASITIC QUALITIES OF FRESH FISH
SAMPLE SOLD IN LOKOJA, KOGI STATE, NIGERIA**

Daikwo, S.^a

Simon, V.O.^b

Olaomi A.A.^c

Amuna, O.T.^d

Olusanmi, P.K.^e

Ayodele, F.A.^f

Olusanmi, P.T.^g

^a Department of Biology, Federal University Lokoja, Kogi state, Nigeria

^b Department of Biology, Federal University Lokoja, Kogi state, Nigeria

^c Department of Biology, Federal University Lokoja, Kogi state, Nigeria

^d Department of Biology, Federal University Lokoja, Kogi state, Nigeria

^e Department of Biology, Federal University Lokoja, Kogi state, Nigeria

^f Department of Biology, Federal University Lokoja, Kogi state, Nigeria

^g Department of Biology, Federal University Lokoja, Kogi state, Nigeria

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript

Abstract

Fish and fishery products provide major sources of food-borne pathogens where fungi together with parasites function as important contributors to these infections. Fungi and parasites affecting the health of fish continues to create difficulties in aquaculture because diseases lead to deaths of fish while generating financial expenses. This research assessed the fungal and parasitic studies of freshly sold fish products within Lokoja, Kogi State, Nigeria. Nine (9) different fresh fish samples from three (3) major markets in Lokoja were procured and analyzed using standard microbiological and parasitological methods. Microbiological analysis showed that the total fungal counts of fish samples averaged between 2.6×10^2 sfu/ml and 3.8×10^2 sfu/ml. The Fungi that were persistently isolated from the samples were *Aspergillus fumigatus* (17.5%), *Aspergillus flavus* (21.1%), *Aspergillus niger* (21.1%), *Penicillium sp* (17.5%), *Mucor sp* (15.8%) and *Rhizopus sp* (7.0%). Parasitological analysis revealed the presence of parasites in 6(66.7%) while 3(33.3%) showed no parasitic infection. The parasites

consistently identified from samples were *Miracidia sp.* (44.4%), *Ascaris lumbricoides* (27.8%) and *Toxocara sp.* (27.8%). Research findings point to parasitic infection signs in fish samples gathered from the examined area. The unclean sanitation coupled with unacceptable hygiene practices of residents in this region could explain this situation. The study suggests additional research to study the specific functional connection between individual fungal species and fish diseases and death rates.

Keywords: Fresh fish, fungal species, parasitic infection, Lokoja, aquaculture diseases

Introduction

For numerous generations fish has served as a fundamental food component for human consumption since it continues to be an essential dietary source within various countries (Sinkafi and Ukwaya, 2010; Mahendra *et al.*, 2016). The paper by Ibemenuga and Okeke (2014) states that fishes belong to vertebrate animals which conserve body heat in a poikilothermic style and usually reside in aqueous environments. The fish body shows a lengthening shape with dorsal and ventral compression or circular cross sections which separate into head, trunk and post and tail regions. Fish are highly important in the development of Nigeria both economically and health wise. Cold-blooded aquatic vertebrates of the super class pisces possess gills, fins and streamlined body structures in their taxonomy. Fish describe both aquatic animals that live in water for human consumption as well as various marine or fresh water animals suitable for human consumption (Feldhusen, 2000). Fish stands as one of the essential elements for healthy eating because it provides fine quality protein alongside its minimal fat composition compared to other types of meat. People from all backgrounds and social statuses enjoy fish either fresh or through conservation or reprocessing (smoking) processes because it represents an exquisite food (Ayuba and Omeji, 2006). Fish preservation techniques combined with proper handling methods will maintain both its preserving time and nutritional content as well as taste attributes. The instant fish encounters capture it automatically loses disease protection and begins experiencing physical and chemical modifications that ultimately influence how it looks and tastes as well as smells and feels. *Clarias gariepinus* and *Heterobranchus spp* lead the popularity ranking of fish species used as protein sources by humans since they serve as commonplace prospective aquaculture seeds (Suleiman *et al.*, 2015).

Aquaculture now provides vital low-cost protein supplies for worldwide markets and its production rates have doubled during the last ten years (GAFRD, 2019; David *et al.*, 2021). Fish and other submarine organisms accumulate pollutants by consuming polluted water as well as food within the marine food chain according to Ahmed *et al.*, (2020). Fungi represent a distinctive group of organisms which belong to the Eumycota kingdom as some species either cause disease in fish or act parasitically because of environmental stress that weakens fish or secondary bacterial or viral infections according to Schubler *et al.*, (2001). These microorganisms thrive in all marine environment layers due to their ability to break down complex organic substances so they are widely dispersed in submarine ecosystems (APHA, 1989).

Zoosporic diseases develop when these microorganisms become active (Lafevre *et al.*; 2013). Eggs together with fingerlings and adult fishes experience damage (Eli and Abowei; 2011; Abolade *et al.*; 2013). Some fungi cause fish diseases directly whereas others need predisposing environmental stress factors including malnutrition and unstable water temperature and poor water quality and handling or overcrowding conditions for infection to develop (Shagar and El-refael, 2012). Fungal infections occur most frequently in fishes through the manifestation of Saprolegniasis and Ichthyosporidium disease. Fish external tissues primarily suffer fungal attacks from most fungal organisms while internal organ infections occur from only a limited number of fungal pathogens. Ichthyosporidium uses the kidney and liver as its main target for internal organ spread (Verma, 2008). According to Yanong (2003) fish fungal infections develop due to secondary conditions caused by parasitic, bacterial or viral infections.

Shearer *et al.*, (2007) established that the tropics hold the greatest numbers of submarine fungi species because the tropical and sub-tropical regions host a predominant mixture of

anamorphic, Basidiomycetes and Ascomycetes fungi (Sridhar, 2005). According to Harms *et al.*, (2011) the environment shows multiple biological and functional diversity elements. Parasites consist of invertebrate entities which include free-living opportunistic parasites while the obligate parasites need host presence for survival until reproduction occurs. Opportunistic and obligate parasites live in fish hosts but obligate parasites are responsible for most parasitic diseases in fish (Ejere *et al.*, 2014). Some parasites in fishing operations demonstrate strong pathogenicity which leads to expensive fish mortality rates or threatening native seafood species populations (Aliyu, M.D and Solomon J.R, 2012); (Arimoro and Utebor, 2013).

Parasitic infections serve as a major constraint in the growth of fish populations across Nigerian territory according to Bi chi and Yelwa (2010). Fish experience three types of effects from parasitic infections including nutrient devaluation (Hassan *et al.*, Akinsanya and Adegba; 2010) and modification of action and biology (Lafferly, 2008) and reduction of vulnerable capacity, morbidity and mortality (Nmor *et al.*, 2004). A mechanical injury occurs due to parasitic species and their abundance according to Echi *et al.*, (2009). Diseases together with parasites pose serious threats to aquaculture businesses. Sustainable aquaculture production faces its main obstacle from disease occurrence according to Reverter *et al.*, (2021) and Mugimba *et al.*, (2018). According to Wanja *et al.*, (2020) the presence of high parasite burdens from ecto or endo parasites leads to poor fish growth together with increased mortalities and unacceptable market demand that results in substantial aquaculture losses.

Shagar and El. According to Refaee (2012) multiple fish pathogens exist however some species are only pathogenic and others need prepossessing factors such as environmental stress to cause infections which involve malnutrition alongside unstable water temperatures and poor water quality as well as handling or overcrowding (Abolude, *et al.*, 2013). Igbal and Saleemi (2013) explained how fungi attack fish life stages starting at egg development through the adult phase thus causing major aquaculture losses. Wogu and Mudukor (2010) detected the fungal species *Aspergillusniger*, *Rhizopus* spp, *Penicillium* spp in aquaculture fresh fish in Benin City, Nigerian. The microorganisms trigger food-related illnesses including listeriosis and urinary tract infections in addition to wound infection and typhoid fever and more according to Wiese *et al.*, (2011). These researchers explained that fish-related fungi such as *Aspergillus* spp could be isolated through selective procedures and identified through conventional methods which include macroscopic and microscopic assessment. Numerous researchers have investigated fungi diversity patterns in aquatic systems through their studies of water (Parve *et al.*, 2011, Doi *et al.*, 2011) and sediments (Parve *et al.*, 2011, Doi *et al.*, 2011) and plants (Motlagh 2010, Adamu *et al.*, 2017) in addition to fishes (Al-Niaemi *et al.*, 2015, Ali 2015, Angahar 2016, Atef *et al.*, 2016) because these organisms cause severe waterborne diseases in fresh water fish populations. Certain strands of fungi exist as pathogenic agents that trigger mycoses while triggering allergic reactions in the body.

Statement of the Problem

Various microbial decompositions of polluting pathogens present disturbing issues regarding food safety in fish protein products.

Every year the Centre of disease control and prevention (CDC) indicates 76million food borne illness cases exist. The majority of outbreaks with correlated etiology stem from microbial origins so microbial study of fish spoilage is critical.

Justification of the Study

Studies of protein opportunities have become necessary due to rising fish demand because fish production remains vital for fighting the disease known as kwashiokor. The study of parasite fauna becomes essential for detecting possible zoonotic disease. The parasitofauna of freshwater fishes in Nigerian water bodies including Anambra River basin received limited scientific investigation by researchers such as Ilozumba and Ezenwaji (1985), Ezenwaji (1992; 1993; 2002), Ezenwaji and Inyangi (1999), Ezenwaji and Ilozumba (1992) and Ezenwaji *et al.*, (2005). Nevertheless, complete studies on white fish communities seem to have received insufficient scholarly attention. Analyses have established that Lokoja, Kogi state lacks research regarding fungi and parasites that exist with fish. A Kogi state Nigeria assessment was conducted on the different types of fungal species as well as parasites found among retail fishes within Lokoja. The study findings served to identify potential fish-related public health threats and demonstrate the requirements for better microbial evaluations in Nigerian fish products.

Aim of the Study

Researchers conducted this investigation to evaluate fungus along with parasitic properties of fresh fish specimens offered in Lokoja Kogi State markets.

Objectives of the Study

- i. Determination of fungal load and parasites of fish
- ii. Isolation and identification of fungi and parasite in fish
- iii. Researchers needed to determine how often fungus and parasites appeared throughout their study.

Materials and Methods

Study Area

The study was carried out in Lokoja, Kogi State of Nigeria which is located within 7.49-7.817⁰ North latitude, 6.45-6.75⁰ East longitude and 55 meters elevation above the sea level. It is called a confluence city where both river Niger and River Benue meet. In Lokoja, the wet season is usually oppressive and overcast, the dry season is partly cloudy and muggy, and it is usually hot a year-round. The temperature varies from 60F-96F and rarely below 60F or above 101F.

microscope under low and then higher power magnification.

Frequency of Occurrence of Fungal Isolates

The relative number of times a particular isolate is obtained defines the frequency of occurrence for fungal isolates. The investigators used this mathematical equation for the calculation.

$$FO = \frac{\text{Total number of a specific fungal isolate}}{\text{Total number of fungal isolates}} \times 100$$

Parasitological Analysis

A hand lens was used first then a microscope to examine ectoparasites present on fish skin and scales. Each sample received a sterile container for the slime substance which later received saline solution according to its labeling. The mixed solution was placed on a microscopic slide using a cover slip before microscopic examinations at X40 magnification under a light microscope. The examination of endo-parasites focused on the sections of alimentary canal and liver and kidney and swim bladder and spleen after sample dissection. The careful handling of the excised gastrointestinal tract included portioning it into oesophagus, intestine and rectum parts which received successive washing in 0.1% sodium chloride solution followed by 0.1% sodium bicarbonate solution to enhance parasite identification. Giemsa staining immediately followed to view the samples at X40 and X100 magnification. A sterile container received the gills while only small amounts of saline solution were added to the container. The microscopic examination under 40x magnification lens evaluated the liquid when placed on a slide after covering it with a glass slip. The identification process for recovered parasites matched both generic and species categories through usage of Marcogliese (2014) and Poudet *et al.*, (2015). These keys served as identification tools.

Data Analysis

The data collection was analyzed using descriptive statistical tools from Microsoft Excel Windows 10 platform. The evaluation results appeared in figures together with charts while using both percentages and frequencies.

Results

Fungal Load Count of Fish Samples

Table 1 shows the total fungal counts gotten from the nine (9) fish samples analyzed. It showed that the mean total fungal plate counts per ml of fish on sale in Lokoja, ranges from 2.6 to 3.8 x 10² sfu/ml.

Table 1: Total fungal plate count of fish samples

Samples	Fungal Viable Counts (x10 ² sfu/ml)
1	2.7
2	2.6
3	3.6
4	2.8
5	3.0
6	3.8
7	2.7
8	2.6
9	3.5

Fungi Associated with Fish Samples

A total of six (6) fungal species were recovered from sampled fresh fishes (Figure 1). All samples examined were contaminated with one or more fungi. Of the fifty-seven (57) fungal isolates obtained from samples of fresh fish samples, the commonly isolated fungi included 10(17.5%), *Aspergillus fumigatus*, 12(21.1%), *Aspergillus flavus*, 12(21.1%), *Aspergillus niger*, 10(17.5%), *Penicillium sp.*, 9(15.8%) *Mucor sp.*, and 4(7.0%) *Rhizopus sp.* (Table 2).

Table 2: Frequency of Occurrence of Fungal Isolates on Fish Samples

Isolates	Frequency	Percentage (%)
<i>Aspergillus fumigatus</i>	10	17.5
<i>Aspergillus flavus</i>	12	21.1
<i>Aspergillus niger</i>	12	21.1
<i>Penicillium sp.</i>	10	17.5
<i>Mucor sp.</i>	9	15.8
<i>Rhizopus sp.</i>	4	7.0
Total	57	100

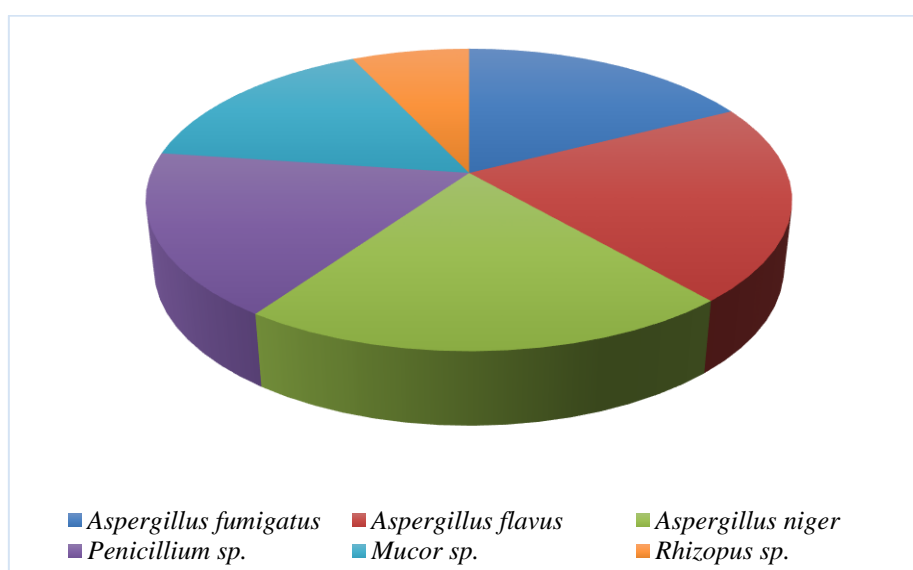


Figure 2: Occurrence of Fungal Isolates Associated with Fresh Fish Samples

Parasites Associated with Fish Samples

Out of the nine (9) fish samples examined, 6(66.7%) indicated the prevalence of parasites in the samples while 3(33.3%) were devoid of parasitic infection. The commonly isolated parasites are shown in Table 3 shows the percentage prevalence of parasites identified in fish samples. *Miracidia sp.* 8(44.4%) appear to be the most identified and *Ascaris lumbricoides* and *Toxocara sp.* had a percentage prevalence of 5(27.8%) each.

Table 3: Percentage Prevalence of Identified Parasites in Fish Samples

Parasites	Number	Frequency (%)
<i>Miracidia sp.</i>	8	44.4
<i>Ascaris lumbricoides</i>	5	27.8
<i>Toxocara sp.</i>	5	27.8
Total	18	100

Discussion

The fungal organisms isolated in this research were somewhat similar to that of previous studies. This was expected, as *Aspergillus sp.*, *Mucor sp.*, *Penicillium sp.* and *Rhizopus sp.* were categorized by Refai *et al.*, (2010) as normal mycobiota of freshwater fish. Even though these isolates are normal mycobiota of fishes, they can, however, produce disease because they are opportunistic fungi and many of them possess virulence factors, which enable them to cause diseases (Refai *et al.*, 2014) especially under favorable predisposing condition. This finding agrees with the reports of other investigators that fungal infections are among the most serious types of disease problems in all types of aquaculture facility causing economic losses in fish farming in tropical Africa, and in other developing countries (Meyer, 2011). Several studies have documented several fungal agents associated with freshwater fish in Nigeria and all over the world. Christianah and Fagade (2010) while evaluating smoked fish from retail outlets in Ago-Iwoye, Ogun State, Nigeria for fungal contamination isolated the genera *Aspergillus*, *Rhizopus* and *Penicillium* as the predominant isolates. All isolates were said to degrade the proteins of the fish with *Aspergillus ochraceous* having the highest rate of degradation followed by *Aspergillus niger* and *Aspergillus flavus*. Tsadu *et al.*, (2016), in his survey of fungi contaminating some species of fish from Tagwai dam Minna Niger state, isolated *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus fumigatus*, *Rhizopus sp.*, *Mucors sp.*, *Microsporium canis*, *Penicillium viridicalium* and *Fusarium sp.* from the skin, gills and fins of fish with *Aspergillus niger* contaminating all species of the fish sampled. Fafioye *et al.*, (2018) isolated *Aspergillus sp.*, *Rhizopus sp.*, *Fusarium sp.* and *Mucor sp.*, from smoked-dried four species of freshwater fish obtained from Oja-Oba market, Ago-Iwoye in Ogun state with *Aspergillus sp.* as the most prevalent species isolated. Rashmi and Chandan (2015) isolated *Mucor sp.*, *Rhizopus sp.*, *Chaetomium globosum*, *Alternaria tenuis*, *Verticillium sp.*, *Aspergillus fumigates*, *Penicillium funiculosum* from some economically important freshwater fishes in Gandak River near Muzaffarpur region of Bihar (Mohamed, 2011) isolated mycotoxin

producing fungi: *Aspergillus flavus*, *Aspergillus clavatus*, *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus vesicolor*, *Penicillium chrysogenum* and *Trichoderma viride* from five fish species including tilapia and catfish growing in aquaculture. The fungal organisms isolated in this study have been documented to be associated with *Clarias gariepinus* and *Oreochromis niloticus*. Abolude *et al.*, (2013) isolated *Penicillium sp.*, *Acremonium sp.*, *Fusarium solani*, *Aspergillus sp.*, *Mucor sp.*, and *Saprolegnia sp.* from eggs and brood stocks of *Clarias gariepinus* from hatchery farms in Zaria in Kaduna State, while Refai *et al.*, (2010) isolated *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium sp.*, *Mucor sp.*, *Rhizopus sp.*, *Fusarium sp.* and *Saprolegnia sp.* from diseased and apparently healthy *Clarias gariepinus* and *Oreochromis niloticus* in a study to assess mycotic settlement of freshwater fish in Egypt. Most of the fungal isolates gotten from this research are of veterinary and medical importance (Denning, 2016). The results of this study showed that all fish sampled were positive for multiple fungal organisms; this may be due to the opportunistic nature of most of the fungi. Isolation of the fungal agents from diseased and apparently healthy fish meant for human consumption in this study suggests that mycosis may be a major disease of fishes and that the fungi isolated from this work might have been responsible for the lesions/disease conditions noticed on the fish or they might have occurred secondary to bacterial or viral infection. The result of this study demonstrated that infection of fish with any of these fungal agents may result in the ulcer, fin rot and tail rot. Isolation of fungal organism from the gills of fish may predispose the fish to respiratory disease (Srivastava, 2019). Most of the fungal isolates in this research were from the genus *Aspergillus*; *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* and *Aspergillus parasiticus*. Isolation of *Aspergillus* spp. as the major isolates from this study is significant because *Aspergillus sp.* have been documented to be associated with the disease outbreak in fish culture. *Aspergillus niger* is a human pathogen and environmental contaminant and *Aspergillus fumigatus* has been identified as important agents of nosocomial fungal infections and implicated has been responsible for life-threatening pulmonary disease of animal and immuno-compromised human in the world (Denning, 2016). Isolation of *Aspergillus flavus* in this study may predispose fish to aflatoxin contamination and consumers to aflatoxicosis if the fish are consumed by man because they are responsible for aflatoxins production (Ghadeer and Al-Delamiy, 2012). Many researchers categorized many of the isolates as normal mycobiota, however isolation of these agents from fish samples signify they might have been responsible for the infections noticed on the fish or they might have colonized the fish secondary to bacterial organisms, because ulcer, tail rot and fin rot are found to be associated with infections caused by bacteria *Aeromonas sp.* and *Pseudomonas sp.* (Jawahar *et al.*, 2014). Fishes from the study area may serve as the reservoir for the fungal agents isolated and subsequently become the route through which they reach the human population that consume or and handle the fish. Fungal organisms isolated from diseased and apparently healthy fish might not be pathogenic to apparently healthy fish but may cause disease in stressed and immune compromised fish. These isolates may, however, induce diseases in man when the fish are consumed. These isolates may have arisen secondary to bacterial, parasitic or viral infection. The fungi organism isolated might have been introduced from the environment or through contaminated fish feeds because these fungal species are reported to be infectious through contamination of fish feeds (Saleem *et al.*, 2012). Also, these agents might have been introduced to the ponds from the poultry units by the attendants because all the farms practiced mixed farming and so it is easy for these isolates to be spread either by the attendants or by the wind dispersing the spores. Isolation of some of these isolates from fish

in this study might make their consumption hazardous to human health. The result for percentage prevalence of parasites in fish samples indicated that *Miracidia sp.* appear to be the most identified and *Ascaris lumbricoides* and *Toxocara sp.* had equal percentage, which indicated that the fish samples were infected with at least two classes of parasites. This is contrary to the findings of Edeh and Solomon (2016) who stated that fishes were infected with only 1 class of parasite, which is the cestode with a percentage prevalence. The difference between this study could be attributed the sanitary conditions and the unhygienic handling processes of the samples in the study area. However, some earlier workers found that Acanthocephalan was the commonest parasites of fresh water fishes in the tropics, none was discovered in this research. The absence of acanthocephalan in this research could be attributed to the fact that it was carried out during the rainy season. The overall infection rate for fish samples described in this study are high particularly when compared to the report of Asa River and its impoundment at Ilorin (Obano *et al.*, 2010a). It is worthy to note that infection rates vary greatly from one area to another, and this may not be unconnected with the fact that a number of factors like availability of intermediate host, susceptibility of definite host amongst others determine to a large extent the rate of infection (Obano *et al.*, 2010a). The problem of fish infestation by parasites in the study area could best be handled through proper management technique of elimination of all the conditions that could favor parasite infestation, public enlightenment of the inhabitants of the study area and periodic checks of the water body for parasites (Carpenter, 2011). It is always mentioned that parasites could be controlled by elimination of overcrowding, any way one could attribute this to the conditions the fish is exposed to (Edeh and Solomon, 2016). In the case of the study area in this research, overcrowding is not a serious problem as pollution is more likely to be the cause of infestation.

Conclusion

This research provides evidence of parasitic infections present in fish specimens collected from the study area. The unhygienic practices and poor sanitary management by people living in this area seem to contribute to this situation. Fish productivity decreases due to parasitic infections according to our assumed analytical conclusions. Research on fish samples detected *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* and *Mucor sp.* as their dominant fungal species. Fungi species with aflatoxin creation capabilities appeared in the fish samples that should be intended for human consumption. Any fungal infection of fish bodies results in ulcerative damages and loss of fins and tails which makes the fish unfit for market sale.

Recommendations

The authors suggest performing more investigations into how each individual fungal species affects fish diseases as well as mortality rates. Research should explore specific fungal species and their disease patterns throughout the sampled region and whole of Nigeria for developing protective measures against fish diseases. A systematic check of all aquaculture-raised fishes within the study area should be performed regularly to verify their fungal purity as a public health preservation measure. Fish parasitological infestations pose the greatest danger to fish production levels and the rising human interest in fish protein requires additional fish-parasite research studies. The inhabitants of the study area must undergo public education about how parasitic infections affect fish during their examination process. The government needs to create additional enforcement agencies dedicated to sanitation and hygiene control operations at national and state levels.

References

- Abolagba, O.J. and Melle, O.O. (2008). Composition and keeping qualities of scaly fish tilapia, *Oreochromis niloticus* smoked with two energy sources. *African journal of General agriculture* 4:113-117
- Abolude DS, Opabunmi OO, Davies OA, (2013). Fresh water fungi associated with eggs and broodstock of African catfish (*Clarias Gariepinus*, Burchell 1822) in fish hatchery farms, Zaria, Kaduna State, Nigeria. *Journal of Research on Environmental Science Toxicology*, 2(7): 131-135
- Abolude, D.S., Opabunmi, O.O and Davies, O.A. (2013). Fresh water fungi associated with eggs and brood stock of African catfish (*Clarius gariepinus*, Nutshell, 1822) in fish hatchery farms, Zaria, Kaduna state, Nigeria. *Journal of research in environmental science and toxicology*. 2(7): 131-135
- Adeshina, I., Amoka, P.O., Tiamiyu, L.O., Abubakar, M.I. and Adesanmi, O. (2019). Natural formation and pathological effects of branchiomyces species in far m-grown African catfish (*Clarias gariepinus*) in Ilorin metropolis. *HarranÜni Vet FakDerg* 28(2): 186-190.
- Ahmed, N.F., Sadek, K.M., Soliman, M.K., Khafaga, A.F., Ajarem, J. S., *et al.*, (2020). *Moringaoleifera* leaf extract repairs the oxidative misbalance following sub – chronic exposure to sodium fluoride in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* animals 10,626.
- Ali, E.H. (2005). Morphological and biochemical alternations of Oomycetes fish pathogen *Saprolegnia parasitica* as affected by salinity, ascorbic acid and the synergistic action. *Mycopathologia* 159(2): 231-43.
- Aliyu, M.D. and Solomon, J.R. (2012). The intestinal parasites of *Clarias gariepinus* found at lower Usman dam. *Abuja researchers*. 4(9):38-44
- ALPHA. (1989). Standard methods for the examination of water and waste waste. 20th edition. Washington DC, America public health association.
- Arimoro, F.O. and Utebor, K.E. (2013). Relevance of nematode parasitic burden in channid fish of orogodo river, southern Nigeria to organic pollution. *Ann rev Res bio*. 3(4):584-95
- Ayuba, V.O. and Omeji, N.O. (2006). Effect of insect infestation on the shelf life of smoked and dried fish Proceedings of the 21st annual conference of the fisheries society of Nigeria (Fison) Calabar. 13-17th Nov, P.357-359
- Bichi, A.H. and Yelwa, S.I. (2010). Incidence of piscine parasites on the hill gastrointestinal tract of *Clarius gariepinus* (Teugels) at bagauda fish farm, Kano. *Bayero journal of pure applied sciences* :104-107
- Chesser, B. (2020). Saprolegniasis, a quaculture, fisheries & pond management. URL: <https://fisheries.tamu.edu/2020/01/24/saprolegniasis/> (access date: April 11, 2021).
- Choudhury, T.G., Singh, S.K., Parhi, J., Barman, D. and Das, B.S. (2014). Common fungal diseases of Fish: A review. *Environ Ecol*. 32(2): 450-456.
- Christianah IA, Fagade OE. (2010). Mycological Evaluation of Smoked Fish from the Retail Outlets in Ago-Iwoye, Ogun State, Nigeria. *Journal of Life and Physical Science*, 3(2): 65-66.
- David, L.H., Pinho, S.M., Agostinho, F., Kimpara, J.M., Keesman, K.J. and Garcia, F. (2021). Energy synthesis for aquaculture. A review on its constraints and potential. *Rev. Aqua*. 13: 1119-1138.
- Denning DW, (2016). Therapeutic outcome in invasive Aspergillosis. *Clinical Infectious*

- Diseases*. 26: 781-805.
- Dugan, F. M. (2006). The identification of fungi. An illustrated introduction with keys, glossary and guide to literature. The American Phytopathology Society, St. Paul, Minnesota, USA. p176
- Echi, P.C., Eyo, J.E. and Okafor, F.C. (2009). Co-parasitism and morphometric of three clinostomatid digenea: Clinostomatidae in sarotherodon melanotheron from a tropical fresh water lake. *Animal research international* : 982-986.
- Ejere, V.C., Aguzie, O.I., Ivoke, N., Ekeh, F.N., Ezenwaji, N.E. and Onaja, U.S. (2014). Parasite of fauna of five freshwater ecosystem. *Croat Journal of Fish* 72:17-24
- Fafioye OO, Fagbohun TR, Olubanjo OO, (2018). Fungal infestation and nutrient quality of traditionally smoke dried freshwater fish. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 8: 8-9
- Feldhusen, F. (2000). The role of sea food bacterial food-borne disease microbes and infections. 2:1651-1660.
- GAFRD. (2019). General authority for fish resource development. Fish statistics year book Cairo, Arab Republic of Egypt; agriculture ministry press.
- Ghadeer AO, Al-Delamiy KS, (2012). Aflatoxin B1 production by *Aspergillus flavus* in different media and containers and the antifungal activity of garlic and black cumin. *Research Journal of Engineering and Applied Science*, 1: 117-121
- Govind, P., Sharma, M. and Shrivastav, A.B. (2012). Overviews of the treatment and control of common fish diseases. *International Research Journal of Pharmacy* 3(7): 123-127.
- Hams, H., Schollosser, D. and Wick, L.Y. (2011). Untapped potential: exploiting fungi in bioremediation of hazardous chemicals. *Natural review microbiology*, London, 9: 177-192.
- Hassan, A. A., Akinsaya, B. and Adegbaaju, W.A. (2010) Impacts of helminth parasite on *Clarias gariepinus* and *synodontis clarias* from Lekki lagoon, Lagos, Nigeria. 2:42-48
- Helfman, G., Collette, B. and Facey, D. (1997). The Diversity of Fishes, Blackwell Publishing, pp 95-96.
- Huchzermeyer, K.D.A. and Van der Waal. (2012). Epizootic ulcerative syndrome: Exotic fish disease threatens Africa's aquatic ecosystems. *Journal of South African Vet Assoc* 83: 1-6.
- Ibemenuga, K.N. and Okeke, T.E. (2014). Bacteriological quality of fresh water fish caught from two natural lakes in the rainforest region of Southern-eastern Nigeria. *Animal research international*. 11(2): 1946-1952.
- Iberahim, N. A., Trusch, F. and Pietervan, W. (2018). Aphanomyces invadans the causal agent of Epizootic Ulcerative Syndrome, is a global threat to wild and farmed fish. *Fungal Biology Rev* 32(3):118-130.
- Iqbal, Z. and Saleemi, S. (2013). Isolation of pathogenic fungi from a fresh water commercial fish, *Catla catla* (Hamilton) Scient (Lahore). 25(4):851-855.
- Jawahar AT, Debasis S, Tirthankar B, (2014). Bacterial flora associated with diseased fish and their AntibioGram. *Journal of Indian Fisheries Association*, 31: 177-180.
- Judy, S. (2010). Comparative pathology of fishes. *Leges et Series Sea World*, San Diego, US, October 20, 2010.
- Justine, J. L. (2004). Three new species of Huffmanella Moravec, 1987 (Nematoda: Trichosomoididae) from the gills of marine fish off New Caledonia". *Systematic Parasitology*. 59 (1): 29-37.

- Kearn, G. C. (2004). Leeches, Lice and Lampreys. A natural history of skin and gill parasites of fishes. Dordrecht: Springer.
- Lafferty K.D. (2008). Ecosystem consequences of fish parasite. *Journal of fish biology* 7:2083-2093.
- Marcogliese, D. J. (2014). Parasites: small players with crucial roles in the ecological theatre. *Ecohealth*. 1:151–164.
- Meyer FP, (2011). Aquaculture disease and health management. *Journal of Animal Science*, 69: 4201-208.
- Mohamed H, (2011). Isolation of mycotoxin-producing fungi from fishes growing in Aquaculture. *Research Journal of Microbiology*, 6: 862-872
- Moravec, František and Justine, Jean-Lou. (2014). Philometrids (Nematoda: Philometridae) in carangid and serranid fishes off New Caledonia, including three new species. *Parasite*. 21:21
- Murray, P. R., Rosenthal, K. S. and Pfaller, M. A. (2005). Superficial and cutaneous mycosis. Medical microbiology, 5th edition, Philadelphia, USA 745-751
- Nmor, J.C., Egwunyenha, A.O. and Ake, J.E.G. (2004). Observations of the intestinal helminth parasite of cichlids in the upper reaches of river orogodo, a fresh water body in delta state, southern Nigeria *Tropical fresh water Biology*. 1:131-136.
- Podet, K.R. and Benarjee, G. (2017). Haematological changes in South-infection in tomato clown fish. *Journal of Zoo Wild Life Med* 31: 259-261.
- Pouder DB, Curtis EW, Yanong RPE. (2015). *Common freshwater fish parasites pictorial guide: Sessile ciliates*. Florida: UF/IFAS Extension.
- Pozdnyakov, S. E. and Gibson, D. I. (2008). Family Didymozoidae Monticelli, 1888. In R. A. Bray, D. I. Gibson & A. Jones (Eds.), *Keys to the Trematoda*, Vol. 3 (pp. 631-734). London: CAB International and The Natural History Museum
- Ramaiah, N. (2006). A review on fungal diseases of algae, marine fishes, shrimps and corals. *Indian Journal of Marine Science* 35: 380-387.
- Rashmi K, Chandan K, (2015). Fungal infection in some economically important freshwater fishes in Gandak River near Muzaffarpur Region of Bihar. *International Journal of Life Sciences and Pharmaceutical Research*, 5: L1-L11.
- Refai MK, Attia S, Salem RM, ElDahshan EM, (2014). Studies on the pathogenicity of *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus* and *Aspergillus niger* isolated from chickens and their environment. Egypt. *Journal of Comparative Pathology and Clinical Pathology*, 17(2): 193-205.
- Refai MK, Laila AM, Amany, MK, Shimaa, El-SMA, (2010). The assessment of mycotic settlement of freshwater fishes in Egypt. *Journal of American Science*, 6(11): 823-831
- Saleem MJ, Hanan A, Nisa AU, Qasir TA, (2012). Occurrence of aflatoxin in maize seed under different condition. *International Journal of Agriculture and Biology*, 14: 473-476
- Schubler, A., Schwarzott, D and Waver, C. (2001). A new fungal phylum. The glomeromycota phylogeny and evolution. *Mycological research*. 105:1413-1413.
- Shagar, G.E. and El refael, A.M. (2012). Studies on cultured silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). Disease induced by some bacteria, fungi and parasitic pathogens in Sharmila governorate. *Journal of the Arabian aquaculture society* 7(2): 221-238.
- Shearer, K., Decals, E., Kohlmeyer, B., Kohlmeyer, J., Marvanova, L., Padgett, D., Porter, D., Raja, H.A., Schmit, J.P., Thorton, H.A and Voglymayr, H. (2007). Fungal biodiversity in aquatic habitats. *Biodiversity and conservation*. 16:49-67.

- Sinkafi, S.A. and Ukwja, V.C. (2010). Bacteria associated with fresh tilapia fish (*Oreochromis niloticus*) sold at sokoto central market in sokoto Nigeria. *Nigerian journal of basic and applied science* 18(2): 217-221.
- Sridhar, K.R. (2005). Diversity of fungi in mangrove ecosystem in satyanarayana T, Johri, B.N (ed). *Microbia Diversity: current perspectives and potential applications*. I.K. international publishing house Pvt Ltd. P.129-148
- Srivastava RC, (2019). *Fish Mycopath*. Today and tomorrow's Publishers New Dehli, India. 106
- Suleiman, B., Maruff, L. and Oniye, S. J. (2015). Radiographic studies on morphological anomalies in artificicially spawned *Heterobranchus longifilis valenciennes*, 1840 F1 generation. *Sokoto journal of veterinary science* 13(1): 9-16.
- The Center for Food Security & Public Health. (2007). *Viral Hemorrhagic Septicemia* Iowa State University.
- Tsadu SM, Ojutiku RO, Ayanwale AV, (2016). Survey of fungal infestation of some fish species from Tagwai dam, Minna, Niger State. In: 19th Annual Conference of the Fisheries Society of Nigeria (FISON), 29 Nov - 03 Dec 2014, Ilorin, Nigeria. *Journal of Tropical Bioscience*, 6: 1-5.
- Verma, V. (2008). Fungus disease in fish, diagnosis and treatment. *Veterinary world*. 1(2):62.
- Wiese, J., Ohlenderf, B., Blume I.M., Schmaljohann, R. and I'm off, J.F. (2011). Phylogenetic identification of fungi isolated from the marine sponge *Tethya aurantium* and identification of their secondary metabolites, marine drugs. 9(4):561-585.
- Wogu, M.D. and Maduakor, C.C. (2010). Evaluation of microbial spoilage in some aquaculture fresh fish in Benin city Nigeria. *Ethiopian journal of environmental studies and management* 3(3):18.
- Yarsan, E. (2020). *Balıkhekimliği*. Güneş Tıp Kitap Evi, Ankara, Turkey, pp: 552.
- Yilmaz, E., Yilmaz, A., Bilgin, B. (2011). Albalık kuluçkah anelerinin değerlendirilen önemli hastalık larvetedeki yöntemleri, *Türk Bil Derlemeler Derg.* (2): 37-39.
- Zabel, N.; Swanson, Heidi; Conboy, G. (March 2023). *Guide to Common Parasites of Food Fish Species in the Northwest Territories and Nunavut*. Global Water Futures Northern Water Futures.

**ANTIBACTERIAL ACTIVITIES OF GARLIC (*Allium sativum*) ON BACTERIA
Neisseria gonorrhoeae AND *Treponema pallidum* ASSOCIATED WITH SEXUALLY
TRANSMITTED DISEASES (STD)**

Olaomi A.A.^a

Federal University Lokoja, Faculty of Science, Lokoja, olaomiafeez@gmail.com

Daikwo, S.^b

Federal University Lokoja, Faculty of Science, Lokoja, daikwosuccess17@gmail.com

Amuna, O.T.^c

Federal University Lokoja, Faculty of Science, Lokoja, oluwaseyitheophilus@gmail.com

Olusanmi, P.K.^d

Federal University Lokoja, Faculty of Science, Lokoja, pamilerinolusanmi@gmail.com

Ayodele, F.A.^e

Federal University Lokoja, Faculty of Science, Lokoja, akoredefaith@gmail.com

Olusanmi, P.T.^f

Federal University Lokoja, Faculty of Science, Lokoja, pelumiolusanmi@gmail.com

Simon, V.O.^g

Federal University Lokoja, Faculty of Science, Lokoja, simonvictory19@gmail.com

Abstract

The devastating effects of sexually transmitted diseases on women and infants, as well as their connections to HIV/AIDS, make them a major global health priority. Many of the currently available synthetic medications have a number of negative side effects and are losing their effectiveness in treating STDs. Therefore, it is more efficient to research and create the various plant-based compounds needed to satisfy the need for the creation of new medications with fewer adverse effects and greater effectiveness. In this study, the antibacterial activity of *Allium sativum* against the sexually transmitted disease-causing bacteria *Neisseria gonorrhoeae* and *Treponema pallidum* was assessed. Fresh garlic juice was tested using the disc diffusion method against isolates of *Neisseria gonorrhoeae* and *Treponema pallidum*. *Allium sativum* juice extract antibacterial test against *Neisseria gonorrhoeae* and *Treponema pallidum* growth showed that the highest zone of inhibition was 16.00 ± 0.05 mm at 100% concentration, followed by 14.00 ± 0.11 mm, 12.00 ± 0.04 mm, and the lowest was 10.00 ± 0.02 mm at 25% concentration for *Neisseria gonorrhoeae*. At 100% concentration, the *Treponema pallidum* zone of inhibition was highest (14.00 ± 0.30 mm), and lowest (8.00 ± 0.04 mm) at 25% concentration. The greatest growth inhibition was observed for both sensitive isolates at 100%. This was consistent across all results, indicating that the outcome is significant at $p > 0.005$. According to the study's

findings, garlic may be used as a potent antibacterial agent against the *Treponema pallidum* and *Neisseria gonorrhoeae* bacteria linked to STDs, which are known to be developing resistance to current antibiotics.

Keywords: *Neisseria gonorrhoeae*, *Treponema pallidum*, antibacterial, sexually transmitted diseases

Introduction

Sexually transmitted diseases (STDs) are infections that are spread through intercourse between an infected and an uninfected individual. Bacteria, viruses, or parasites can all cause sexually transmitted diseases. Examples include syphilis, gonorrhea, genital herpes, HIV/AIDS, chlamydia, and human papillomavirus infection (Muzny and Kardas, 2020). Both bacteria (like gonorrhea, syphilis, and chlamydia), parasites (like trichomoniasis), and viruses (like HPV, genital herpes, and HIV) can cause sexually transmitted diseases (Schoeman *et al.*, 2021). Microorganisms continue to spread at a high rate in developing nations. Diseases persist in areas with poor nutrition and hygienic conditions, and new diseases pose a greater threat to these populations. *Neisseria gonorrhoeae* and *Treponema pallidum* are implicated in sexually transmitted bacterial infections, in which sexual activity is the major means of transmission (WHO, 2020). According to Rutherford *et al.* (2019), *Neisseria gonorrhoeae* is the second most frequently reported bacterial sexually transmitted disease (STD), causing significant morbidity and financial loss globally. According to Nazir and Chauhan (2019) and Nakamura and Kinoshita (2018), a significant percentage of *Neisseria gonorrhoeae* infections in both men and women are ambiguous.

However, a wide range of health issues can result from *Neisseria gonorrhoeae* infections. These can be severe, including ectopic pregnancy, pelvic inflammatory disease, infertility, and chronic pelvic pain in women; infertility and epididymitis in men; arthritis, disseminated gonococcal infections, and increased susceptibility to and transmissibility to HIV in both men and women (Chemaitelly *et al.*, 2019). Newborns of mothers infected with *Neisseria gonorrhoeae* may also suffer from neonatal conjunctivitis, blindness, and in rare cases, disseminated gonococcal infection (Muzny and Kardas, 2020). The chronic, multistage infection known as syphilis, which is spread through sexual contact or pregnancy, is caused by the spirochete bacterium *Treponema pallidum*. *Treponema pallidum* spreads quickly and widely through the circulatory system after infection, passing through endothelial barriers to infect all organs and tissues, including the central nervous system and immunologically privileged areas (Silverberg *et al.*, 2022). In spite of innate and adaptive immune responses triggered by the host, *Treponema pallidum* can survive for decades inside the host. The term "stealth" pathogen refers to *Treponema pallidum*'s exceptional capacity to elude the immune system and create and sustain a persistent infection (Takahashi *et al.*, 2020).

Materials and Methods

Sample Collection

Dried *Allium sativum* cloves were bought from Lokoja's local markets, stored in an airtight container, and then transported to the Department of Biology laboratory at Federal University Lokoja for additional examination. The Federal Teaching Hospital in Lokoja provided the strains of *Neisseria gonorrhoeae* and *Treponema pallidum*. After being kept in transport media (an ice box) at 4°C, the strains were brought to the lab for additional examination.

Culture Media

The media used in this study were Nutrient agar and Nutrient broth. The media was prepared according to the manufacturer instruction.

Nutrient Agar

Nutrient agar (NA) was prepared according to manufactures instructions; 28g NA was dissolved in 1000 ml of distilled water, the suspension was mixed until completely homogenized. The conical flask containing the media were plugged with cotton wool and capped with aluminium-

foil. The flask was sterilized using lender autoclave at 121⁰C for 15 minutes, cooled to 30⁰C and poured into sterile plates.

Nutrient Broth

Twenty-five grams (25g) of nutrient broth agar (NBA) would be weighed using weighing balance, after which the powder would be dissolve in 1000ml of sterilized distilled water. The mixture would be stirred gently and heated to ensure homogenous mixture is obtained. 10ml of the agar solution would then be transferred from the volumetric flask to 20ml-sized test tube. Each test tube would be covered with cotton wool and cupped with aluminium-foil to prevent the inlet and outlet of air during sterilization in the autoclave at 121⁰C for 15 minutes.

Preparation of Fresh Garlic Juice

Allium sativum cloves were peeled, weighed 100g and cleaned. Clean cloves were crushed in sterile mortar and pestle and then the mixture was filtered through a sterile cheese cloth. This filtrate was considered 100% fresh garlic extract. The filtrate was stored at -20⁰C and was thawed before use. The thawed extracts were then weighed in varying concentrations and dissolved in dimethyl sulfoxide (DMSO).

Preparation of Working Concentration

Stock solution was prepared by dissolving 5g of the solid plant extracts in 10mls of normal saline, making a stock of 500mg/ml. The working concentration was prepared from the stock solution using dilution formula as follows.

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

C_1 = initial concentration, V_1 = volume to use; C_2 = required concentration; V_2 = required volume

A working solution of 100 mg/ml, 75 mg/ml, 50mg/ml and 25mg/ml concentrations were used to test for the antimicrobial effect of the extracts.

Antimicrobial Sensitivity Test

Antimicrobial activities of the plant extracts were tested using Agar Well diffusion method. The prepared culture plates were inoculated with the *Neisseria gonorrhoeae* and *Treponema pallidum* isolates. Wells were made on the agar surface with cork borer (14mm). The extracts were then poured into the well using sterile syringe and the plates were incubated. All the inoculated plates were labeled with the name of the microbial cultures. All the plates were then observed for any zone of inhibition. The result was read by observing the zone of inhibition of microbial growth in each plate. Plates showing zones of inhibition were and recorded.

Determination of Minimum Inhibitory Concentration

The Minimum Inhibitory Concentration (MIC) was determined as the least concentration that showed an inhibitory effect on test organisms using the tube method. Two fold serial dilutions were made using nutrient broth. Then 5 ml of a solution of the extracts (200 mg/ml) was added aseptically to 5 ml of double strength medium and mixed by shaking. Using a fresh pipette, 5 ml of the mixture was transferred to a second test tube, which contained 5ml of the single strength medium. This too was mixed by shaking and from it 5ml was taken into a third test tube aseptically and mixed by shaking. The 9th tube containing no test compound served as control. Finally, to each tube 0.2ml inoculums of the test organisms was added aseptically. The test tube was covered with cotton wool, incubated at 37⁰C for 21days, and then observed for turbidity. The lowest concentration that inhibited growth of test organism was noted as the MIC.

Data Analysis

Measured and recorded zones of inhibition were presented in tabular format indicating the concentrations, mean inhibition zones. Tabulated data was analyzed using ANOVA package at $p < 0.05$.

Result

Antibacterial Activity of *Allium sativum* Extracts

The result of antibacterial test of garlic juice extracts against the growth of *Neisseria gonorrhoeae* and *Treponema pallidum* is presented in Table 1. The result revealed that the highest zone of inhibition of 16 ± 0.05 mm was recorded at 100% concentration followed by 14.00 ± 0.11 mm at 75% concentration. At concentration of 50%, a zone of inhibition of 12.00 ± 0.04 mm was recorded while the least zone of inhibition was recorded at 25% concentration with 10.00 ± 0.02 mm zone of inhibition against *Neisseria gonorrhoeae*. Similarly, highest zone of inhibition of 14 ± 0.30 mm was recorded at 100% concentration followed by 12.00 ± 0.05 mm at 75% concentration. At concentration of 50%, a zone of inhibition of 10.00 ± 0.08 mm was recorded while the least zone of inhibition was recorded at 25% concentration with 8.00 ± 0.04 mm zone of inhibition against *Treponema pallidum*.

Table 1: Antibacterial activity of *Allium sativum* extract against test organisms

Test Organisms	Concentrations (%)				Control
	25%	50%	75%	100%	
<i>Treponema pallidum</i>	8.00 ± 0.04	10.00 ± 0.08	12.00 ± 0.05	14.00 ± 0.30	16.00 ± 0.20
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	10.00 ± 0.02	12.00 ± 0.04	14.00 ± 0.11	16.00 ± 0.05^a	16.00 ± 0.01^a

Values are mean \pm standard error. Mean values with the same superscript in a column are not significantly different ($p < 0.05$)

MIC of extract of *Allium sativum* extract against test organisms

The result for the minimum inhibitory concentration is showed in Table 2. The result showed that the garlic juice extract inhibited the growth of the tested isolates. At 100%, no growth of organism was recorded in the tube setup. The result was similar for both tested isolates, showing that the result was significant at $p < 0.05$.

Table 2: MIC of extract of *Allium sativum* extract against test organisms

Test Organisms	Concentrations				
	25%	50%	75%	100%	Control
<i>Treponema pallidum</i>	+++	+	+	-	-
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	++	+	-	-	-

Keys: +++ = Highly Turbid; ++ = Moderately Turbid; + = Slightly Turbid; - = No Turbidity

Discussion

This result confirms the well-established antimicrobial qualities of garlic, which are mainly ascribed to allicin, the plant's active ingredient (Ried and Fakler, 2014). The inhibition zone diameter decreases as garlic concentration drops, which is in line with the fact that antimicrobial activity is concentration-dependent. The study's findings indicated that the plant extract had an inhibitory effect on test isolates with different levels of sensitivity. The variance in sensitivity may also be explained by variations in the inoculum size, temperature, nutritional needs, and growth rate of the tested isolates (Khalimuthu *et al.*, 2010). The maximum zone of inhibition was found when *Allium sativum* extracts were used against *Salmonella typhi*, *Lactobacillus*, and *Escherichia coli*, according to similar findings by Contreras and Molina (2019). The extracts show that the inhibitory activity of the extract at varying concentrations varies significantly ($p < 0.05$). Higher concentrations of extracts seemed to have more antibacterial activity than lower concentrations because they may contain a higher dose of active ingredients (Kaur *et al.*, 2011). This study found that the efficiency of the garlic extract increased with its concentration, which in turn reduced the inhibition and growth of the test bacteria. Thus, garlic may have both bactericidal and bacteriostatic properties.

Conclusion

The findings of this study suggest that garlic may be used as a potent antibacterial agent against the sexually transmitted diseases-causing *Neisseria gonorrhoeae* and *Treponema pallidum*, which are known to be developing resistance to current antibiotics. It could be produced as a tablet with the most effective concentrations and reasonably priced dosages to treat these two harmful bacteria. Alternative medications with a long history of preventing such newly emerging diseases and that are readily available and reasonably priced must be prioritized in the age of drug-resistant bacteria.

Recommendations

For improved health, this study suggests including garlic in one's daily diet, especially fresh garlic. Purified *Allium sativum* extract ought to be taken into consideration as a possible active component of traditional antibacterial medications. Because the plant extracts are readily available, reasonably priced, and have less of an eye-effect, the results of this study may actually be adopted by STD-infected people.

Authors' Contributions

The research was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript

References

- Chemaitelly, H., Weiss, H. A., Smolak, A., Majed, E. and Abu-Raddad, L. J. (2019). Epidemiology of *Treponema pallidum*, *Chlamydia trachomatis*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Trichomonas vaginalis*, and herpes simplex virus type 2 among female sex workers in the Middle East and North Africa: systematic review and meta-analytcs. *Journal of Global Health*, 9(2).
- Contreras, A. and Molina M. (2019). *Mimosa pudica* may possess antidepressant actions in the rat. *Phytomedicine*, 6(5); 319-23.
- Faniyi, T.O., Adewumi, M.K., Prates, Ê.R. and Ayangbenro, A.S. (2016). Effect of herbs and spices (plant extracts) on rumen microbial activities: a review.
- Kaur, P., Kumar, N. and Shivan, T.N. (2011). Phytochemical screening and antimicrobial activity of the plant extracts of *Mimosa pudica* L. against selected microbes. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(22):5356-5359.
- Khalimuthu, S., Vijayakumar, R. and Senthilkumar, N. (2010). Garlic: A critical review of its production, bioactivity, and application. *International Journal of Pharmaceutical Biological Science*, 1(3):1-5.
- Muzny, C.A. and Kardas, P.A. (2020). Narrative Review of Current Challenges in the Diagnosis and Management of Bacterial Vaginosis. *Sexually Transmitted Diseases*, 47(7):441-446.
- Nakamura, T. and Kinoshita, T. (2018). Antibacterial effects of garlic and garlic-derived compounds. *Journal of Medical Microbiology*, 67(1):1-14.
- Nazir, I. and Chauhan, R.S. (2019). Qualitative Phytochemical Analysis of *Allium sativum* (Garlic) and *Curcuma longa* (Turmeric). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(1):545-547.
- Ried, K. and Fakler, P. (2014). Potential of garlic (*Allium sativum*) in lowering high blood pressure: Mechanisms of action and clinical relevance. *Integrated Blood Pressure Control*, 7:71-82.
- Rutherford, S., O'Brien, S., McRae, J. and Spencer, C. (2019). The impact of vaginal infection on pregnancy outcomes. *Current Opinion in Obstetrics and Gynecology*, 31(5):320-325.
- Schoeman, J., Botha, J. and Van Vuuren, S. (2021). The vaginal microbiome and its association with high-risk human papillomavirus infections. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 41(7):1051-1060.
- Silverberg, B., Moyers, A., Hinkle, T., Kessler, R. and Russell, N.G. (2022). 2021 CDC update: treatment and complications of sexually transmitted infections (STIS). *Venereology*, 1(1):23-46.
- Takahashi, M., Ikegami, K. and Matsumoto, T. (2020). Phytochemical and pharmacological properties of garlic: A review. *Journal of Medicinal Plants Research*, 14(12):311-322.
- Vignesh, S., Natarajan, A. and Natarajan, M. (2021). Bacterial vaginosis: The role of *Escherichia coli* and the implications for women's health. *Journal of Clinical Microbiology*, 59(5):e02452-20.
- WHO. (2020). Antibacterial agents in clinical development: An analysis of the antibacterial clinical development pipeline. World Health Organization.

EFFECT OF CLIMATE CHANGE ON POULTRY PRODUCTION IN ADO AND IKERE LOCAL GOVERNMENT AREAS OF EKITI STATE, NIGERIA

¹Obabire, I. E.

¹Ekundayo, O. S.

¹Department of Agricultural Extension and Management, School of Agriculture and Agricultural Technology, The Federal Polytechnic, Ado-Ekiti, Ekiti State, Nigeria

Corresponding author's email: obabire_ie@fedpolyado.edu.ng

Abstract

The study investigated the perceived effect of climate change among poultry farmers in Ado and Ikere Local Government areas of Ekiti State, Nigeria, with the specific objectives of identifying the personal characteristics of the poultry farmers; examining the effect of climate change on their production practices and assessing the adaptation strategies adopted by the poultry farmers in response to climate change. A two-stage sampling procedure was used to select one hundred respondents that constituted the sample size for the study. Data collected through interview schedule were analysed using frequency counts, percentages, mean and Pearson Product Moment Correlation (PPMC). Findings showed that respondents in the study area were mostly males (55.0%) with a mean age of 44.67 years. Majority (61.0%) of them were married, educated (62.0%), with average household size of 5 persons. Their yearly mean income was ₦637,850.00. The effect of climate change was high among the majority (67.0%), while the adaptation strategy was low among the majority (59.0%) of the poultry farmers. PPMC analysis indicated a positive significant relationship between the effect of climate change and adaptation strategies employed by the poultry farmers to mitigate the effect ($r=0.273$, $p=0.006$). The effect of climate change was high, and vaccination against diseases as well as administration of anti-stress were the prominent adaptation strategies among the farmers. Therefore, poultry farmers should be educated by the extension workers on effective measures to mitigate the effect of climate change on poultry production.

Keywords: *Adaptation strategies, effect, mitigation, poultry farmers, production.*

INTRODUCTION

Climate change has become a global threat to various sectors of the world economy. Its impacts are particularly severe in arid and semi-arid regions, where increasing drought frequency is expected to reduce vegetation cover and livestock numbers. Additionally, rising temperatures will likely intensify the demand for already scarce water sources needed for livestock (Ayanlade *et al.*, 2017; Ou & Mendelsohn, 2017). In the livestock sector, climate risks such as drought, temperature variability, excessive sunshine, windstorms, pest and disease infestations, vegetation changes, biodiversity loss, and increased health risks have significant negative effects on poultry production (Agbaje & Giwa, 2007). Specifically, extreme temperatures; both high and low, contribute to disease outbreaks, while wind can facilitate the spread of airborne infections that affect poultry. Poultry flocks are particularly vulnerable to climate change, as they can only tolerate a narrow temperature range (Rajkumar *et al.*, 2011). Nigeria is especially susceptible to the consequences of climate change due to its heavy reliance on agriculture. The adverse effects are evident in reduced crop productivity and declining yields in the poultry, livestock, and fisheries sub-sectors (Akinbile, 2010). It is important to note that climate risks vary by location, with geographic differences influencing the extent of vulnerability. The ability to manage climate risks effectively depends on the adaptation options available and the resulting welfare outcomes for affected communities.

Livestock production plays a crucial role in food security, economic development, and rural livelihoods. Globally, livestock occupy approximately 26% of ice-free land, with one-third of croplands dedicated to feed production (FAO, 2021). The sector contributes nearly 40% of global agricultural Gross Domestic Product (GDP), providing 33% of global protein and 17% of total caloric intake. Additionally, livestock production supports substantial employment opportunities in rural areas (Thornton, 2010; Rojas-Downing *et al.*, 2017). In developing countries, livestock serve as a major source of food, income, and nutritional security (Swanepoel *et al.*, 2010). However, livestock farming is also a significant contributor to climate change. It is a direct source of methane and nitrous oxide emissions, as well as an indirect source of greenhouse gases (GHGs) through land use and feed production. Globally, livestock emissions account for an estimated 14.5% of total anthropogenic GHG emissions (Gerber *et al.*, 2013).

The interaction between climate change and the growing demand for livestock products presents a major challenge. Increasing livestock production while reducing climate impacts and GHG emissions requires a strategic approach. Addressing this challenge involves understanding both the direct effects of climate change on livestock and the effectiveness of adaptation and mitigation measures (Nardone *et al.*, 2010). This study assessed the effect of climate change on poultry farmers in Ekiti State. Its findings are significant in helping farmers improve resilience and adopt sustainable poultry production practices, ultimately contributing to long-term food security and economic stability in the study area.

RESEARCH METHODOLOGY

The study was conducted in Ado and Ikere Local Government areas of Ekiti State, Nigeria. Ekiti State is an agrarian State in southwest Nigeria and it has 16 local government areas among which Ado and Ikere Local Government areas are the most Urbanized. The target population of the study comprised all the poultry farmers in the study area. A multi-stage sampling procedure was used to select the respondents for the study. The first stage involved purposive selection of two urban Local Government Areas (LGAs) (Ado and Ikere LGAs). The second

stage involved purposive selection of 10 communities from each of the selected LGA; Iyana Emirin, Emirin, Erinfun, Ureje, Omisanjana, Olabusuyi, Olorunsogo, Odo Ado, Embassy, Adebayo in Ado Local government area; Ikere Metropolis, Oke Osun, Post office, Olumilua, Popoola, Oke-Ikere, Baba-oyo, Ilesanmi, araromi, and Saka, in Ikere local government area. At the third stage, the poultry farmers were identified through their associations and unregistered poultry farmers were located through snowball technique after which 5 poultry farmers were selected from each community to make a total of one hundred (100) poultry farmers that constituted the sample size for the study. Data were collected using a structured questionnaire and an interview schedule, which included both open- and closed-ended questions to obtain primary data from respondents. The effect of climate change on poultry production was assessed on a four-point scale of Not at all, Mild, Somewhat, and To a great extent. The collected data were analyzed using frequency counts, percentages, means, and Pearson Product Moment Correlation (PPMC).

RESULTS AND DISCUSSION

Socio-economic characteristics of the poultry farmers

The results of the analysis (Table 1) revealed that 46.0% and 42.0% of the respondents were within age range of 21 – 40 and 41 – 60, respectively, while only 12.0% of the respondents aged above 60 years. The mean age of the respondents was 44.67 years. The mean age of the respondents is similar to that of Osuji, *et al.*, (2024) who stated the mean age of poultry farmers in their study as 48 years. Adeyemo, *et al.*, (2019) also noted in their study that poultry farmers were young and in their productive age. This has positive implications for fight against climate change. Educational level of the poultry farmers shows that the farmers were educated with majority (62.0%) in tertiary education level. This implies that the farmers had adequate formal education, which could help them in understanding of poultry management principles and effect of climate change. Farmers with good educational background are most likely to have better ability to keep records and make observation on effects of climate change on their farms than the uneducated ones (Adesiji, *et al.*, 2013). Education increases the ability of farmers to use their resources efficiently and the allocative effect of education enhances farmers' ability to obtain, analyse and interpret information (Sofoluwe *et al.*, 2011). Household size shows that majority (64.0%) of the poultry farmers had household size of 1-5 persons. The mean household size was 4.84, approximately 5 persons. This implies that the farmers had relatively small household size that could aid their poultry production in terms of family labour provisions. Small or moderate household size could make farmers source for labour elsewhere. The table further indicated that more than half (52.0%) of the respondents earned below ₦500,000 and below, while 37.0% earned between ₦500,000 – 1,000,000. The mean annual income was ₦637850.00. This implies that the income made from poultry was low, and this could be as a result of the fact that most of the respondents were small scale poultry farmers.

Table 4.1: Distribution of the respondents based on their socio-economic characteristics n = 100

Socio-economic characteristics	Frequency	Percentage	Mean
Age (Years)			
≤ 20	-	-	
21 – 40	46	46.0	
41 – 60	42	42.0	44.67
> 60	12	12.0	
Educational Qualification			
No formal education	5	5.0	
Primary education	9	9.0	
Secondary Education	24	24.0	
Tertiary Education	62	62.0	
Years spent in school			
≤ 5	4	4.0	
6 – 10	13	13.0	13.28
> 10	83	83.0	
Household size (persons)			
1 – 5	64	64.0	
6 – 10	35	35.0	4.84
11 – 15	1	1.0	
Yearly Income (₺)			
≤ 500,000	52	52.0	
500,001 – 1,000,000	37	37.0	637850.00
1,000,001 – 1,500,000	7	7.0	
1,500,001 – 2,000,000	3	3.0	
>2,000,000	1	1.0	

Source: Field survey, 2024

Gender

Figure 1 shows that poultry production in the study area was slightly male-dominant where more than half (55.0%) of the poultry farmers were male. Although poultry production may be dominated by men in the study area, women were also involved to an appreciable extent given their percentage of 45.0%.

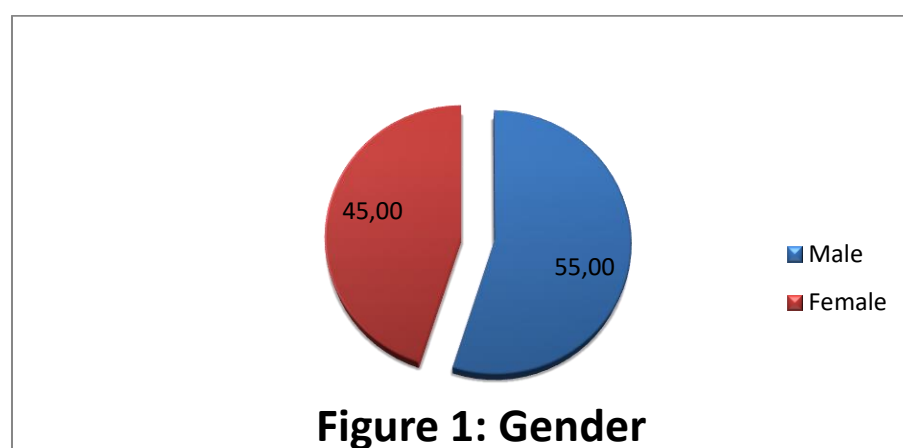
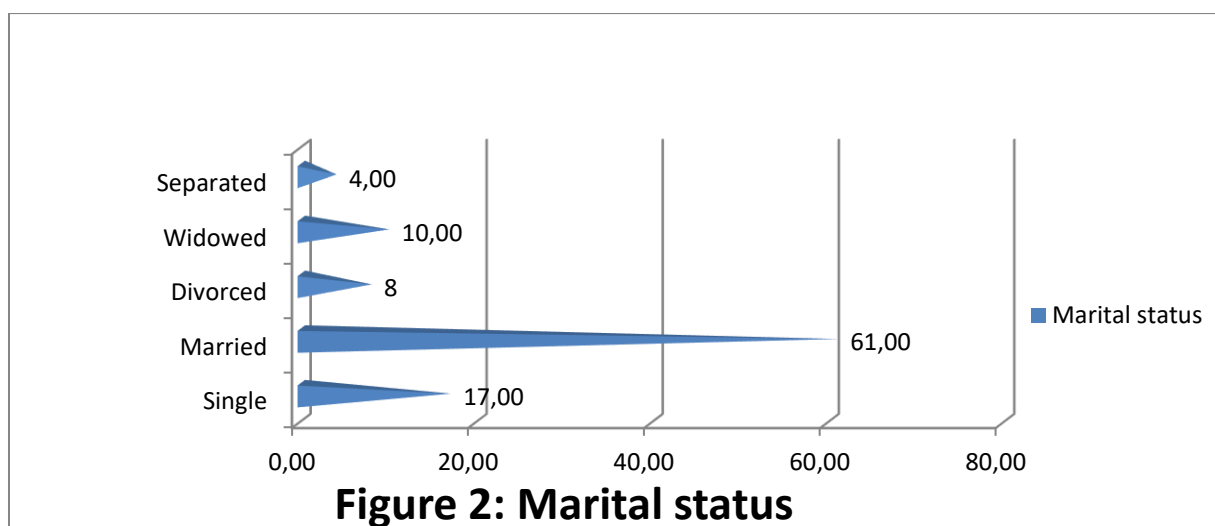


Figure 1: Gender

Marital Status

Figure 2 revealed that majority of the poultry farmers (61.0%) were married, implying the dominance of married people in poultry production. This also implies that the respondents could get support from their spouses in their poultry activities.



Effects of climate change on poultry production activities

The effects of climate change on respondents' production are presented in Table 2. The majority of the poultry farmers stated reduced birds' fertility ($\bar{x}=2.03$) as the greatest effect with the highest mean score. Warmer temperatures and changes in precipitation patterns can create favourable conditions for the growth of mycotoxins, leading to reduced feed quality and health problems in poultry (Yitbarek, 2019). A high number of the poultry farmers indicated Increased mortality ($\bar{x}=2.01$) in poultry production as the second high ranking effect of climate change on their production. Reduced egg size ($\bar{x}=1.98$) ranked third according to the table. Ayinde, *et al.*, (2017) in their study noted a relationship between the changes in the egg production output and rainfall which may be due to the fact that when rainfall changes, it has effect on temperature which has an effect on the laying ability of birds. Drought, Erratic rainfall pattern, and increased temperature pattern could stand as the factors that causes the reduction in egg size. rising temperatures causes poultry birds to consume less feed and concentrate in water intake, this causes the birds to drop in weight and size (Evans, *et al.*, 2021). Empirical studies have revealed that high temperatures, causes reduction in egg production (Castro *et al.*, 2023). Similar to high temperatures, prolonged sunshine is known to reduce egg production and feed intake (Akande, 2016). The table further indicated that some of the poultry farmers recorded reduced farmers income ($\bar{x}=1.97$) ranking 4th; this could be as a result of some of the effects of climate change on their production activities such as reduced fertility, increased mortality, reduced egg size, and reduced sales of poultry birds among others. This result is similar to that of De-Sousa *et al.*, (2023) who stated that the poultry farmers recorded 85% decline in income and profitability when compared to previous earnings. According to the Table, it was revealed that reduced sales of poultry birds ($\bar{x}=1.95$), decreased birds' activities ($\bar{x}=1.86$), increased disease infection ($\bar{x}=1.80$), and reduced body weight ($\bar{x}=1.74$) ranked 5th, 6th, 7th and 8th respectively. Adesiji *et al.*, (2013) noted that majority of their respondents agreed that moist climatic conditions encouraged the distribution and development of diseases. This could increase disease infection,

reduce body weight and even result in a high mortality. Finally, Reduced feed intake ($\bar{x}=1.67$) ranked 9th on the table. Reduced feed intake could result in lower body weight or reduction in the egg size and quality. The findings from the study show that changes in climate and weather conditions affected most of the respondents' production greatly.

Table 2: Distribution of the respondents based on the effects of climate change on their production activities

S/N	Variable	Not at all	Mild	Somewhat	To a great extent	Mean	Rank
1	Reduced fertility	7.0	15.0	46.0	32.0	2.03	1 st
2	Increased mortality	10.0	10.0	49.0	31.0	2.01	2 nd
3	Reduced egg size	6.0	12.0	60.0	22.0	1.98	3 rd
4	Reduced farmers income	12.0	8.0	51.0	29.0	1.97	4 th
5	Reduced sales of poultry birds	9.0	15.0	48.0	28.0	1.95	5 th
6	Decreased birds' activities	10.0	14.0	56.0	20.0	1.86	6 th
7	Increased disease infection	14.0	10.0	58.0	18.0	1.80	7 th
8	Reduced body weight	13.0	15.0	57.0	15.0	1.74	8 th
9	Reduced feed intake	13.0	25.0	44.0	18.0	1.67	9 th

Source: Field survey, 2024

Level of the effect of climate change on poultry production

The result Table 3 shows that the majority of the respondents (67.0%) experienced a high level of effect of climate change on their production in the study area, while some of the respondents (33.0%) reported low effect of climate change on their production. This indicated that the productions of most of the respondents were highly affected by climate change.

Table 3: Distribution of the respondents based on the level of effect of climate change on their production n = 100

Level of effect of climate change	Score	Frequency	Percentage
Low effect	0 – 17.00	33	33.0
High effect	17.01– 27	67	67.0
Minimum score	0		
Maximum score	27		
Mean score	17.01		

Source: Field survey, 2024

Adaptation strategies to mitigate the effects of climate change on poultry production

The climate change adaptation strategies adopted by poultry farmers are presented in Table 4. The table shows that a vaccination against diseases ($\bar{x}=2.44$) ranked 1st among many other adaptation strategies employed. This shows the importance of vaccination as a major strategy to mitigate the effect of climate change. Munonye *et al.*, (2023) implied in their study that poultry farmers knew that vaccination of birds plays a vital role in preventing diseases that might break out due to climate variation in the study area. Administration of anti-stress ($\bar{x}=2.28$) ranked 2nd. A majority of them administered anti-stress in order to mitigate the effect of climate change on their poultry production. Protection of poultry pen from pests ($\bar{x}=2.27$) ranked 3rd among the adaptation strategies used by the respondents to mitigate the effect of climate change on their poultry activities. Installation of mist blowers ($\bar{x}=2.26$) ranked 4th. A

Mist Blower can be used in poultry facility cleaning and disinfection programme to kill viruses, bacteria, fungi, and parasites, thus making it an important strategy. Adjustment of poultry house ventilation (\bar{x} =2.24) ranked 5th. Ensuring adequate ventilation was adopted, this would ensure that the poultry pens and houses are well ventilated enough to prevent heat stress that could have resulted from the birds not getting adequate ventilation. Planting of trees around the poultry house (\bar{x} =2.20) ranked 6th. Tree planting around poultry housing units could provide coolness. Similarly, reduced stock levels per meter square (\bar{x} =2.19) and reformulating the diet (\bar{x} =2.00) ranked 7th and 8th, respectively. Reduced stock levels per meter square prevents transference of outbreak of diseases occasioned by climate change and also poultry diets must be formulated to include essential nutrients required for optimal growth to provide all of the bird's nutrient requirements if optimum growth and production are to be achieved (Sabry, *et al.*, 2023). The least adopted mitigating strategy was diversification into different systems of poultry production (\bar{x} =2.00) which ranked 9th. The findings imply that farmers in the study area had developed different adaptation strategies to the effects of climate change. However, while some strategies were often practiced, some did not receive serious attention.

Table 4: Distribution of the respondents based on the adaptation strategies to mitigate the effects of climate change on their production n = 100

S/N	Adaptation Strategies	Not at all	Rarely	Occasionally	Frequently	Mean	Rank
1	Vaccination against diseases	1.0	5.0	43.0	51.0	2.44	1 st
2	Administration of anti-stress	6.0	5.0	44.0	45.0	2.28	2 nd
3	Protection of poultry pen from pests	4.0	10.0	41.0	45.0	2.27	3 rd
4	Install mist blowers	8.0	7.0	36.0	49.0	2.26	4 th
5	Adjustment of poultry house ventilation	4.0	7.0	50.0	39.0	2.24	5 th
6	Planting of trees around the poultry house	8.0	4.0	48.0	40.0	2.20	6 th
7	Reduce stock levels per meter square	5.0	18.0	30.0	47.0	2.19	7 th
8	Reformulate the diet	15.0	7.0	41.0	37.0	2.00	8 th
9	Diversification into different systems of poultry production	8.0	16.0	49.0	27.0	1.95	9 th

Source: Field survey, 2024

Level of adaptation strategies employed by the respondents to mitigate the effects of climate change on their production

The result of analysis (Table 5) shows that majority of the respondents (59.0%) had low level of adaptation strategy to mitigate the effects of climate change on their production in the study area, meanwhile 41.0% reported high level of strategy. The low level of adaptation strategy as shown in Table 5 could be as a result of the fact that the respondents may not have the required knowledge on most of the adaptation strategies.

Table 5: Mean categorization of the respondents based on their level of adaptation strategies
n = 100

Level of adaptation strategies	Scores	Frequency	Percentage
Low adaptation strategies	5 – 19.82	59	59.0
High adaptation strategies	19.83– 27	41	41.0
Minimum score	5		
Maximum score	27		
Mean score	19.83		

Source: Field survey, 2024

Relationship between the effect of climate change on poultry production and the respondents' adaptation strategies to mitigate the effect

The result (Table 6) reveals that the effect of climate change on the production activities of the respondents and their adaptation strategies to mitigate the effect had significant positive relationship ($r=0.125$, $p=0.214$). Therefore, the implication of this result is that the effect of climate change on the production activities of the respondents has significant influence on their adaptation strategies to mitigate the effect. The positive correlation indicates that the more the effect encountered, the more the adaptation strategies utilized by the respondents

Table 6: Correlation analysis of the relationship between the effect of climate change on the production activities of the respondents and their adaptation strategies to mitigate the effect

Variables	r - value	p-value	Decision
effect of climate change on the production activities of the respondents and their adaptation strategies to mitigate the effect	0.273	0.006	Significant

Source: Field survey, 2024

CONCLUSION

The study examined the effect of climate change on poultry production in Ekiti State, Nigeria. Based on the findings of the study, it could be concluded that; reduced fertility, increased mortality and reduced egg size, were the prominent effects of climate change on the production of the poultry farmers. Vaccination against diseases, administration of anti-stress and protection of poultry pen from pests were the adaptation strategies mostly used by them to mitigate the effects of climate change on their production. Effects of climate change influenced the adaptation strategies utilized by the poultry farmers to mitigate the effect. In accordance with the findings and conclusion reached in this study, the following recommendations were made; Extension agents should educate poultry farmers about climate change and provide measures to mitigate its effect on poultry production. This study also suggests the need for prompt weather information, increased research and development of innovation for sustainable poultry production in the face of climate change.

REFERENCES

- Adesiji, G. B., Baba, S. T. and Iyabo, I. S. (2013). Effects of climate change on poultry production in Ondo State. *Russian Journal of Agricultural and socio-economic sciences*. Vol 14 (2): 55 – 60.
- Adeyemo AJ, Akingbola OO, and Ojениyi SO (2019). Effects of poultry manure on soil infiltration, organic matter contents and maize performance on two contrasting degraded alfisols in south-western Nigeria. *International Journal of Recycle Organic Waste Agriculture*, 8(1): 73–80. <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0273-7>.
- Agbaje, I. B. and Giwa, P. N. (2007). Urban flooding and environmental safety: A case study of Kafanchan town in Kaduna State. A paper presented at the Golden Jubilee (50th Anniversary) and 49th Annual Conference of the Association of Nigerian Geographers (ANG) at the Department of Geography, University of Abuja, Gwagwalada-Abuja Agriculture. *Two essays on climate change and agriculture: A developing country*. 15th-19th October, 2007.
- Akande, S. (2016). Temperature and Relative Humidity effects of Egg Production in Nigeria. Centre for Space Research and Application. Doi:10.13140/RG.2.2.26834.91841.
- Akinbile, L. A. (2010). Climate change and its implications for sustainable development in Nigeria. Keynote address at the annual conference of School of Agriculture and Technology, *Federal College of Education, Katsina*. 20 pp.
- Ayanlade A., M. Radeny, and J. F. Morton. (2017). Comparing smallholder farmers' perception of climate change with meteorological data: A case study from southwestern Nigeria. *Weather Climate Extremes* 15:24–33.
- Ayinde, O. E., Adejumo A. O., Akintola, Q., Ajibade, T. B., and Aina, P. O. (2017). Impact of Climate Change on Poultry Production in Nigeria: A Co-integration Analysis Approach (1971-2012). *Journal of Multidisciplinary Studies*. 6 (2): 138-152
- Castro, F. L. S., Chai, L., Arango, J., Owens, C. M., Smith, P. A., and Reichelt, S. *et al.* (2023). Poultry industry paradigms: connecting the dots. *Journal of Applied Poultry Research*, 32(1): 100310. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2022.100310>.
- De-Sousa, K. T., Deniz, M. and Santos, M. P. (2023). Decision support system to classify the vulnerability of broiler production system to heat stress based on fuzzy logic. *International Journal of Biometeorology*, 67: 475–484. <https://doi.org/10.1007/s00484-023-02427-1>.
- Evans M, Samuel N, and Samuel CM (2021). Production of indigenous poultry among smallholder farmers in Tigania West Meru County, Kenya. *African Journal of Agricultural Research*, 17(5):705-713. <https://doi.org/10.5897/AJAR2021.15465>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). Livestock and Landscapes: Sustainability Pathways. *Food and Agriculture Organizations of the United Nations*.
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., and Tempio, G. (2013). Tackling Climate Change through Livestock: A *Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities*.
- Munonye, J., Agu, K., Esiegwu, A., & Agou, G. (2023). Effects of Climate Change on Poultry Production in Ebonyi State, Nigeria. *East African Journal of Agriculture and Biotechnology*, 6(1): 188-200. <https://doi.org/10.37284/eajab.6.1.1248>.
- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M.S., and Bernabucci, U. (2010). Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock*

- Science.* , 130, 57–69.
- Osuji, E., Ahamefule, B., Ben-Chendo, G., Osuji, M., Nwose, R., Eleazar, A., Opaluwa, H., Ukoha, I., Nwaiwu, I., Ajibade, Y., Opeyemi, G., Ibeagwa, O., Tim-Ashama A., Ofor E., Nwachukwu, E., Anyanwu, U., Anyiam, K. and Iwezor-Magnus, D. (2024). Effect of climate variables on poultry production efficacy in Nigeria. *Online Journal of Animal and Feed Research*. Vol. 14 (3): 196 – 203.
- Ou, L. and R. Mendelsohn. (2017). An analysis of climate adaptation by livestock farmers in the Asian tropics. *Climate Change Economics* 8(3):1740001.
- Rajkumar, U., Reddy, M. R., Rama Rao, S. V., Radhika, K., and Shanmugam, M. (2011). Evaluation of growth, carcass, immune response and stress parameters in naked neck chicken and their normal siblings under tropical winter and summer temperatures. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 24 (4): 509 – 516.
- Rojas-Downing, M. M., Nejadhashemi, A.P., Harrigan, T., and Woznicki, S.A. (2017). Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*, 16, 145–163.
- Sabry, E. I., Romeih, M. I., and Stino, Z. U. (2023). Water scarcity can be a critical limitation for the poultry industry. *Tropical Animal Health Production*, 55: 215-230. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03599-z>
- Sofoluwe, N. A., Tijani, A. A. and Baruwa, O. I. (2011). Farmers’ perception and adaptation to climate change in Osun State, Nigeria. *African Journal of Agricultural Research* 6(20): 4789-4794.
- Thornton, P. K. (2010). Livestock production: Recent trends, future prospects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B.*, 365, 2853–2867.
- Yitbarek, M. B. (2019). “Livestock and livestock product trends by 2050: Review”. *International Journal of Animal Research*,; 4:30.

ASSESSMENT OF CLIMATE CHANGE ADAPTATION STRATEGIES AMONG POULTRY FARMERS IN EKITI STATE, NIGERIA

¹Obabire, I. E.

²Obabire, I. R.

³Ekenta, C. M.

¹Department of Agricultural Extension and Management,
Federal Polytechnic, Ado-Ekiti, Ekiti State, Nigeria.

²Department of Agricultural Extension and Rural Development,
Federal University, Oye-Ekiti, Ekiti State, Nigeria.

³Department of Agricultural Extension and Rural Development
Ahmadu Bello University, Zaria – Nigeria.

Corresponding author's email: obabire_ie@fedpolyado.edu.ng

Abstract

The study examined the climate change adaptation strategies among poultry farmers in Ekiti State, Nigeria. The specific objectives of the study were to examine the socio-economic characteristics of the respondents, and assess the various climate change adaptation strategies utilized by them. A multi-stage sampling procedure was used to select 100 respondents from whom data were collected using questionnaires and interview schedule. Data were analysed with the aids of frequency counts, percentage, mean, Chi-square and Pearson Product Moment Correlation (PPMC). The findings from the study revealed that majority (68.0%) of the respondents were male, (80.0%) were married while 52.0% had tertiary Education. The findings showed that vaccination against diseases and protection of poultry pen from pests ranked highest among the various adaptation strategies utilized, with the mean score of (\bar{x} =2.99). This was followed by administration of anti-stress (\bar{x} =2.95), and adjustment of poultry house ventilation (\bar{x} =2.93). Membership of cooperatives ($\chi^2=3.964$, $p=0.046$) and respondents' income ($r=0.230$, $p=0.021$) had significant relationships with their adaptation strategies. Conclusively, vaccination against diseases and protection of poultry pen from pests, administration of anti-stress, and adjustment of poultry house ventilation were the major adaptation strategies utilized by the respondents. Their adaptation strategies were influenced by membership of cooperative societies and income.

Keywords: *adaptation strategies, climate change, poultry farmers.*

INTRODUCTION

Climate change poses a threat to agricultural productivity, food security, and rural livelihoods. It is a global phenomenon and a matter of great concern among several countries in both developed and developing nations of the world. Increased rainfall variability and drought associated with climate change poses the greatest challenge to the food systems and sustainable agricultural development of sub-Saharan Africa (SSA) and to the region's food and nutrition security (Baffour-Ata *et al.*, 2021). SSA is regarded as the most vulnerable region to the negative impacts of climate change, because of structural and institutional weakness, high poverty levels and the low adoption of modern techniques that limits farmers' capacity to adapt (Tol, 2020). It is widely agreed by the scientific community that climate change is already a reality. Over the past century, surface temperatures have increased and associated impacts on physical and biological systems are increasingly being observed. Africa has a low adaptive capacity due to its dependence on rain, low levels of human and physical capital, and poor infrastructure. Rising global temperatures are expected to increase flooding in coastal areas, cause reduction in agricultural production, threaten biodiversity and the productivity of natural resources, increase the range of vector-borne and water-borne diseases, and exacerbate desertification; thus, they have a disproportionately adverse impact on Africa's agriculture-based economy (Mendelsohn *et al.*, 2020). It is evident that climate change will have a strong effect on Nigeria particularly in the areas of agriculture; land use, energy, biodiversity, health, and water resources.

The changing climate is adversely affecting the productivity and livelihoods of Nigerian smallholder rural farmers. Several studies predict worsening outcomes for future climate events, for instance; heat waves, drought and intense precipitation (Onyeneke, *et al.*, 2019). Climate change adaptation is extremely important in Nigeria. As the country strives to meet the food consumption needs of its rapidly growing population, agriculture in the country is expected to be among the hardest hit by climate change (Mendelsohn and Massetti, 2017). Driven by population and income growth as well as urbanization, the demand for livestock products is growing rapidly. Simultaneously, livestock production is facing increasing pressure from climate change effects, such as increasing temperatures, more variable precipitation patterns, more frequent extreme events, and increasing carbon dioxide concentrations (IPCC, 2014). Such changes have been found to impact livestock performance across many regions and are projected to have growing impacts. Predictive models broadly indicate the impact will be negative (Escarcha *et al.*, 2018).

The poultry farming industry faces unprecedented challenges due to the impacts of climate change, including rising temperatures, altered precipitation and increased frequency of extreme weather events. There are various ways climate change can affect poultry production, they affect them through heat stress, feed intake. They also affect their meat production, reproduction and mortality. Farmers are required to adopt several measures to thrive, given the observed or expected climate change events (Onyeneke, *et al.*, 2019). Therefore, this research study attempts to investigate the adaptation strategies utilized by the poultry farmers to mitigate the effect of climate change on poultry production in Ekiti State, Nigeria.

METHODOLOGY

The study was carried out in Ekiti State, Nigeria. Ekiti State is one of the States in the southwest region of Nigeria. The State is located geographically on Latitude 7^o 15' N and 8^o 51' N north of the Equator and Longitudes 4^o 51' E and 5^o 45' E East of Greenwich meridian. Ekiti has a total

land area of 5,887.890sq km. The State is divided into three agricultural zones viz: Zone I, Zone II and Zone III. Temperature is almost uniform throughout the year. It ranges between 21°C and 28°C with relatively high humidity. The tropical rain forest exists in the south, while the guinea savanna occupies the northern peripheries (Government of Ekiti State, 2025)

The target population of the study comprised all the poultry farmers in the study area. The study employed a multi-stage sampling procedure to select respondents that constituted sample size for the study. At the first stage, two agricultural zones were randomly selected from the three ADP zones in the State (Zone 1 and Zone 3). At the second stage, One ADP block was randomly selected from each zone to make a total of 2 blocks (Ijero block from zone 1 and Oye block from Zone 3). The third stage involved random selection of five cells/communities/towns from each block to make a total of ten (10) communities/ town in all, while the last stage involved selection of 10 poultry farmers through a snow ball technique in the study area to make a total of 100 respondents that constituted the sample size for the study.

The instruments for data collection were questionnaire and interview schedule which comprised open and close ended questions to elicit data from the respondents. Frequency counts, percentage, mean, Chi-square and Pearson Product Moment Correlation PPMC were used for data analysis.

RESULTS AND DISCUSSION

Socio-economic characteristics of the respondents

The results of analysis (Table 1) revealed that majority (92.0%) of the respondents fall between 31-60 years with the mean score of 46.69 years. This implies that the poultry farmers were mostly in their active age which would have a positive effect on their ability to carry out their duty as farmers. This result is close to that of Ohene-Yankyera and Adams (2014). The findings further revealed that majority (68.0%) of the respondents were male while 32.0% of them were female. This suggests that, in general, men have an advantage over women when it comes to farming. It was also revealed that majority (80.0%) of the respondents were married. The implication of this is that in many cases, marriage results in the expansion of agricultural practices through the involvement of the spouse in agriculture. More than half (52.0%) of the respondents had tertiary education, 32.0% had Secondary school education, 13.0% had primary education and 3.0% had no formal education. This result proves that majority of the respondents were literate. This educational level equips them with critical thinking skills and the ability to analyze data related to climate change. Research indicates that educated farmers are more inclined to adopt innovative technologies (World Bank, 2018). Furthermore, the results revealed that majority of the respondents (58.0%) had 6 to 10 persons in their households as the household size while 40% had below 6 persons. The mean household size was approximately 6 persons. This implies that the respondents had moderate household size that could help the respondents in carrying out their poultry production activities.

The monthly income of the respondents was also revealed; a little more than half (53.0 %) of the respondents earned between ₦51,000 – 100, 000 on a monthly basis, with the mean monthly income of ₦62,470.00. This implies that the respondents may face several financial constraints that could limit their ability to invest in necessary adaptation strategies, given the prevailing economic condition in the country vis-à-vis their average monthly income.

Table 4.1: Distribution of the respondents based on their socio-economic characteristics

Socio-economic characteristics	Frequency	Percentage	Mean
Age (Years)			
≤30	1	1.0	
31 – 60	92	92.0	46.69
> 60	7	7.0	
Gender:			
Male	68	68.0	
Female	32	32.0	
Marital Status:			
Single	3	3.0	
Married	80	80.0	
Divorced	6	6.0	
Widowed	2	2.0	
Separated	9	9.0	
Educational Qualification			
No formal education	3	3.0	
Primary education	13	13.0	
Secondary Education	32	32.0	
Tertiary Education	52	52.0	
Household size (persons)			
1 – 5	40	40.0	
6 – 10	58	58.0	6.30
11 – 15	2	2.0	
Monthly Income (₺)			
≤ 50,000	45	45.0	
51,000 – 100,000	53	53.0	62470.00
101,000 – 150,000	1	1.0	
151,000 – 200,000	-	-	
>200,000	1	1.0	

Source: Field survey, 2024

Membership of cooperatives

The result of analysis (figure 1), revealed that higher proportion (68.0%) of the respondents were members of cooperative while 32.0% did not belong to any cooperative society. The societies can provide a platform for farmers to share resources, knowledge, and support systems. This collective approach is crucial in addressing challenges posed by climate change.

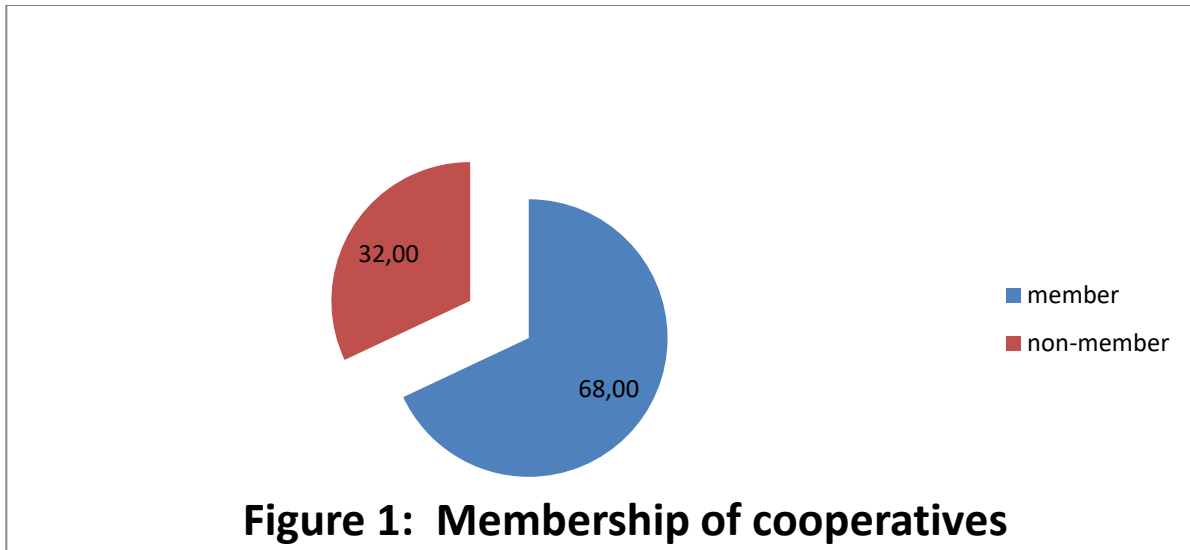


Figure 1: Membership of cooperatives

Climate change adaptation strategies utilized by the respondents

Table 2 revealed the distribution of the respondents based on the climate change adaptation strategies utilized. According to the results, vaccination against diseases and protection of poultry pen from pests ranked first with 2.99 mean score. Prompt vaccination and protection of poultry pen from pests could be strategic ways of combating climate change by the poultry farmers. This was followed by administration of anti-stress ($\bar{x}=2.95$). The respondents also considered the adjustment of poultry house ventilation as one of the important adaptation strategies utilized ($\bar{x}=2.93$). This could ensure that the poultry pens and houses are well ventilated enough to prevent heat stress (Olutumise, 2023). Planting of trees around the poultry house ($\bar{x}=1.32$) was the next ranked strategy. Studies have shown that planting trees on farm can play an important role on adaptation to and mitigation of climate change effects (Thorlakson 2011; Scherr *et al.* 2012). In the same vein, reduce stock levels per meter square ranked sixth ($\bar{x}=1.21$), reformulate the poultry diet ranked seventh ($\bar{x}=1.11$), diversification into different systems of poultry production ranked eighth ($\bar{x}=0.76$) while installation and use of mist blowers ranked least with the mean score of 0.56. These findings imply that farmers in the study area had developed different adaptation strategies to mitigate the effect of climate change on their poultry production.

Table 2: Distribution of the respondents based on the climate change adaptation strategies utilized by them
n = 100

S/N	Adaption Strategies Not at all	Mean	Rank
1	Planting of trees around the poultry house	1.32	5th
2	Administration of anti-stress	2.95	3rd
3	Diversification into different systems of poultry production	0.76	8th
4	Adjustment of poultry house ventilation	2.93	4th
5	Vaccination against diseases	2.99	1st
6	Protection of poultry pen from pests	2.99	1st
7	Reduce stock levels per meter square	1.21	6th
8	Reformulate the poultry diet	1.11	7th
9	Installation and use of mist blowers	0.56	9th

Source: Field survey, 2024

Relationship between the socio-economic characteristics of the respondents and their climate change adaptation strategies.

Table 4.3 reveals that the gender ($\chi^2=0.341$, $p=0.560$), Marital status ($\chi^2=6.499$, $p=0.256$), religion ($\chi^2=0.226$, $p=0.893$), education ($\chi^2=7.544$, $p=0.056$) were not significantly associated with the adaptation strategies utilized by the respondents to mitigate the effect of climate change in the study area. Therefore, the implication of this result is that the stated socio-economic characteristics had little or no influence on their adaptation strategies. However, the table revealed a significant relationship between the membership of cooperatives and adaptation strategies ($\chi^2=3.964$, $p=0.046$). This implies that adaptation strategies utilized by the respondents were influenced by the membership of cooperatives societies among the respondents.

Table 4 reveals that the correlation analyses showed no significant relationships between the age ($r=0.041$, $p=0.687$), household size ($r=-0.134$, $p=0.183$) and the adaptation strategies utilized by the respondents to mitigate the effect of climate change on their production. However, the income of the respondents ($r=0.230$, $p=0.021$) showed a significant positive relationship with the respondents' adaptation strategies. The implication is that while age and household size had no influence on the adaptation strategies of the respondents, their income positively influenced their adaptation strategies. Those with higher income employed more strategies than those with low income.

Table 3: Chi-square analysis of the relationship between the socio-economic characteristics of the respondents and their adaptation strategies to climate-change

Variables	χ^2 - value	df	p-value	Decision
Gender and adaptation strategies	0.341	1	0.560	Not significant
Marital status and adaptation strategies	6.499	4	0.256	Not significant
Religion and adaptation strategies	0.226	2	0.893	Not significant
Educational level and adaptation strategies	7.544	3	0.056	Not significant
Membership of cooperatives and adaptation strategies	3.964	1	0.046	Significant

Table 4: Correlation analysis of the relationship between the socio-economic characteristics of the respondents and their training needs on climate-change adaptation strategies

Variables	r – value	p-value	Decision
Age and adaptation strategies	0.041	0.687	Not significant
Household size and adaptation strategies	-0.134	0.183	Not Significant
Income and adaptation strategies	0.230	0.021	Significant

Source: Field survey, 2024

CONCLUSION

The study, having assessed the climate change adaptation strategies among poultry farmers in Ekiti State, Nigeria, using one hundred poultry farmers as the sample size, therefore concludes that, vaccination against diseases and protection of poultry pen from pests, administration of anti-stress, and the adjustment of poultry house ventilation were the prominent adaptation strategies utilized by the poultry farmers to mitigate the effect of climate change in the study area. Meanwhile, use of mist blower, diversification into different systems of poultry production, and planting of trees around poultry house were not popular among the farmers. Membership of cooperative and income of the poultry farmers had influence on their adaptation strategies. The study therefore recommends training of poultry farmers by the Government on various effective climate change adaptation strategies that are cost and environmental friendly. Grants and low-interest loan could also be made available to the farmers in order to ease their adaptation efforts.

REFERENCES

- Baffour-Ata F., Antwi-Agyei P., Apawu G. O., Nkiaka E., Amoah E. A., Akorli R. (2021). Using traditional agroecological knowledge to adapt to climate change and variability in the Upper East Region of Ghana. *Environmental Challenges*, 4, 100-205.
- Escarcha, J., Lassa, J., and Zander, K. (2018). Livestock under climate change: A systematic review of impacts and adaptation. *Climate*, 6, 54.
- Government of Ekiti State (2025). About Ekiti. Official website of Ekiti State Government. ekitistate.gov.ng.
- Mendelsohn, R. O., and Massetti, E. (2017). The use of cross-sectional analysis to measure climate impacts on agriculture: theory and evidence. *Review of Environmental Economics and Policy*. 11(2):280–298
- Mendelsohn, R., W. Morrison, M. E. Schlesinger, & Androva, N.G. (2020a). Country Specific Market Impacts from Climate Change. *Climatic Change*, 45(3-4).
- Ohene-Yankyera, K. and Adams, F. (2014). Socio-economic characteristics of subsistent small ruminant farmers in three regions of northern Ghana. *Asian Journal of Applied Science and Engineering*, 3(3): 351-364.
- Olutumise AI (2023). Intensity of adaptations to heat stress in poultry farms: A behavioural analysis of farmers in Ondo state, Nigeria. *Journal of Thermal Biology*, 115:103614. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2023.103614>
- Onyeneke, R. O., Nwajiuba, C. A., Emenekwe, C. C., Nwajiuba, A., Onyeneke, C. J., Ohalete, P., and Uwazie, I. U. (2019). Climate change adaptation in Nigerian agricultural sector: A systematic review and resilience check of adaptation measures J. *AIMS Agriculture and Food*, 4(4): 967-1006. doi: 10.3934/agrfood.2019.4.967.
- Scherr, S. J., et al. (2012). Agroforestry and climate change: a global perspective on the role of trees in mitigating climate change impacts on agriculture. *Environmental Science & Policy*, 15(1): 1-10.
- Taiwo, I., Adewole, L., Fagbeja, M. and Balogun, I. (2021). *Web-Based Geospatial Information System to Access Land Suitability for Arable Crop Farming In Ekiti State, Nigeria"* (PDF). *FIG E-Working Week*.
- Tol R. S. (2020). The economic impacts of climate change. *Review of Environmental Economics and Policy*.
- Thorlakson, L. (2011). Reducing subsistence farmers' vulnerability to climate change: evaluating the potential contributions of agroforestry in western Kenya. *Agriculture and Food Security*, 1(15).
- World Bank (2018). *World Development Report 2018: Learning to Realize Education's Promise*. Washington, DC: World Bank. Available at <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2018>.

TOXICITY AND CUMULATIVE RISKS OF NSAID EXPOSURE: PHYSIOLOGICAL AND BEHAVIORAL IMPACTS ON WISTAR ALBINO RATS

¹**Moore-Igwe, Beatrice W.***

¹ Department of Medical Laboratory Science, Rivers State University, Port-Harcourt, Nigeria
Orcid ID: 0000-0002-3660-7002

*Corresponding Author: Beatrice Wobiarueri Moore-Igwe
Email: beatrice.moore-igwe1@ust.edu.ng

²**Wenah-Emmanuel, Justina E.**

²Department of Haematology and Blood Transfusion, University of Port Harcourt Teaching Hospital (UPTH), justinawenahemmanuel@gmail.com

Abstract

Introduction: Since NSAIDs are primarily used to reduce pain and inflammation, there is a lot of interest in studying how they affect the health, behavior, and appearance of animals. In order to shed light on the possible toxicity of NSAIDs, this study examines the physiological and visual effects of piroxicam, diclofenac, and ibuprofen on Wistar albino rats. **Aim:** The study is to evaluate the effects of these drugs and take into account any potential complications for human health by looking at macroscopic alterations in the rats. **Study Design:** Forty Wistar albino rats were used in this cross-sectional investigation, which was carried out at the Rivers State University animal house. Different dosages of 400 mg of ibuprofen, 400 mg of diclofenac, and 20 mg of piroxicam were given to the rats. Eight groups of five rats, each weighing between 80 and 100 grams, were created out of them. While rats with larger body weights were given multiple medication, rats with lower body weights were given single medication. **Results:** The motility, eating patterns, and body color of the control group were all normal. Nonetheless, certain groups such as those receiving treatment with Piroxicam, Ibuprofen, or Diclofenac exhibited a minor decline in feeding, motility, and intelligence. Additionally, the Triple Drug Treatment Group's body size, eating patterns, and general motility were significantly decreased. **Conclusion:** The study discovered that the physical and behavioral characteristics of Wistar albino rats were influenced to differing degrees by Diclofenac, Ibuprofen, and Piroxicam. Combinations of two NSAIDs resulted in larger decreases in eating, body size, and activity, whereas single-drug administration produced only minor alterations. Rats administered all three NSAIDs had the most severe side effects, which included reduced motility, substantial weight loss, and pale yellow discolouration. NSAID combination may present cumulative toxicity hazards, in accordance with the findings. Because of the possibility of cumulative toxicity, it is important to exercise caution when using various NSAIDs together. Additionally, more research is required to fully understand the long-term effects of these medications on animal health.

Keywords: Toxicity, Risks, Exposure, Physiological, Behavioral, Wistar Albino Rats

INTRODUCTION

A key component in comprehending how drugs like NSAIDs (Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs) affect an animal's physiology is physical observation, especially of Wistar albino rats (WAR). Although NSAIDs are frequently used to reduce pain and inflammation, there is considerable interest in researching how they might affect several aspects of animal health, behaviour, and appearance. The physical examination of WAR after they have been exposed to NSAIDs such as piroxicam, diclofenac, and ibuprofen offers important information on the possible side effects of these drugs. Knowing how these medications affect the physiology and appearance of rats can also help to clarify any possible health effects on humans.

WAR given NSAIDs, especially diclofenac, may have significant macroscopic alterations, notably in the gastrointestinal and hepatic systems. These findings highlight how crucial it is to carefully evaluate the dosage and length of NSAID treatment in experimental settings in order to minimize any potential negative effects. Because of their analgesic and anti-inflammatory qualities, non-steroidal anti-inflammatory medications (NSAIDs) such as piroxicam, ibuprofen, and diclofenac are frequently utilized. However, a number of macroscopic (physical) changes have been linked to their treatment in WAR, suggesting possible toxicity. Wistar albino rats given NSAIDs, especially diclofenac, may have significant macroscopic alterations, notably in the gastrointestinal and hepatic systems.

These findings highlight how crucial it is to carefully evaluate the dosage and length of NSAID treatment in experimental settings in order to minimize any potential negative effects.

According to studies, giving WAR diclofenac might cause noticeable physical changes. For example, Tomic *et al.* (2008) found that rats given diclofenac had macroscopic changes like ascites, pleural effusion, fibrin deposits on internal organs, stomach distension, and changes in liver color and structure. These results imply substantial organ involvement after exposure to diclofenac. There is relatively little research on the macroscopic effects of piroxicam and ibuprofen in WAR. However, research by Umoh *et al.* (2022) looked into how these NSAIDs affected the liver both singly and in combination. The study sheds light on possible physical changes brought on by these medications, even though its main focus was on histological and biochemical changes. In a study by Umoh *et al.* (2022), WAR was split up into groups and given different doses of piroxicam, ibuprofen, and diclofenac over a three-day period. According to the study, there was no discernible variation in the liver's physical characteristics between the various therapy groups. Although nonsteroidal anti-inflammatory medications (NSAIDs) are commonly used for their analgesic and anti-inflammatory qualities, there is still deliberation regarding how they affect physiological and behavioral aspects of health, especially in WAR.

In pregnant WAR, El-Sayed *et al.* (2014) assessed the teratogenic potential of diclofenac potassium. Along with higher fetal resorption rates, the study found significant reductions in litter size, weight, and length. Changes in body color are one of the physical signs of NSAID exposure in WAR. Because NSAIDs have an impact on inflammatory pathways, they may have an effect on pigmentation. For instance, prior research has demonstrated that extended use of NSAIDs, such as ibuprofen, can change the color of an animal's skin (Garcia *et al.*, 2023). Following NSAID exposure, WARs' body color changes may be a sign of pigmentation changes. Though WAR have white skin due to a lack of melanin, NSAIDs can still change skin tone. Research has demonstrated that in animal models, NSAIDs such as diclofenac can affect the formation of melanin and skin pigmentation (Garcia *et al.*, 2023). Given that NSAIDs have been linked to few instances of skin pigmentation changes in clinical settings, this finding in

rats may have complications on people (Nguyen *et al.*, 2020).

In animal models, NSAID exposure has also been linked to alterations in body size. Growth delay or decreased body size could be signs of possible developmental complications. Significant development retardation was noted by Patel and Martinez (2020) in albino rats given NSAIDs such as piroxicam and diclofenac.

2. MATERIALS AND METHOD

2.1 STUDY DESIGN

Eight [8] groups, totaling forty (40) Albino Wistar rats, were utilized in this investigation. Five 80–100g rats per cage were used; the heavier rats received combination medicines, whereas the smaller rats received a single dose.

- For seven days, Group 1 (Control) was given unlimited access to food and water.
- For seven days, Group 2 was gavaged with distilled water, feed, and 400 mg/kg of Diclofenac.
- For seven days, rats in Group 3 were gavaged with 400 mg/kg of ibuprofen every day.
- For seven days, Group 4 was gavaged with distilled water, feed, and piroxicam (20 mg/kg).
- For seven days, Group 5 was gavaged with distilled water, feed, 400 mg/kg of Diclofenac, and 400 mg of Ibuprofen.
- For seven days, Group 6 was gavaged with distilled water, feed, 400 mg/kg of Diclofenac, and 20 mg/kg of Piroxicam.
- For seven days, Group 7 was gavaged with distilled water, feed, 400 mg/kg of Ibuprofen, and 20 mg/kg of Piroxicam.
- Group 8 received distilled water gavage, feed, 400 mg/kg of Ibuprofen, 400 mg/kg of Diclofenac, and 20 mg/kg of Piroxicam for seven days.

2.2 STUDY AREA

The temperature range for this experiment was 34.3–37.7°C, with a humidity of 50 + 5%, at the Rivers State University Animal House in Port Harcourt, State. The methods used in the experiments were in accordance with institutional and national ethics and practices regarding the use and care of laboratory animals.

Medications

400 mg of Ibuprofen

400 mg of Diclofenac

20 mg of piroxicam

2.3 STUDY POPULATION

Although they are less frequently employed for research than mice, albino rats, also known as lab rats, are members of the subspecies *Rattus norvegicus domestica* that are grown and maintained for scientific purposes. Rats are used as crucial animal models in biochemical and psychological scientific studies.

Because albino rats would consume any food that people would ordinarily eat, they are employed in experimental procedures. Their digestive systems resemble those of humans. These animals are compact, tidy, kind, and simple to keep in cages. They can be used as a tool to determine pathologic and epidemiologic consequences in humans, and they are a safe and easy way to transmit illness to humans.

2.3.1 Laboratory Animals

The Albino rats (animals) were purchased from River State University animal farm Port Harcourt Rivers State and were maintained and obtained in a man-selfly made house facility. They were maintained in a 12-h/12-h light/dark cycles; kept in a metabolic cages at $22 \pm 2^\circ\text{C}$ with a humidity of $55 \pm 5\%$. In the course of their maintenance they had liberal access to water and rat chow (food) and libatum.

The acclimatization of the Albino rats lasted for 7 days before their exposure to the administration of the drugs orally. Initial weight observed was 80 – 100g.

2.4 DRUGS

2.4.1 Ibuprofen Tablet

400 mg of ibuprofen was bought. Cipla Limited produced the medication under the trade name ibugesic-200.

2.4.2 Diclofenac Sodium Tablet

400 mg of diclofenac. Cipla Limited produced the medication under the Reactin brand.

2.4.3 Piroxicam (felvin) Tablet

20 mg piroxicam tablet. Yangzhou No 3 Pharmaceutical Co. Limited produced the medication under the Feldene brand.

2.5 PREPARATION OF DRUGS

Ibuprofen was prepared by diluting 400 mg of the drug into 10 milliliters of water (H₂O) for every albino rat, given orally via a gavage tube for a period of seven days. To prepare Diclofenac, 400 mg of Diclofenac sodium were diluted into 10 milliliters of water (H₂O) and given orally via a cannula to each albino rat for a period of seven days. To prepare Piroxicam, 20 mg was diluted into 10 ml of water (H₂O) and given orally via a cannula to each albino rat for a period of seven days.

2.6 TREATMENT PROTOCOLS

2.7

Table 1 Rat Grouping and Administration

Group n=8	Treatment	Administration	Duration
Group 1 (control)	Feeds + Water	Orally	7 days
Group 2	Feeds+Water+Diclofenac	Orally	7 days
Group 3	Feeds+Water+Ibuprofen	Orally	7 days
Group 4	Feeds+Water+Piroxicam	Orally	7 days
Group 5	Feeds+Water+Diclofenac+Ibuprofen	Orally	7 days
Group 6	Feeds+Water+Diclofenac+Piroxicam	Orally	7 days
Group 7	Feeds+Water+Ibuprofen+Piroxicam	Orally	7 days
Group 8	Feeds+Water+Piroxicam+Ibuprofen+Diclofenac	Orally	7 days

RESULTS

PHYSICAL OBSERVATION (MACROSCOPIC)

CONTROL GROUP

The adult albino rats showed no changes in their body colour, they had normal eating habit and their motile expression was normal, they were seldom strong and not too smart.

TREATED GROUP

The G2 (Diclofenac treated), G3 (Ibuprofen treated) and G4 (Piroxicam) rats showed a little reduction in their eating which caused a reduction in motility, they were also not too smart and were seldom strong.

The G5 (Diclofenac & Ibuprofen), G6 (Diclofenac & Piroxicam) and G7 (Ibuprofen & Piroxicam) rats showed a notable level of reduction in their feeding also as there was a little reduction in size as compared to the formal group, they also showed a reduction in their motility and smartness. The G8 (Diclofenac, Ibuprofen & Piroxicam) rats had a slight change of body colour after the study to pale yellow, the also showed a very high level of reduction in their body size, their feeding habit, smartness and overall motility.

DISCUSSION

External examination of physiological and behavioral changes in test subjects throughout an experiment is known as physical observation, or macroscopic examination. The results of this investigation show that giving WAR NSAIDs such as piroxicam, ibuprofen, and diclofenac caused a number of morphological and physiological alterations. To assess the effects of Diclofenac, Ibuprofen, and Piroxicam separately and in combination on the general health, motility, feeding behavior, and physical condition of the WAR, the study separated the rats into various groups. In order to ascertain how these NSAIDs affect regular physiological processes, the macroscopic examination concentrates on alterations in feeding behavior, body size, motility, and color.

A comparison framework for evaluating the magnitude of these changes is provided by observations made of both the treatment and control groups.

The control group was used as the baseline as they were not exposed to NSAIDs. These WAR continued to feed normally, moved normally, and displayed no appreciable changes in behavior or appearance. Throughout the trial, their body size, color, and activity levels stayed consistent, making them a reliable benchmark for evaluating the impacts seen in the treated groups. These results are consistent with earlier studies showing the physiological and metabolic stability of animals that were not exposed. According to Adeyemi *et al.* (2018), under carefully monitored circumstances, healthy albino rats retained constant feeding habits, activity levels, and pigmentation.

These inferences are further supported by the control group which physical observations, show no underlying medical issues or external stressors. Further background is provided by contrasting these findings with those of earlier research, such as those conducted by Fernandes *et al.* (2020), Jones *et al.* (2019), Smith and Lee (2021), and Brown *et al.* (2023). In rodent models, the group's steady motility, typical eating patterns, and stable body color are all recognized markers of general health. The results of Raji *et al.* (2018), which emphasize that untreated rats generally maintain normal physiological and behavioral parameters in experimental settings, are in line with this. The effects of piroxicam, ibuprofen, and diclofenac

given alone and in combination on Wistar rats were examined by Umoh *et al.* (2022), who found no discernible variations in liver appearance across treatment groups.

Groups G2 (treated with diclofenac), G3 (treated with ibuprofen), and G4 (treated with piroxicam) showed a modest decrease in feeding behavior, which in turn caused a slight decline in motility. Gastrointestinal complications brought on by NSAIDs, a well-researched adverse effect in both clinical and experimental trials, could be the cause of this impact. Studies looking at how NSAIDs affect feeding behavior, activity levels, and overall reactivity in animal models have found similar results (Gomez *et al.*, 2021; Patel & Khan, 2020).

In comparison to the control group, the treated rats were found to be weaker, less active, and less sensitive. They didn't show any significant physical alterations, although the decrease in food consumption caused a slight drop in their general energy and mobility. According to earlier research, NSAIDs can harm and inflame the stomach mucosa, which can result in discomfort and decreased appetite (Lanas & Chan, 2017). Additionally, NSAID-induced oxidative stress and mitochondrial dysfunction may be connected to the observed decrease in motility and responsiveness. These conditions can affect the production of cellular energy and general vitality (Bessone, 2010).

The idea that Diclofenac, Ibuprofen, and Piroxicam may contribute to subtle but significant physiological and behavioral alterations is further supported by research by Lee and Johnson (2018) and Brown *et al.* (2023), which demonstrates that NSAIDs can adversely affect cognitive function and physical strength in animal models. The decrease in feeding patterns and motility after NSAID medication is consistent with earlier research showing that NSAIDs can affect the gastrointestinal tract, frequently decreasing hunger as a result of irritation or discomfort (Tomic *et al.*, 2020). Furthermore, NSAID-induced muscular stiffness and lethargy, which have been noted in rat models, may be the cause of the decrease in motility and cognitive alertness seen in these groups (Adebayo *et al.*, 2021).

In WAR, NSAIDs like Piroxicam, Ibuprofen, and Diclofenac have been linked to gastrointestinal adverse effects, including anorexia (Ogochukwu *et al.*, 2021). The observed lethargy and decreased motility may be explained by a decrease in energy availability brought on by a drop in feeding behavior (Bello *et al.*, 2019). These results further emphasize the possible negative impacts of NSAID exposure on WAR physiological and behavioral parameters, even at moderate dosages. In comparison to the single-drug groups, the combination medication treatments in Groups G5 (Diclofenac & Ibuprofen), G6 (Diclofenac & Piroxicam), and G7 (Ibuprofen & Piroxicam) caused a more marked fall in feeding behavior, which in turn led to notable reductions in body size.

These groups also exhibited a marked decrease in motility and alertness, suggesting a cumulative effect of the combined NSAIDs. The WAR displayed weaker physical strength and delayed responsiveness, indicating a heightened systemic impact. Prolonged NSAID use has been shown to impair hepatic and renal function (Bjarnason *et al.*, 2018), potentially leading to systemic effects such as reduced energy metabolism and weight loss. Additionally, NSAID-induced alterations in gut microbiota, which play a critical role in nutrient absorption and energy homeostasis, may contribute to these physiological changes (Morris *et al.*, 2016). These findings are consistent with previous research on the effects of medications, including NSAIDs, on feeding behavior, growth, and motility in animal models (Sanchez *et al.*, 2022; Patel & Lee, 2021).

The observed decreases in eating, body size, and general alertness raise the possibility that these effects could be made worse by higher dosages or longer-term usage of these medications. Rats given prolonged NSAID treatment showed comparable dose-dependent decreases in body weight and activity levels, according to Johari *et al.* (2022). The cumulative or larger dosages of the combined medications may be the cause of the heightened systemic effects in these groups, which would be consistent with the known dose-dependent adverse effects of NSAIDs (Muhammad *et al.*, 2020). This emphasizes even more the dangers of long-term or high-dose NSAID use, which can have a major effect on energy levels, motility, and general physiological function.

The most severe side effects were seen in Triple Drug Treatment Group G8 (Diclofenac, Ibuprofen, and Piroxicam), which was distinguished by a substantial decrease in feeding and consequent weight loss. There was a noticeable pale-yellow discoloration of the body, which could indicate changes in metabolism or physiology. Compared to all other groups, these WAR showed the greatest degree of motility decrease, appearing incredibly weak, lethargic, and barely responsive. Chronic NSAID toxicity studies have shown that the pale tint may be a sign of liver malfunction or hemolytic anemia (Singh *et al.*, 2019). Hepatotoxicity, which is mainly caused by oxidative stress, mitochondrial dysfunction, and hepatocyte death, is still a well-known side effect of long-term NSAID use (Kang *et al.*, 2020). This emphasizes how using NSAIDs carries a significant risk of liver damage.

Reactive intermediates produced by NSAID metabolism by cytochrome P450 enzymes lead to hepatocellular damage and compromised liver function (Holt & Ju, 2010; O'Connor *et al.*, 2003; Meunier & Larrey, 2018). Additionally, renal impairment brought on by NSAIDs might upset metabolic homeostasis and fluid balance, making weight loss and low energy levels worse (Perazella, 2011). These results are consistent with earlier research examining how pharmacological drugs, such as NSAIDs, affect development, pigmentation, and general health in animal models (Garcia *et al.*, 2023; Patel & Martinez, 2020). Pale-yellow discoloration IN G8 could indicate jaundice or other liver-related issues, which are frequently linked to long-term NSAID use (Aronson, 2020). The sharp decline in body size, motility, and eating behavior in this group highlights how long-term high-dose NSAID exposure can seriously affect metabolic processes, resulting in decreased motor activity and general weakness (Johnson *et al.*, 2018). This is symptomatic of systemic toxicity. Albino rats' rare occurrence of skin and fur discoloration raises the possibility of underlying liver or kidney disease, two known side effects of long-term NSAID usage (Bashir *et al.*, 2019). These findings are in line with research showing that excessive NSAID dosages can cause serious physiological changes, such as organ damage and decreased physical activity (El-Kenawy *et al.*, 2023).

The seriousness of the effects in Group G8 emphasizes the possible dangers of high-dose or protracted NSAID administration in experimental models, highlighting the necessity of cautious dosage and close observation in long-term research. In general, NSAIDs decrease prostaglandin synthesis by inhibiting cyclooxygenase (COX) enzymes, which is crucial for preserving the integrity of the gastrointestinal mucosa. Ulceration, discomfort, and decreased food intake may result from this (Wallace, 2019).

Xu *et al.*, 2023, provide additional support for this, confirming that NSAIDs may result in gastrointestinal, hepatic, and metabolic problems in mice, which show up as altered behavior, decreased motility, and changes in body size.

CONCLUSION

After being exposed to NSAIDs, albino rats' behavior and health show a dose-dependent effect, in line with the macroscopic observations. While combination therapies produced more noticeable declines in general well-being, single-drug treatments only produced modest reductions in eating, motility, and activity. Triple-drug delivery caused the most severe impairments, including changes in body color, which may indicate cumulative toxicity. These results highlight the need for more study on the long-term health impacts of NSAIDs by offering insightful information about their physiological and behavioral effects. Assessing the dangers for human NSAID use may be made easier by comprehending these effects in animal models, especially with regard to changes in appetite, growth abnormalities, pigmentation, and cognitive deficits.

RECOMMENDATION

To reduce health hazards, NSAIDs should be used carefully, especially when combined with other medications. To avoid cumulative toxicity, medical professionals must keep an eye on patients and control dosages. Long-term physiological and behavioral impacts require more investigation, with results from animal studies guiding possible human dangers. Investigating different approaches to pain management can lessen reliance on NSAIDs and the related health issues.

THE EVOLUTION OF BIOTECHNOLOGIES IN THE FOOD INDUSTRY: IMPACT ON SOLVING GLOBAL FOOD CHALLENGES

Madalina Alexandra DAVIDESCU¹

Alexandru USTUROI¹

¹” Ion Ionescu de la Brad” Iasi University of Life Sciences, Mihail Sadoveanu Alley, no. 3,
700490, Iasi, Romania

Corresponding author email: mada.davidescu@gmail.com, madalina.davidescu@iuls.ro

Abstract

Biotechnology has revolutionized the food industry by enhancing food production, improving nutritional content, and ensuring sustainability. With a growing global population, the demand for food continues to rise, making biotechnological advancements essential in addressing food security and sustainability issues. This paper explores the evolution of biotechnologies in the food industry and their role in solving global food challenges.

The Evolution of Food Biotechnology

Biotechnology in the food industry has evolved significantly, from traditional fermentation techniques to modern genetic engineering and synthetic biology. Key advancements include:

1. **Traditional Fermentation (Pre-Industrial Era):** Used for thousands of years to produce bread, cheese, and alcoholic beverages.
2. **Green Revolution (20th Century):** Introduced high-yield crops and improved agricultural techniques.
3. **Genetic Modification (1990s-Present):** Enabled the development of genetically modified organisms (GMOs) for pest resistance and increased productivity.
4. **CRISPR and Synthetic Biology (21st Century):** Allow precise gene editing to enhance food quality and sustainability.

Impact on Global Food Challenges

Biotechnologies contribute to solving global food challenges through several mechanisms:

1. **Enhanced Crop Yield:** GMOs and gene editing technologies increase productivity, reducing the risk of food shortages (Qaim, 2020).
2. **Improved Nutritional Content:** Biofortification enhances essential nutrients in staple crops (Bouis et al., 2019).
3. **Climate Resilience:** Drought-resistant and pest-resistant crops reduce the impact of climate change on agriculture (Zaidi et al., 2019).
4. **Sustainable Food Production:** Lab-grown meat and alternative proteins address ethical and environmental concerns (Post, 2012).
5. **Reduction of Food Waste:** Biopreservation techniques extend shelf life and reduce food spoilage (Kumar et al., 2020).

Table 1. Key biotechnological innovations in food industry

Technology	Application	Impact
1. GMOs	Pest-resistant crops	Increased yield, reduced pesticide use
2. CRISPR	Precision gene editing	Enhanced nutritional value, disease resistance
3. Lab-grown Meat	Cultured meat production	Sustainable protein source, ethical benefits
4. Biofortification	Nutrient enhancement	Reduction of malnutrition
5. Fermentation Technology	Probiotics, food preservation	Improved gut health, longer shelf life

Challenges and Ethical Considerations

Despite their benefits, biotechnologies face ethical, regulatory, and consumer acceptance challenges. Concerns regarding GMOs, genetic modification ethics, and ecological impacts require transparent regulations and public awareness (Frewer et al., 2013).

Conclusion

Biotechnology continues to transform the food industry, addressing pressing global food challenges. Through innovations like genetic engineering, synthetic biology, and biofortification, these advancements improve food security, sustainability, and nutritional quality. However, responsible implementation and regulatory frameworks are essential to maximize benefits while addressing ethical concerns.

References

1. Bouis, H. E., et al. (2019). "Biofortification: A Sustainable Agricultural Strategy for Reducing Micronutrient Malnutrition in the Global South." *Frontiers in Nutrition*, 6, 266.
2. Frewer, L. J., et al. (2013). "Public perceptions of agri-food applications of genetic modification: A systematic review and meta-analysis." *Trends in Food Science & Technology*, 30(2), 142-152.
3. Kumar, Y., et al. (2020). "Edible coatings: A novel strategy for extending shelf life and preserving the quality of fresh-cut fruits and vegetables." *Food Control*, 118, 107328.
4. Post, M. J. (2012). "Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects." *Meat Science*, 92(3), 297-301.
5. Qaim, M. (2020). "Role of genetically modified crops for food security and sustainable agriculture in the Global South." *Global Food Security*, 26, 100413.
6. Zaidi, S. S.-E.-A., et al. (2019). "Engineering crops for drought resistance by CRISPR-Cas technology." *Genome Biology*, 20, 17.
7. Thompson, P. B. (2021). "Ethical issues in agricultural biotechnology." *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 34(2), 125-140.
8. Huang, J., et al. (2017). "Benefits and risks of agricultural biotechnology: A broad perspective." *Sustainability*, 9(2), 209.
9. Godfray, H. C. J., et al. (2010). "Food security: The challenge of feeding 9 billion people." *Science*, 327(5967), 812-818.
10. Mattoo, A. K., & Handa, A. K. (2020). "Biotechnological advancements to enhance crop productivity and stress tolerance." *Current Opinion in Biotechnology*, 61, 103-110.

**IMPACT OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI ON GROWTH
PARAMETERS OF THYME (*Origanum onites* L.) UNDER DROUGHT STRESS**

Mina Najafi^{1*}

Burçin Çokuysal²

Younes Rezaee Danesh³

¹PhD Graduated, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Ege University, Turkey; ORCID: 0000-0003-3973-0695.

² Prof. Dr., Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Ege University, Turkey; ORCID: 0000-0003-2546-1578. ³ Prof. Dr., Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Van Yuzuncu Yil University, Van, Türkiye; ORCID: 0000-0003-1060-0264. *Corresponding email: minanajafi.agri@gmail.com

Abstract

Thyme (*Origanum onites* L.) is a perennial herb widely cultivated for its medicinal, cosmetic, and culinary applications. It exhibits antioxidant and antimicrobial properties and is traditionally used as a raw medicinal ingredient, pain reliever, sedative, and general oral antiseptic for treating respiratory diseases, hypertension, and high cholesterol. Drought is a major environmental stressor that significantly impacts the quality and yield of cultivated thyme. Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) establish a symbiotic relationship with plant roots, enhancing growth and increasing tolerance to abiotic stresses such as salinity, drought, and high temperatures. This study investigates the impact of AMF inoculation on growth parameters of thyme under drought stress conditions. Irrigation levels (100%, 75%, 50%, and 25%) and mycorrhizal inoculation (with and without AMF). The results demonstrated that fresh and dry biomass significantly increased in AMF-inoculated plants compared to non-inoculated ones, confirming the beneficial effects of AMF.

Key words: Thyme, *Origanum onites* L, irrigation levels, drought stress, Arbuscular Mycorrhizal Fungus, growth parameters.

Introduction

Thyme (*Origanum onites* L.), one of the most diverse and economically significant plant species in Türkiye, belongs to the Lamiaceae family, which is widely distributed across the world, particularly in North-West Asia and the Mediterranean region. Lamiaceae species can grow in almost all habitat types and altitudes (Watson and Dallwitz, 1988). This family comprises approximately 236 genera and more than 7,000 species, of which 45 genera, 565 species, and 735 taxa are found in Türkiye (Berry, 2013). Lamiaceae is the family with the highest number of endemic species in Türkiye, with an endemism rate of 45% (Güner et al., 2000). Türkiye is an important gene center for Lamiaceae species, which have been used in traditional medicine for centuries (Özkan and Soy, 2007).

Lamiaceae plants and spices constitute a significant portion of Türkiye's agricultural exports, contributing substantially to global trade. Among the *Origanum* species, *Origanum onites* L. is known worldwide as "Turkish thyme." Türkiye is one of the leading exporters of thyme, accounting for 50% of global thyme trade, with the majority of production sourced from the Mediterranean phytogeographic region. *O. onites* L. is primarily distributed in Sicily, Greece, and Türkiye, comprising 43 species and 18 hybrids in the Eastern Mediterranean region (Davis et al., 1982). In Türkiye, it is cultivated in Balıkesir, Manisa, Uşak, İzmir, Muğla, Aydın, Denizli, Antalya, and Isparta (Baytop, 2021).

Thyme is a perennial herbaceous plant that has been cultivated for medicinal, cosmetic, and culinary purposes for centuries (Aykaç et al., 2022). It is consumed in both fresh and dried forms as a spice and herbal tea (Eruygur et al., 2017). It possesses antioxidant and antimicrobial properties (Demirci et al., 2022) and is used as a raw material in the treatment of respiratory diseases, hypertension, and high cholesterol, as well as an analgesic, sedative, and general oral antiseptic (Tepe et al., 2016). The essential oil of *O. onites* L. and its major component, carvacrol, have been identified as potential pharmaceutical candidates for cancer treatment (Becer et al., 2022).

In traditional medicine, thyme is utilized as a tonic, antiseptic, antitussive, and carminative. It is also used in the treatment of colds, pharmaceutical and cosmetic industries, perfume production, food preservation, and as a flavoring agent (Iauk et al., 2015). The essential oils obtained from thyme shoots and leaves mainly contain monoterpenes and sesquiterpenes, with thymol, carvacrol, p-cymene, and γ -terpinene being the primary components (Pirbalouti et al., 2014).

Drought is one of the most significant threats to plants and agriculture. Cultivated thyme is exposed to various environmental stresses that limit its quality and yield potential. These stresses can be classified as either biotic (e.g., infections caused by pathogens and damage from herbivores, including insects and microorganisms) or abiotic (e.g., temperature fluctuations, drought, high soil salinity, chilling, heat stress, and UV radiation) (Stevens et al., 2006). In thyme, drought can induce substantial changes in metabolite yield and composition (Bettaieb et al., 2009). Drought symptoms are characterized by plant wilting, reduced net photosynthesis rate, stomatal conductance, water use efficiency, relative water content, and total chlorophyll content. Climate change has significantly altered precipitation patterns over the years, exacerbating drought conditions, particularly in ecologically sensitive regions of the world. The response of plants to water stress is regulated by both genetic and environmental factors (Ashrafi et al., 2022).

During drought stress, relative water content is the key parameter for assessing plant water status (Amin et al., 2022; Puangbut et al., 2022; Alves et al., 2021). Water stress affects

not only the osmotic potential of plants but also stomatal opening, which in turn influences photosynthetic efficiency. The reduction in photosynthetic efficiency under water stress conditions is attributed to decreased chlorophyll content (Yousefi et al., 2020). Under prolonged drought conditions, stomata close to prevent water loss, blocking CO₂ entry required for photosynthesis and ultimately leading to chlorophyll degradation. Consequently, leaves turn yellow due to the dominance of carotenoids over chlorophyll pigments (Biareh et al., 2022).

For medicinal and aromatic plants, severe water stress occurring before the flowering stage (vegetative period) results in shorter plants with smaller leaf areas, as observed in *Mentha*, *Achillea*, *Calendula*, and *Melissa* species (Elansary et al., 2019; Gharibi et al., 2016; Ghadyeh et al., 2019; Ahmadi et al., 2019). The reduction in leaf area leads to decreased organic matter production due to lower photosynthetic efficiency (Tripathi et al., 2018). However, some plants, such as thyme, have developed drought resistance and acclimation mechanisms (Kapoor et al., 2020). Despite this, plants continuously encounter abiotic stresses, which impact them at morphological, physiological, biochemical, and metabolic levels (Mansinhos et al., 2022). According to climate change models, the Mediterranean Basin is one of the regions most vulnerable to increasing drought events (Tramblay et al., 2020). Drought is a major factor that restricts plant growth and can lead to severe or fatal consequences. Water constitutes 80–90% of plant biomass and plays a crucial role in key physiological functions such as growth and photosynthesis (Pradhan et al., 2020).

Salinity and drought are among the most pressing challenges in arid and semi-arid regions, including Türkiye. For medicinal and aromatic plants, drought can significantly alter metabolite yield and composition. To enhance agricultural productivity in water-scarce regions without exerting excessive pressure on ecosystems, improving water use efficiency in agriculture is essential. This highlights the urgent need for strategic water resource management. Plants have developed avoidance and tolerance strategies to cope with drought conditions.

Although plants possess intrinsic defense mechanisms against stress, they also grow in association with soil microorganisms that can alleviate stress symptoms. Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), which form symbiotic relationships with plant roots, not only promote plant growth but also enhance plant tolerance to abiotic stresses such as salinity (Abbaspour, 2010), drought (Navarro et al., 2011), and temperature stress (Xiancan et al., 2010). AMF support plant growth even under biotic and abiotic stress conditions (Porcel and Ruiz-Lozano, 2004) through a complex communication network between the host plant and the fungus (Harrier, 2001). Numerous studies have demonstrated the role of AMF in improving plant tolerance to various stress factors, including drought, heat, salinity, heavy metals, and even diseases (Waller et al., 2005; Rodriguez et al., 2008). The symbiotic interactions between plants and AMF are agriculturally and ecologically significant (Indrasumunar, 2007), with the effects depending on the specific plant-AMF interaction and bioactive compounds involved (Tarraf et al., 2015). Evaluations of yield performance under water-limiting conditions and AMF-mediated damage mitigation indicate that AMF offer a sustainable solution for crop production in arid climates (Gholamhoseini et al., 2013). Studies on AMF-plant relationships in Lamiaceae species include *Thymus granatensis* (Navarro-Fernandez et al., 2011), *Thymus polytrichus* (Whitfield et al., 2004), *Lavandula multifida* (Bakkali Yakhlef et al., 2011), *Lavandula stoechas*, *Lavandula dentata*, *Lavandula multifida* (Ouahmane et al., 2006), and *Rosmarinus officinalis* (Camprubi et al., 2013).

The present study aims to evaluate the effects of AMF on growth parameters uptake of

the host plant (*Origanum onites* L.) under drought stress conditions.

Materials and methods

Origanum onites L. seeds were obtained from the Aegean Agricultural Research Institute. The arbuscular mycorrhizal fungus (*Funneliformis mosseae*) was supplied by Prof. Dr. Younes Rezaee Danesh. The research was conducted in the laboratories of the Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Ege University, in 2020-2022. The factorial planned trial was established in a randomized plot design. Drought stress (four levels) and mycorrhizal fungi (two levels, mycorrhizal and non-mycorrhizal) factorial experiment-based study, randomized plots experimental design, controlled greenhouse conditions, three replications and a total of 24 plots:

- 1 -Plant + irrigation level 25% + without mycorrhiza
- 2 -Plant + irrigation level 25% + mycorrhiza
- 3 -Plant + irrigation level 50% + without mycorrhiza
- 4 -Plant + irrigation level 50% + mycorrhiza
- 5 -Plant + irrigation level 75% + without mycorrhiza
- 6 -Plant + irrigation level 75% + mycorrhiza
- 7 -Plant + irrigation level 100% + without mycorrhiza
- 8 -Plant + irrigation level 100% + mycorrhiza

Thyme (*Origanum onites* L.) seeds were obtained from the Aegean Agricultural Research Institute, weighed, and sown in pots. To prevent rapid water loss, vermiculite was incorporated into the growing medium. The moisture levels of the medium were monitored daily under greenhouse conditions for one month. Subsequently, two 300 g pots per treatment were transferred into 1 kg pots, with the remaining volume (400 g) filled with sterilized sand, resulting in a total of 24 pots (1 kg each). The initial six replications were thus reduced to three.

To facilitate the establishment and colonization of the arbuscular mycorrhizal fungus, the plants received only water for approximately 45 days. Once the plants reached a certain growth stage, Hoagland's nutrient solution was applied twice a week. On the 90th day, plants were harvested for the assessment of growth and yield parameters. Plant yield and growth parameters were measured as plant fresh and dry weight.

Data for each parameter were statistically analyzed with STAT GRAPHICS version 17 software. One-way and two-way analysis of variance was performed on the examined factors and their interactions at the 1% level.

Results

Fresh weight

Analysis of Variance was performed on the effects of irrigation levels and AM fungus inoculation on plant fresh weight and the results are given in table 1.

Table 1. Analysis of Variance for the effects of irrigation levels and AM fungus inoculation on plant fresh weight.

SOV	df	MS
Irrigation Level (A)	3	56.74 ^{**}
AM Inoculation (B)	1	32.18 ^{**}
A × B	3	3.56 ^{ns}
Error	16	3.68
Total	23	

^{**}: significant at P<0.01

^{ns}: non-significant

The results of Analysis of Variance on the effects of irrigation levels and AMF inoculation on plant fresh weight (Table 1) showed that irrigation levels as well as AM fungus inoculation had a significant effect (P<0.01) on plant fresh weight. The interaction of these parameters had no significant effect. The highest and lowest means of plant fresh weights (22.97 g and 14.04 g) were observed at 100% irrigation level with AMF inoculation and at 25% irrigation level without AMF inoculation, respectively. In plants without AMF inoculation, it was observed that irrigation levels had a significant effect on plant fresh weight. As can be seen, the highest means of plant fresh weights could be obtained at 100% and 75% irrigation levels, while the lowest means of plant fresh weights could be observed at 25% and 50% irrigation levels. On the other hand, in plants inoculated with AMF, no significant difference was found between irrigation levels on plant fresh weight. This revealed that irrigation levels had no effect on plant fresh weight when plants were inoculated with mycorrhizae. Comparison of the same treatments showed that plant fresh weight parameter amounts were higher in inoculated plants than in uninoculated plants confirming the positive effects of AM inoculation on this plant parameter.

Dry weight

Analysis of Variance was performed on the effects of irrigation levels and AM fungus inoculation on plant dry weight and the results are given in Table 2.

Table 2. Analysis of Variance for the effects of irrigation levels and AM fungus inoculation on plant dry weight.

SOV	df	MS
Irrigation Level (A)	3	1.06 ^{ns}
AM Inoculation (B)	1	4.34 ^{ns}
A × B	3	0.18 ^{ns}
Error	16	0.54
Total	23	

^{ns}: non-significant

The results of Analysis of Variance on the effects of irrigation levels and AMF inoculation on plant dry weight (Table 2) showed that irrigation levels, AM fungus inoculation and their interaction had no significant effect (P<0.01) on plant dry weight. The highest and lowest means of plant dry weights (5.46 g and 3.88 g) were again observed at 100% irrigation level with AMF inoculation and at 25% irrigation level without AMF inoculation, similar to the

plant fresh weight parameter. It was revealed that irrigation levels did not have a significant effect on plant dry weight in plants without AMF inoculation and in plants inoculated with AMF fungus. As it is seen, the amounts of plant dry weight means were found to be similar at all irrigation levels. This means that mycorrhizal inoculation had no effect on plant dry weight parameter. Moreover, comparison of the same treatments showed that the amounts of plant dry weight parameter were higher in inoculated plants than in uninoculated plants, but not significantly.

Acknowledgement

This manuscript is a part of the first author's PhD thesis at EGE University, also, this study was carried out under the project "BAP ID: 22652" by financial support from EGE University, Izmir, Türkiye.

References

- Abbaspour, H. (2010). The effect of arbuscular mycorrhizal fungi on mineral nutrition and growth of soybean under salt stress. *Soil Science and Plant Nutrition*, 56(4), 579–588.
- Ahmadi, M., Siosemarde, M., & Jamei, R. (2019). Growth, physiological and biochemical responses of *Calendula officinalis* L. under drought stress. *Journal of Plant Nutrition*, 42(15), 1836–1846.
- Amin, B., Ali, Q., Mahmood, K., & Zahid, N. (2022). Impact of drought stress on physiological and biochemical attributes of wheat. *Journal of Plant Physiology*, 272, 153665.
- Alves, R. P., Araújo, A. C., & Souza, C. R. (2021). Physiological responses of plants to drought stress and their tolerance mechanisms. *Plant Science Today*, 8(1), 1–10.
- Aykaç, H., Acar, R., & Yıldız, S. (2022). An overview of thyme production and trade in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 46(2), 110–121.
- Bakkali Yakhlef, S. E., Belabid, L., & Benhamou, N. (2011). Mycorrhizal dependency of *Lavandula multifida* and its response to arbuscular mycorrhizal fungi under saline conditions. *African Journal of Biotechnology*, 10(56), 11941–11950.
- Baytop, T. (2021). *Türkiye’de Bitkilerle Tedavi (Geçmişte ve Bugün)*. Nobel Tıp Kitabevleri.
- Becer, E., Kabadayi, H., & Yildiz, S. (2022). Essential oil composition and anticancer properties of *Origanum onites* L. *Industrial Crops and Products*, 189, 115738.
- Berry, P. (2013). The global significance of the Lamiaceae family. *Botanical Review*, 79(4), 367–393.
- Bettaieb, I., Zakhama, N., Wannas, W. A., Kchouk, M. E., & Marzouk, B. (2009). Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. *Scientia Horticulturae*, 120(2), 271–275.
- Biareh, V., Shahriari, R., & Asgarian, N. (2022). The effect of drought stress on leaf pigments and photosynthetic parameters of *Thymus* species. *Environmental and Experimental Botany*, 200, 104912.
- Camprubi, A., Estaun, V., & Calvet, C. (2013). Growth and nutrient uptake responses of *Rosmarinus officinalis* to arbuscular mycorrhizal inoculation under water stress. *Mycorrhiza*, 23(1), 25–32.
- Davis, P. H., Mill, R. R., & Tan, K. (1982). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Vol. 7). Edinburgh University Press.
- Demirci, F., Demirci, B., & Başer, K. H. C. (2022). Chemical composition and antimicrobial activity of *Origanum onites* essential oil. *Journal of Essential Oil Research*, 34(1), 45–52.
- Elansary, H. O., Mahmoud, E. A., & Abdelgaleil, S. A. (2019). Physiological and metabolic responses of medicinal plants to drought stress. *Plants*, 8(10), 460.
- Eruygur, N., Şahin, U., & Yildirim, E. (2017). An evaluation of the Turkish thyme market: Production, trade, and future potential. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 41(3), 167–178.
- Ghadyeh, S., Tavakoli, A., & Karimi, N. (2019). Responses of *Achillea* species to drought stress: Morphophysiological and biochemical traits. *Plant Stress*, 1(2), 125–133.
- Gharibi, S., Tabatabaei, B. E. S., & Saeidi, G. (2016). Impact of drought stress on phytochemical traits of medicinal and aromatic plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 109, 189–202.
- Gholamhoseini, M., Ghalavand, A., & Dolatabadian, A. (2013). The impact of mycorrhizal fungi on growth, yield, and drought resistance of wheat. *Mycorrhiza*, 23(1), 183–194.

- Güner, A., Özhatay, N., & Duman, H. (2000). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. TÜBİTAK Yayınları.
- Harrier, L. A. (2001). The role of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable crop production. *Advances in Agronomy*, 72, 185–225.
- Iauk, L., Lo Bue, A. M., & Milazzo, I. (2015). Antimicrobial activity of thyme essential oils and their components. *Journal of Medicinal Plants Research*, 9(9), 276–283.
- Indrasumunar, A. (2007). The role of AMF in improving plant adaptation to environmental stresses. *Plant and Soil*, 297(1), 71–85.
- Kapoor, R., Bhardwaj, S., & Adholeya, A. (2020). Arbuscular mycorrhizal fungi in abiotic stress tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 11, 902.
- Mansinhos, T., Carvalho, M., & Martins, L. (2022). Drought stress responses in Mediterranean aromatic plants. *Journal of Plant Research*, 135(4), 789–805.
- Navarro, A., Torres, P., & Sanchez, J. (2011). Role of AMF in plant resistance to drought. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 140(3-4), 290–298.
- Navarro-Fernandez, C. M., Parra, M. J., & Azcón-Aguilar, C. (2011). Arbuscular mycorrhizal fungi and *Thymus granatensis* interactions under drought conditions. *Mycorrhiza*, 21(3), 209–217.
- Özkan, A. M., & Soy, O. (2007). Traditional uses of Lamiaceae species in Turkish folk medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, 114(3), 425–435.
- Ouahmane, L., Hafidi, M., & Kisa, M. (2006). Response of *Lavandula* species to AMF under drought conditions. *Mycorrhiza*, 16(3), 175–183.
- Pirbalouti, A. G., Salehi, S., & Craker, L. (2014). Essential oil composition of *Origanum* species. *Industrial Crops and Products*, 61, 211–218.
- Porcel, R., & Ruiz-Lozano, J. M. (2004). Arbuscular mycorrhizal fungi and plant tolerance to abiotic stress. *New Phytologist*, 165(3), 671–680.
- Pradhan, S., Yadav, S., & Mishra, S. (2020). Impact of drought stress on medicinal plants. *Environmental and Experimental Botany*, 180, 104221.
- Stevens, J., Jones, S., & Smith, R. (2006). Plant responses to drought stress: Physiological and biochemical perspectives. *Plant Biology*, 12(2), 125–138.
- Tarraf, W., Ruta, C., & Morone-Fortunato, I. (2015). The role of mycorrhizal fungi in plant stress tolerance. *Plant and Soil*, 387(1-2), 1–16.
- Tepe, B., Sokmen, A., & Daferera, D. (2016). Antioxidant properties of *Origanum onites* essential oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(11), 2355–2361.
- Tramblay, Y., Koutroulis, A., & Samaniego, L. (2020). Climate change and Mediterranean droughts. *Environmental Research Letters*, 15(10), 104024.
- Yousefi, M., Karami, S., & Shahriari, M. (2020). Drought stress effects on chlorophyll content in thyme species. *Photosynthetica*, 58(3), 665–673.

**ENHANCING ALFALFA (*Medicago sativa* L.) GERMINATION THROUGH
ULTRASONIC TREATMENTS: A NOVEL APPROACH**

Meric Balci ^{1*}

Mina Najafi²

¹Akdeniz University, Manavgat Vocational School, Department of Food Processing, Antalya ,
Türkiye .ORCID ID: 0000-0001-8916-070.

²PhD Graduated, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Ege
University, Turkey; ORCID: 0000-0003-3973-0695.

*Corresponding author: mericbalci@akdeniz.edu.tr.

Abstract

The application of ultrasound in biological processes has recently gained scientific interest. This study investigated the effects of ultrasonic stimulation on the germination of alfalfa seeds. Seeds were exposed to ultrasonic radiation in water at room temperature, with a frequency of 20 kHz and a power of 150 W. Exposure durations were 0 (control), 3, 6, 9, and 12 minutes. The experiment followed a completely randomized design (CRD) with four replications. The results indicated that ultrasonic treatment for 6 and 9 minutes had a statistically significant positive effect on seed germination and seedling growth.

Key words: ultrasound, germination, seedling growth, alfalfa

Introduction

Enhancing the quantity and quality of agricultural products through various methods is a critical aspect of modern agriculture. Scientists continuously explore innovative treatments to improve crop performance, with a particular focus on seed priming techniques. Numerous studies have demonstrated that seed priming enhances germination, seedling growth, and overall plant development. Various priming methods exist, all aiming to optimize germination and subsequently improve agricultural productivity.

Among these methods, biological treatments such as exposure to magnetic fields, radioactive rays, ultrasonic waves, and laser irradiation have gained attention. These approaches are particularly advantageous due to their environmental compatibility. Ultrasound, defined as a mechanical wave with a frequency above 20 kHz, has been explored for its potential to stimulate plant growth. The effects of ultrasonic treatment are attributed to increased molecular energy resulting from electron-phonon interactions, which can alter the state of substances and accelerate biochemical reactions. These properties have motivated researchers to apply ultrasound for improving seed germination and plant development (Phirke et al., 1996; Yaldagard et al., 2008).

Previous studies have reported the beneficial effects of ultrasonic treatment on various plant species. For instance, ultrasound exposure at a frequency of 22 kHz and a power of 150 W enhanced the germination energy and germination rate of carrot seeds (*Daucus carota* L.), with the most significant effect observed at a five-minute treatment duration (Toma et al., 2001). Similarly, ultrasound treatment improved seed germination, fresh weight, and shoot length in *Caragana arborescens*, *Gleditsia triacanthos*, *Laburnum anagyroides*, and *Robinia pseudoacacia* (Rubtsova, 1997; Toma et al., 2001).

Ultrasonication is widely utilized in biotechnological processes at the laboratory scale due to its simplicity and minimal requirement for sophisticated equipment or technical expertise. Ultrasound irradiation can modify the structure and function of biological molecules through mechanisms such as heat effects, chemical interactions, and cavitation-induced activities (Hebling & Silva, 1995). Additionally, ultrasonication can enhance the uptake of substances into seeds through mechanical effects, including shear stress generated by shock waves (Aladjadjiyan, 2002).

Despite the extensive application of sonication in seed treatment across various species, to the best of our knowledge, no scientific literature has specifically addressed the use of ultrasonic waves for stimulating the germination of alfalfa (*Medicago sativa* L.).

Therefore, this study aims to evaluate the effects of ultrasonic waves on alfalfa seed germination and seedling development.

Materials and Methods

This study was conducted at Akdeniz University, Manavgat Vocational School, Department of Food Processing, during the 2022–2023 period. The alfalfa seeds used in the experiment were obtained from the Plant Gene Bank of Turkey.

Before treatment, the seeds were surface sterilized with 5% sodium hypochlorite for five minutes to prevent contamination, followed by thorough rinsing with distilled water. The experiment was designed as a Completely Randomized Design (CRD) with four replications. Ultrasonic treatment was applied using a generator operating at 20 kHz with a power output of 150 W. The seeds, after soaking in water, were exposed to ultrasonic irradiation for 0 (control), 3, 6, 9, and 12 minutes.

Following ultrasonic treatment, the seeds from each treatment group were placed separately in Petri dishes lined with moist filter paper. Each treatment had four replications, with 100 seeds per replicate. Germination tests were conducted over a seven-day period, with germinated seeds counted and recorded daily. A seed was considered germinated when the radicle reached at least 2 mm in length. Moisture levels in the Petri dishes were maintained at constant saturation throughout the experiment.

To assess seedling growth, 30 germinated seeds from each treatment were randomly selected and transferred to plastic boxes with caps. These seeds were placed on moist filter paper, with four replications per treatment (10 seedlings per replicate). The seedlings were grown in these boxes for 10 days under controlled conditions.

Mean germination time (MGT) was calculated based on the following equation of Ellis and Roberts (1981):

$$MGT = \frac{\sum Dn}{\sum n}$$

Where n is the number of seed, which were germinated on day D, and D is number of days counted from the beginning of germination.

The germination index (GI) was calculated as described in the Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1983) by following formula:

$$GI = \frac{\text{No. of germinated seed}}{\text{Days of first count}} + \dots + \frac{\text{No. of germinated seed}}{\text{Days of final count}}$$

The time to 50% germination (T50) was calculated according to the following formula of Coolbear et al. (1984) modified by Farooq et al. (2005):

$$T_{50} = t_i + \frac{\{(N/2) - n_i\}(t_i - t_j)}{n_i - n_j}$$

Where N is the final number of germination and n_i , n_j cumulative number of seeds germinated by adjacent counts at times t_i and t_j when $n_i < N/2 < n_j$.

Experimental data was analyzed by a statistical packet SAS, version 6.12. Treatments means were compared using least significant test (LSD) at 5% level of probability.

Results and Discussion

Statically analysis of data showed that the treatment effect on all studied traits was significant ($p \leq 0.01$).

Table 1: Effect of different time irradiation of Ultrasonic waves on germination of alfalfa.

Treatments	Final Germination %	T ₅₀	MGT	GI	Seedling Dry weight (gr)
Control	92.50 b	3.85 ab	5.95 a	16.98 d	1.82 c
3 min	93.75 b	3.60 b	5.87 a	18.7 c	1.93 b
6 min	97.25 a	3.15 c	5.05 c	23.83 b	1.94 b
9 min	98.00 a	30.5 c	4.91 c	26.02 a	20.6 a
12 min	93.25 b	3.97 a	5.46 b	17.75 d	1.79 c

Values followed by the same letter did not differ significantly ($P < 0.05$) according to LSD test.

The highest final germination percentages were observed in the 6-minute (97.25%) and 9-minute (98%) ultrasonic treatments, both of which showed statistically significant differences compared to the other treatments. However, the difference between these two treatments was not significant (Table 1).

The shortest time to reach 50% germination (T₅₀) was recorded in the 6-minute and 9-minute treatments (Table 1). Similarly, these treatments exhibited the lowest mean germination time (MGT), with significant differences compared to the other treatments (Table 1).

The highest germination index (GI) and seedling dry weight were achieved in seeds treated with ultrasound for 9 minutes (Table 1).

The results of this study showed exposed to ultrasonic waves can led to enhance of germination and seedling growth. Of course this is influenced by the radiation exposure time. The intensity and wave power are also effective in this regard.

References

- Baki, A.A. and J.D. Anderson. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. *Crop Sci.* 13: 630-633.
- Aladjadjiyan, A. 2002. Increasing carrot seeds (*Daucus carota* L.) cv. Nantes, viability through ultrasound treatment. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 8:469-472.
- Ellis, R. A. and E.H. Roberts, 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Sci. and Technol.*, 9:373-409.
- Farooq, M., S.M.A. Basra, K. Hafeez and N. Ahmad. 2005. Thermal hardening: a new seed vigor enhancement tool in rice. *Acta Botanica Sinica.* 47, 187–193.
- Hebling, S. and W. Silva. 1995. Effects of low intensity ultrasound on the germination of corn (*Zea mays* L.) under different water availabilities. *Sci. Agric.* 52(3):514-520.
- Rubtsova, I. D. 1997. Effect of Ultrasound on the Germination of the Seeds and on Productivity of Fodder Beans, *Biofizika.* 12: 3, 489-492.
- Phirke, P., A. Kubde, S. Umbarkar. 1996. The influence of magnetic field on plant growth. *Seed science and technology*, 24:2, 375-392.
- Toma, M., M. Vinatoru, L. Paniwnyk and T. J. Mason. 2001. Investigation of the effects of ultrasound on vegetal tissues during solvent extraction, *ultrason. Sonoch, Bulg. J. Biol.* 8:137-142.
- Yaldagard, M., S. M. Mortazavi and F. Tabatabaie. 2008. Effect of Ultrasonic power on the activity of barley's alpha-amylase from post-sowing treated of seeds. *Word Appl. Sci. J.*, 3(1):91-95.

**EFFECT OF *Glomus intraradices* APPLICATIONS ON PHOTOSYNTHETIC
PIGMENTS RESPONSES OF SAGE (*Salvia officinalis* L.) UNDER SALT STRESS**

Solmaz Najafi ^{1*}

Rüveyde Tunçtürk¹

Murat Tunçtürk¹

¹Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Van Yuzuncu Yil University, Van,
Türkiye;

solmaznajafi@yyu.edu.tr (ORCID: 0000-0003-1011-7184)

ruveydetunckturk@yyu.edu.tr (ORCID: 0000-0002-3759-8232)

murattunckturk@yyu.edu.tr (ORCID: 0000-0002-7995-0599)

*Correspondence: solmaznajafi@yyu.edu.tr

Abstract

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) play a crucial role in the majority of terrestrial ecosystems. Different AMF species exhibit varying propagation mechanisms and produce distinct types of propagules. This study aims to determine the effects of *Glomus intraradices* applications on photosynthetic pigments in medicinal sage (*Salvia officinalis* L.) cultivated under saline conditions. Research indicates that the application of *Glomus intraradices* effectively mitigates salt stress in *Salvia officinalis* by positively influencing key photosynthetic pigments processes. Consequently, *Glomus intraradices* utilization emerges as a promising strategy for optimizing sage production in saline environments.

Keywords: Soil salinity, *Salvia officinalis*, arbuscular mycorrhizal fungi, *Glomus intraradices*, photosynthetic pigments.

Introduction

Plants have long been integral to human life, providing food, shelter, fuel, and medicine. Historical records indicate that medicinal plants were used as early as 5000 BC (Göktaş and Gıdık, 2019). Turkey, with its rich flora of approximately 11,000 identified plant taxa, hosts around 500 species utilized in alternative medicine (Acıbuca and Budak, 2018; Türkan et al., 2006). Rising global living standards have led to an increased demand for medicinal and aromatic plants, widely used in pharmaceuticals, cosmetics, and food industries (Baytop, 1999; Bayraktar et al., 2017). Among these, medicinal sage (*Salvia officinalis* L.), first classified by Linnaeus in 1753, has gained commercial significance due to its essential oil, rich in monoterpenes, diterpenes, and triterpenes, offering antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, and other health benefits (Başer, 2002; Topçu, 2006; Miraj and Kiani, 2016). Its cultivation is expanding in Turkey, contributing significantly to exports (Güner et al., 2012; O'Leary and Moroni, 2016). However, environmental factors such as salinity pose challenges to its productivity. Salinity, a major abiotic stress factor, disrupts plant growth by limiting nutrient uptake, causing osmotic stress, and increasing reactive oxygen species that damage cellular structures (Ashraf and Bhatti, 2000; Parida and Das, 2005; Tambussi et al., 2000). It affects approximately 20% of global agricultural land, a figure projected to reach 50% in the next two decades if unaddressed (Hasanuzzaman et al., 2013; Rengasamy, 2010). Salinity-induced physiological changes include reduced photosynthesis, lower chlorophyll content, and increased lipid peroxidation, ultimately hindering growth and yield (Kalefetoğlu and Ekmekçi, 2005; Öztekin, 2009). To combat these adverse effects, plants adopt various adaptive mechanisms, including enhanced water uptake, ion regulation, and activation of antioxidant systems (Sheng et al., 2008; Zhu et al., 2004; Öztürk, 2015). Proline accumulation, an essential osmoprotectant, plays a key role in mitigating salt stress (Bayat et al., 2013).

One promising approach to enhancing plant resilience against salinity is the application of *Glomus intraradices*, an arbuscular mycorrhizal fungus that forms a symbiotic relationship with plant roots. It enhances nutrient and water uptake by extending root surface area through its hyphae while also improving resistance to abiotic stress (Smith and Read, 1997; Ruiz-Lozano, 2003). By increasing leaf relative water content and reducing oxidative stress markers such as malondialdehyde, *Glomus intraradices* helps mitigate the detrimental effects of salinity (Yıldız et al., 2010; Aydemir and Erez, 2010). Furthermore, it facilitates the uptake of essential minerals like phosphorus, iron, and zinc, contributing to overall plant health and growth (Marschner and Dell, 1994; Al-Karaki, 2000). Its role in regulating organic acid metabolism further enhances stress tolerance (Guo et al., 2010; Yang et al., 2007). Additionally, microbial applications, including *Glomus intraradices*, have been shown to increase secondary metabolite production, improving the commercial value of medicinal plants (Ruiz-Lozano, 2003; Sharma, 2003).

Salt accumulation in plant tissues disrupts cellular membranes and metabolic functions, limiting essential nutrient uptake and reducing growth. Plants counteract these effects through adaptive responses such as metabolite synthesis and protein activation. *Glomus intraradices* enhances stress resilience by improving root hydraulic conductivity, stabilizing osmotic balance, and increasing carbohydrate reserves, enabling better water absorption under saline conditions. Its application in agriculture not only boosts plant productivity but also reduces dependency on chemical inputs, offering an eco-friendly solution to salinity-related challenges (Es-Safi et al., 2007; Hatzig et al., 2010).

This study aims to evaluate the photosynthetic pigments responses of medicinal sage (*Salvia*

officinalis L.) under saline conditions following *Glomus intraradices* applications.

Materials and methods

This research was carried out in a fully controlled growth chamber at the Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Van Yuzuncu Yil University, in 2021. *Salvia officinalis* seeds were procured from the Medicinal and Aromatic Plants Garden of the same university. The *Glomus intraradices* strain, was sourced from the Plant Protection Department's culture collection at this institution. The experiment followed a factorial design incorporating two variables: salinity levels and *Glomus intraradices* inoculation, arranged in a completely randomized design with four repetitions. The *Glomus intraradices* inoculum contained 455 spores per gram of soil and was incorporated into pots at a proportion of 20% during seed planting. Seed sterilization was conducted by immersion in 95% ethanol for five minutes, followed by a five-minute soak in 3% hydrogen peroxide and thorough rinsing with distilled water (Öğütçü et al., 2010). Salinity stress was induced using NaCl solutions at different concentrations: S₀ (control), S₁ (50 mM), S₂ (100 mM), S₃ (150 mM), and S₄ (200 mM). Additionally, treatments with and without mycorrhizae were denoted as M₁ and M₀, respectively. Five sage seeds were sown in 500 cc plastic containers filled with a blend of 40% sand, 40% soil, and 20% mycorrhizal inoculum.

Results

Effect of mycorrhiza applications on some photosynthetic pigments responses of sage plant grown under salt stress conditions are shown in Table 1.

Table 1. Effect of mycorrhiza applications on some photosynthetic pigments parameters of sage plant grown under salt stress conditions.

Treatments		Leaf area (cm ²)	Chlorophyll a (µg/g TA)	Chlorophyll b (µg/g TA)	Total chlorophyll (µg/g TA)	Carotenoid (µg/g TA)
Salt doses	AMF					
Control (S ₀)	Control (M ₀)	18.73 ab	17.60 a	5.41 cde	21.42 bc	2.87 a
	AMF (M ₁)	14.79 bc	17.29 a	11.41 a	27.37 a	2.81 a
S₀ Mean		19.63 a	17.44 a	8.41 a	24.39 a	2.84 a
S ₁ (50 mM)	Control (M ₀)	9.61 de	14.41 bcd	5.49 cd	19.91 bcd	2.23 bc
	AMF (M ₁)	7.46 ef	17.27 a	8.58 b	26.85 a	2.75 a
S₁ Mean		14.50 b	15.84 b	7.04 b	23.38 a	2.49 b
S ₂ (100 mM)	Control (M ₀)	6.42 f	13.88 cd	4.89 de	18.12 d	2.08 cd
	AMF (M ₁)	20.54 a	15.87 ab	6.51 c	21.67 b	2.68 a
S₂ Mean		10.64 c	14.88 bc	5.70 c	19.89 b	2.38 b
S ₃ (150 mM)	Control (M ₀)	14.21 c	13.68 cd	5.08 de	19.11 cd	2.36 b
	AMF (M ₁)	11.66 cd	14.88 bc	5.81 cd	20.36 bc	2.41 b
S₃ (Mean)		8.58 c	14.28 cd	5.45 c	19.73 b	2.39 b
S ₄ (200 mM)	Control (M ₀)	9.71 de	12.86 d	4.10 e	18.64 cd	2.16 c
	AMF (M ₁)	6.00 f	14.13 cd	5.14 de	18.94 cd	1.99 d
S₄ Mean		6.21 d	13.49 d	4.62 d	18.79 b	2.07 c
AMF Application	Control (M ₀)	11.40	14.49 b	5.00 b	19.44 b	2.34 b
	AMF (M ₁)	12.42	15.89 a	7.49 a	23.04 a	2.53 a
Salt Dose (S)		**	**	**	**	**
AMF		ns	**	**	**	**
S × AMF		*	*	**	**	**
CV (%)		16.32	7.07	10.85	5.72	5.78
LSD (0.05)		5.77	3.18	2.01	3.61	0.40

The effect of salt doses on leaf area was found to be insignificant at the 1% level, while the $S \times Glomus intraradices$ interaction was significant at the 5% level, as were the *Glomus intraradices* applications. The highest leaf area (20.54 cm²) was recorded in the S₂ treatment, which was statistically similar to the control group. In contrast, the lowest leaf area (6.21 cm²) was observed in the S₄ treatment. Across *Glomus intraradices* applications, leaf area values ranged between 11.40 and 12.42 cm². Regarding the $S \times Glomus intraradices$ interaction, the highest leaf area (20.54 cm²) was obtained from the S₂ × M₁ treatment.

The effects of salt doses and *Glomus intraradices* applications on chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, and carotenoid contents were significant at the 1% level. The $S \times Glomus intraradices$ interaction significantly affected chlorophyll a content at the 5% level, while its effects on other photosynthetic pigment parameters were significant at the 1% level. Among salt dose treatments, the highest chlorophyll a (17.44 µg/g TA), chlorophyll b (8.41 µg/g TA), total chlorophyll (24.39 µg/g TA), and carotenoid (2.84 µg/g TA) contents were

recorded in the control group. No statistically significant difference was found between the T1 and control treatments in terms of total chlorophyll content. The lowest chlorophyll a (13.49 $\mu\text{g/g TA}$), chlorophyll b (4.62 $\mu\text{g/g TA}$), total chlorophyll (18.79 $\mu\text{g/g TA}$), and carotenoid (2.07 $\mu\text{g/g TA}$) values were obtained under salt stress, with no significant differences observed between T₂, T₃, and T₄ for total chlorophyll content.

Regarding *Glomus intraradices* treatments, the highest chlorophyll a (15.89 $\mu\text{g/g TA}$), chlorophyll b (7.49 $\mu\text{g/g TA}$), total chlorophyll (23.04 $\mu\text{g/g TA}$), and carotenoid (2.53 $\mu\text{g/g TA}$) contents were recorded in the M₁ treatment. In the S \times *Glomus intraradices* interaction, the highest chlorophyll a content (17.60 $\mu\text{g/g TA}$) was found in the S₀ \times M₀ treatment, which was statistically similar to S₀ \times M₁ and S₁ \times M₁ treatments. The highest chlorophyll b content (11.41 $\mu\text{g/g TA}$) and total chlorophyll content (27.37 $\mu\text{g/g TA}$) were obtained in the S₀ \times M₁ treatment, with the latter being statistically similar to S₁ \times M₁. The highest carotenoid content (2.87 $\mu\text{g/g TA}$) was recorded in the S₀ \times M₀ treatment, which was statistically similar to S₀ \times M₁, S₁ \times M₁, and S₂ \times M₂ treatments.

Discussion

In this study, it was determined that increasing salt concentrations negatively affected photosynthetic pigment contents, including chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, and carotenoids in sage. However, *Glomus intraradices* applications mitigated these adverse effects, leading to increased pigment levels. The most favorable results for these parameters were obtained from the combination of no salt treatment (S₀) and *Glomus intraradices* inoculation (M₁).

Akat et al. (2020) reported a 22.47% decrease in total chlorophyll content under salt stress in *Cupressus arizonica* (Blue Cypress), while chlorophyll levels significantly increased with higher *Glomus intraradices* doses. Similarly, Zamani et al. (2014) found that leaf chlorophyll content declined at high salt concentrations. Ruiz-Lozano (2003), Kaya et al. (2009), and Geren et al. (2011) highlighted that *Glomus intraradices* applications enhance chlorophyll formation under salt stress conditions. They also noted a 15.4% reduction in carotenoid content under saline conditions, with *Glomus intraradices* treatments and salt \times *Glomus intraradices* interactions increasing carotenoid levels, though the effect was not statistically significant. Our findings align with these results regarding chlorophyll content. However, despite higher carotenoid levels in the S \times M₁ interaction compared to the S \times M₀ treatment, no statistically significant difference was observed between the S₀ \times M₀, S₀ \times M₁, and S₁ \times M₁ combinations.

Acknowledgement

This study was carried out under the project “FBA2022-10093” by financial support from Van Yuzuncu Yil University, Van, Türkiye, Bilimsel Araştırma Project (BAP).

References

- Acıbuca, V., and Budak, D. B. (2018). The place and importance of medicinal and aromatic plants in the world and Turkey. *Çukurova Journal of Agriculture and Food Sciences*, 33(1), 37-44.
- Al-Karaki, G. N. (2000). Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress. *Mycorrhiza*, 10, 51-54.
- Al-Karaki, G. N. (2006). Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water. *Scientia horticulturae*, 109(1), 1-7.
- Altunlu, H. (2020). Effects of mycorrhiza and rhizobacteria application on plant growth and some physiological parameters in pepper (*Capsicum annuum* L.) under salt stress. *Journal of Ege University Faculty of Agriculture*, 57(4), 501-510.
- Amjad, M., Akhtar, J., Anwar-ul-Haq, M., Riaz, M. A., Saqib, Z. A., Murtaza, B., and Naeem, M. A. (2016). Effectiveness of potassium in mitigating the salt-induced oxidative stress in contrasting tomato genotypes. *Journal of Plant Nutrition*, 39(13), 1926-1935.
- Aroca, R., Porcel, R., and Ruiz-Lozano, J. M. (2007). How does arbuscular mycorrhizal symbiosis regulate root hydraulic properties and plasma membrane aquaporins in *Phaseolus vulgaris* under drought, cold or salinity stresses? *New Phytologist*, 173(4), 808-816.
- Asghari, H. R. (2008). Vesicular-arbuscular (VA) mycorrhizae improve salinity tolerance in pre-inoculation subterranean clover (*Trifolium subterraneum*) seedlings. *International Journal of Plant Production*, 2(3), 243-256.
- Ashraf, M. Y., and Bhatti, A. S. (2000). Effect Of Salinity on Growth and Chlorophyll Content In Rice. Short Communication. *Biological Sciences-PJSIR*, 43(2), 130-131.
- Aydemir, T., and Erez, Z. (2010). Physiological And Biochemical Response to NaCl Stress in *Lens Culinaris*. *Celal Bayar University Journal of Science*, 6(2), 89-104.
- Bayat, R. A., Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, Ş., and Üstün, A. S. (2014). Tuz Stresi Altındaki Genç Kabak (*Cucurbita pepo* L. ve *C. moschata* Poir.) Effect of Proline Applied to Plants on Antioxidative Enzyme Activities. *Turkish Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 1(1), 25-33.
- Bayraktar, Ö. V., Öztürk, G., and Arslan, D. (2017). Evaluation of developments in the production and marketing of some medicinal and aromatic plants in Turkey. *Journal of Field Crops Central Research Institute*, 26(2), 216-229.
- Baytop, T. (1999). Treatment with plants in Turkey: Past and Present. Nobel Medical Bookstores.
- Beyzi, E. (2011). Effects of different phosphorus doses on yield and some morphological characters in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Ankara University, Institute of Science, Master Thesis, 43.
- Büyük, İ., Soydam-Aydin, S., and Aras, S. (2012). Molecular responses of plants to stress conditions. *Turkish Bulletin of Hygiene & Experimental Biology*, 69(2).
- Carvalho, L. M., Correia, P. M., and Martins-Loução, M. A. (2004). Arbuscular mycorrhizal fungal propagules in a salt marsh. *Mycorrhiza*, 14(3), 165-170.
- Çekiç, F. Ö., Ünyayar, S., and Ortaş, İ. (2012). Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation on biochemical parameters in *Capsicum annuum* grown under long term salt stress. *Turkish Journal of Botany*, 36(1), 63-72.
- Dalpé, Y. (1993). Vesicular-arbuscular mycorrhiza. Soil sampling and methods of analysis,

287-301.

- Demir, S. (1998). Research on vesicular-arbuscular mycorrhiza (VAM) formation in some crop plants and its role in plant development and resistance. Institute of Science. PhD Thesis.
- Dr, H. (1950). The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agri. Exp. Stat. Circ., 347, 1-32.
- Es-Safi, N.E., Kollman, A., Khlifi, S. and Ducrot, P.H. (2007). Antioxidative effect of compounds isolated from *globularia alypum* L. structure–activity relationship. LWT. 40: 1246–1252.
- Estan, M. T., Martinez-Rodriguez, M. M., Perez-Alfocea, F., Flowers, T. J., and Bolarin, M. C. (2005). Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. *Journal of experimental botany*, 56(412), 703-712.
- Göktaş, Ö., and Gıdık, B. (2019). Uses of aromatic and medicinal plants. Bayburt university, *Journal of Applied Science*, 2(1), 145-151.
- Guo, R., Shi, L., Ding, X., Hu, Y., Tian, S., Yan, D., ... and Yang, Y. (2010). Effects of saline and alkaline stress on germination, seedling growth, and ion balance in wheat. *Agronomy journal*, 102(4), 1252-1260.
- Güner, A., and Aslan, S. (Eds.). (2012). List of Turkish plants: (vascular plants). Nezahat Gökyiğit Botanical Garden Publications.
- Hasanuzzaman, M., Nahar, K., and Fujita, M. (2013). Plant response to salt stress and role of exogenous protectants to mitigate salt-induced damages. *Ecophysiology and responses of plants under salt stress*, 25-87.
- Hajiboland, R., Aliasgharzadeh, N., Laiegh, S. F., and Poschenrieder, C. (2010). Colonization with arbuscular mycorrhizal fungi improves salinity tolerance of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants. *Plant and Soil*, 331, 313-327.
- Hoagland, D. R., and Arnon, D. I. (1938). The water-culture method for growing plants without soil. cabidigitallibrary.org.
- Hoagland, D.R., Arnon, D.I. (1950). *The Water Culture Method for Growing Plants Without Soil*. Calif. Agric. Exp. Stn. Circ. 347, 39 p., New York.
- Kacar B, İnal A. 2008. *Bitki Analizleri*. Nobel Yayınları, Ankara.
- Kalefetoğlu, T., and Ekmekci, Y. (2005). The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *Gazi University Journal of Science*, 18(4), 723-740.
- Kaya, C., Ashraf, M., Sonmez, O., Aydemir, S., Tuna, A. L., and Cullu, M. A. (2009). The influence of arbuscular mycorrhizal colonisation on key growth parameters and fruit yield of pepper plants grown at high salinity. *Scientia horticultrae*, 121(1), 1-6.
- Linnaeus, C. V. (1753). *Species plantarum*, ed. I. Salvii. Stockholm.
- Marschner, H., and Dell, B. (1994). Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and soil*, 159, 89-102.
- Miraj, S., and Kiani, S. (2016). A review study of therapeutic effects of *Salvia officinalis* L. *der Pharmacia Lettre*, 8(6), 299-303.
- Mittova, V., Tal, M., Volokita, M., and Guy, M. (2002). Salt stress induces up-regulation of an efficient chloroplast antioxidant system in the salt-tolerant wild tomato species *Lycopersicon pennellii* but not in the cultivated species. *Physiologia Plantarum*, 115(3), 393-400.
- Ortaş, İ. (1997). What is Mycorrhiza? *Tübitak Journal of Science and Technology*, 351, 92-95.
- Öğütçü, H., Algur, Ö. F., Güllüce, M. and Adıgüzel, A. (2010). Investigation of nitrogen fixation potentials of *Rhizobium* strains isolated from wild plants and used as microbial

- fertilizers under different temperature conditions. *Journal of Biological Sciences Research*, 3(1), 47-52.
- Öztürk, N. Z. (2015). Knowledge and new approaches in plant responses to drought stress. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(5), 307-315.
- Parida, A. K., and Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and environmental safety*, 60(3), 324-349.
- Rengasamy, P. (2010). Soil processes affecting crop production in salt-affected soils. *Functional Plant Biology*, 37(7), 613-620.
- Ruiz-Lozano, J. M., Azcon, R., and Gomez, M. (1996). Alleviation of salt stress by arbuscular-mycorrhizal *Glomus* species in *Lactuca sativa* plants. *Physiologia plantarum*, 98(4), 767-772.
- Porcel, R., Barea, J. M., and Ruiz-Lozano, J. M. (2003). Antioxidant activities in mycorrhizal soybean plants under drought stress and their possible relationship to the process of nodule senescence. *New Phytologist*, 157(1), 135-143.
- Parida, A. K., and Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and environmental safety*, 60(3), 324-349.
- Porcel, R., Barea, J. M., and Ruiz-Lozano, J. M. (2003). Antioxidant activities in mycorrhizal soybean plants under drought stress and their possible relationship to the process of nodule senescence. *New Phytologist*, 157(1), 135-143.
- Porcel, R., Barea, J. M., and Ruiz-Lozano, J. M. (2003). Antioxidant activities in mycorrhizal soybean plants under drought stress and their possible relationship to the process of nodule senescence. *New Phytologist*, 157(1), 135-143.
- Sannazzaro, A. I., Echeverría, M., Albertó, E. O., Ruiz, O. A., and Menéndez, A. B. (2007). Modulation of polyamine balance in *Lotus glaber* by salinity and arbuscular mycorrhiza. *Plant Physiology and Biochemistry*, 45(1), 39-46.
- Sharma, N., Aggarwal, A., and Yadav, K. (2017). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance growth, physiological parameters and yield of salt stressed *Phaseolus mungo* (L.) Hepper. *European Journal of Environmental Sciences*, 7(1).
- Sheng, M., Tang, M., Chen, H., Yang, B., Zhang, F., and Huang, Y. (2008). Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. *Mycorrhiza*, 18, 287-296.
- Shokri, S., and Maadi, B. (2009). Effects of arbuscular mycorrhizal fungus on the mineral nutrition and yield of *Trifolium alexandrinum* plants under salinity stress. *Journal of Agron.*, 8(2): 79-83.
- Smith, S. E., and Read, D. J. (2010). *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2002). *Plant Physiology* (3rd ed.) Sinauer Associates, ISBN: 0878938230, Massachusetts, USA.
- Tian, C. Y., Feng, G., Li, X. L., and Zhang, F. S. (2004). Different effects of arbuscular mycorrhizal fungal isolates from saline or non-saline soil on salinity tolerance of plants. *Applied Soil Ecology*, 26(2), 143-148.
- Tambussi, E. A., Bartoli, C. G., Beltrano, J., Guiamet, J. J., and Araus, J. L. (2000). Oxidative damage to thylakoid proteins in water-stressed leaves of wheat (*Triticum aestivum*). *Physiologia Plantarum*, 108(4), 398-404.
- Türkan, Ş., Malyer, H., Özaydın, S., and Tümen, G. (2006). Ethnobotanical properties of some plants growing in Ordu province and its surroundings. *Journal of Süleyman Demirel University Institute of Science*, 10(2).

- Yang, C., Chong, J., Li, C., Kim, C., Shi, D., and Wang, D. (2007). Osmotic adjustment and ion balance traits of an alkali resistant halophyte *Kochia sieversiana* during adaptation to salt and alkali conditions. *Plant and soil*, 294, 263-276.
- Yildiz, M., Terzi, H., Cenkci, S., Terzi, E., and Uruşak, B. (2010). Physiological and Biochemical Markers of Salinity Tolerance in Plants. *Anadolu University of Sciences & Technology-C: Life Sciences & Biotechnology*, 1(1).
- Yılmaz, E., Tuna, A. L., and Bürün, B. (2011). Stratejileri-Tolerance Strategies Developed by Plants to The Effects Of Salt Stress. *Celal Bayar University Journal of Science*, 7(1), 47-66.
- Zhu, Z., Wei, G., Li, J., Qian, Q., and Yu, J. (2004). Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Science*, 167(3), 527-533.

**EFFECT OF MYCORRHIZA APPLICATIONS ON SOME PHYSIOLOGICAL
PARAMETERS OF SAGE PLANT GROWN UNDER SALT STRESS CONDITIONS**

Solmaz Najafi ^{1*}

Rüveyde Tunçtürk¹

Murat Tunçtürk¹

¹Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Van Yuzuncu Yil University, Van,
Türkiye;

solmaznajafi@yyu.edu.tr (ORCID: 0000-0003-1011-7184)

ruveydetunckturk@yyu.edu.tr (ORCID: 0000-0002-3759-8232)

murattunckturk@yyu.edu.tr (ORCID: 0000-0002-7995-0599)

*Correspondence: solmaznajafi@yyu.edu.tr

Abstract

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) play a crucial role in the majority of terrestrial ecosystems. Different AMF species exhibit varying propagation mechanisms and produce distinct types of propagules. This study aims to determine the effects of *Glomus intraradices* applications on the physiological changes in medicinal sage (*Salvia officinalis* L.) cultivated under saline conditions. Research indicates that the application of *Glomus intraradices* effectively mitigates salt stress in *Salvia officinalis* by positively influencing key physiological processes. Consequently, *Glomus intraradices* utilization emerges as a promising strategy for optimizing sage production in saline environments.

Keywords: Soil salinity, *Salvia officinalis*, arbuscular mycorrhizal fungi, *Glomus intraradices*, physiological parameters.

Introduction

Plants have long been integral to human life, providing food, shelter, fuel, and medicine. Historical records indicate that medicinal plants were used as early as 5000 BC (Göktaş and Gıdık, 2019). Turkey, with its rich flora of approximately 11,000 identified plant taxa, hosts around 500 species utilized in alternative medicine (Acıbuca and Budak, 2018; Türkan et al., 2006). Rising global living standards have led to an increased demand for medicinal and aromatic plants, widely used in pharmaceuticals, cosmetics, and food industries (Baytop, 1999; Bayraktar et al., 2017). Among these, medicinal sage (*Salvia officinalis* L.), first classified by Linnaeus in 1753, has gained commercial significance due to its essential oil, rich in monoterpenes, diterpenes, and triterpenes, offering antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, and other health benefits (Başer, 2002; Topçu, 2006; Miraj and Kiani, 2016). Its cultivation is expanding in Turkey, contributing significantly to exports (Güner et al., 2012; O'Leary and Moroni, 2016). However, environmental factors such as salinity pose challenges to its productivity. Salinity, a major abiotic stress factor, disrupts plant growth by limiting nutrient uptake, causing osmotic stress, and increasing reactive oxygen species that damage cellular structures (Ashraf and Bhatti, 2000; Parida and Das, 2005; Tambussi et al., 2000). It affects approximately 20% of global agricultural land, a figure projected to reach 50% in the next two decades if unaddressed (Hasanuzzaman et al., 2013; Rengasamy, 2010). Salinity-induced physiological changes include reduced photosynthesis, lower chlorophyll content, and increased lipid peroxidation, ultimately hindering growth and yield (Kalefetoğlu and Ekmekçi, 2005; Öztekin, 2009). To combat these adverse effects, plants adopt various adaptive mechanisms, including enhanced water uptake, ion regulation, and activation of antioxidant systems (Sheng et al., 2008; Zhu et al., 2004; Öztürk, 2015). Proline accumulation, an essential osmoprotectant, plays a key role in mitigating salt stress (Bayat et al., 2013).

One promising approach to enhancing plant resilience against salinity is the application of *Glomus intraradices*, an arbuscular mycorrhizal fungus that forms a symbiotic relationship with plant roots. It enhances nutrient and water uptake by extending root surface area through its hyphae while also improving resistance to abiotic stress (Smith and Read, 1997; Ruiz-Lozano, 2003). By increasing leaf relative water content and reducing oxidative stress markers such as malondialdehyde, *Glomus intraradices* helps mitigate the detrimental effects of salinity (Yıldız et al., 2010; Aydemir and Erez, 2010). Furthermore, it facilitates the uptake of essential minerals like phosphorus, iron, and zinc, contributing to overall plant health and growth (Marschner and Dell, 1994; Al-Karaki, 2000). Its role in regulating organic acid metabolism further enhances stress tolerance (Guo et al., 2010; Yang et al., 2007). Additionally, microbial applications, including *Glomus intraradices*, have been shown to increase secondary metabolite production, improving the commercial value of medicinal plants (Ruiz-Lozano, 2003; Sharma, 2003).

Salt accumulation in plant tissues disrupts cellular membranes and metabolic functions, limiting essential nutrient uptake and reducing growth. Plants counteract these effects through adaptive responses such as metabolite synthesis and protein activation. *Glomus intraradices* enhances stress resilience by improving root hydraulic conductivity, stabilizing osmotic balance, and increasing carbohydrate reserves, enabling better water absorption under saline conditions. Its application in agriculture not only boosts plant productivity but also reduces dependency on chemical inputs, offering an eco-friendly solution to salinity-related challenges (Es-Safi et al., 2007; Hatzig et al., 2010).

This study aims to evaluate the physiological responses of medicinal sage (*Salvia officinalis* L.)

under saline conditions following *Glomus intraradices* applications.

Materials and methods

This research was carried out in a fully controlled growth chamber at the Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Van Yuzuncu Yil University, in 2021. *Salvia officinalis* seeds were procured from the Medicinal and Aromatic Plants Garden of the same university. The *Glomus intraradices* strain, was sourced from the Plant Protection Department's culture collection at this institution. The experiment followed a factorial design incorporating two variables: salinity levels and *Glomus intraradices* inoculation, arranged in a completely randomized design with four repetitions. The *Glomus intraradices* inoculum contained 455 spores per gram of soil and was incorporated into pots at a proportion of 20% during seed planting. Seed sterilization was conducted by immersion in 95% ethanol for five minutes, followed by a five-minute soak in 3% hydrogen peroxide and thorough rinsing with distilled water (Öğütçü et al., 2010). Salinity stress was induced using NaCl solutions at different concentrations: S₀ (control), S₁ (50 mM), S₂ (100 mM), S₃ (150 mM), and S₄ (200 mM). Additionally, treatments with and without mycorrhizae were denoted as M₁ and M₀, respectively. Five sage seeds were sown in 500 cc plastic containers filled with a blend of 40% sand, 40% soil, and 20% mycorrhizal inoculum.

Results

Effect of mycorrhiza applications on some physiological parameters of sage plant grown under salt stress conditions are shown in Table 1.

Table 1. Effect of mycorrhiza applications on some physiological parameters of sage plant grown under salt stress conditions.

Treatments		NBI (mg/g)	Chlorophyll (µg/cm ²)	Flavonol (dx)	Anthocyanin (dx)
Salt doses	AMF				
Control (S ₀)	Control (M ₀)	45.26 ab	23.85	0.54 cd	0.046 ab
	AMF (M ₁)	41.21 bc	27.51	0.67 abcd	0.040 ab
S₀ Mean		47.46 a	25.45	0.54 c	0.041 b
S ₁ (50 mM)	Control (M ₀)	38.53 bcd	24.9	0.65 bcd	0.043 ab
	AMF (M ₁)	34.63 cde	26.65	0.78 ab	0.053 a
S₁ Mean		43.16 ab	27.84	0.64 bc	0.033 ab
S ₂ (100 mM)	Control (M ₀)	32.21 de	26.21	0.82 a	0.052 a
	AMF (M ₁)	49.66 a	27.06	0.54 d	0.053 a
S₂ Mean		39.85 bc	26.27	0.65 bc	0.040 ab
S ₃ (150 mM)	Control (M ₀)	45.11 ab	28.16	0.62 cd	0.026 b
	AMF (M ₁)	41.16 bc	27.65	0.66 bcd	0.043 ab
S₃ (Mean)		35.85 cd	27.05	0.76 ab	0.045 ab
S ₄ (200 mM)	Control (M ₀)	37.06 bcd	27.45	0.75 abc	0.036 b
	AMF (M ₁)	31.21 e	25.0	0.81 a	0.050 a
S₄ Mean		31.71 d	25.60	0.82 a	0.051 a
AMF Application	Control (M ₀)	40.84 a	25.82	0.69	0.046
	AMF (M ₁)	38.37 b	27.06	0.67	0.038
Salt Dose (S)		**	ns	**	*
AMF		*	ns	ns	ns
S × AMF		ns	ns	*	*
CV (%)		10.48	14.08	14.96	22.86
LSD (0.05)		12.34	11.06	0.29	0.028

The influence of salt concentrations and arbuscular *Glomus intraradices* applications on the root length of sage was statistically significant at a 1% level, while the interaction between treatment and *Glomus intraradices* was significant at a 5% level. In the context of AMF applications, as shown in Table 1, analysis of Dualex values revealed that the effects of salt doses on the Nitrogen Balance Index (NBI) and flavonoid content were significant at a 1% level, while the effect on anthocyanin content was significant at a 5% level; however, the effect on chlorophyll content was found to be non-significant. The highest NBI value was recorded in the control group at 47.46 mg/g, whereas the highest value from the S₄ applications was noted at 31.71 mg/g. Chlorophyll content ranged from 25.45 to 27.84 µg/cm². The flavonol content was highest at 0.82 dx in the S₄ application, while the control group exhibited the lowest value at 0.54 dx.

Discussion

The highest anthocyanin content was recorded at 0.051 dx for the S₄ dose, while the lowest value of 0.33 dx was observed in the S₁ dose. The effect of mycorrhizal fungi applications on nitrogen balance index (NBI) content was significant at the 5% level, whereas its influence on other Dualex parameters (chlorophyll, flavonol, and anthocyanin) was deemed insignificant. Among the AMF applications, the highest NBI value of 40.84 mg/g was noted in the control group. Chlorophyll content ranged from 25.82 to 27.06 µg/cm², flavonol content varied between 0.67 and 0.69 dx, and anthocyanin content was found to be between 0.038 and 0.046 dx. The interaction between treatment and AMF (S x M) did not significantly affect NBI and chlorophyll, but it did have a significant effect on flavonol and anthocyanin content at the 5% level. The highest flavonol content of 0.82 dx was recorded from the S₂ x M₀ applications, while the highest anthocyanin content of 0.53 dx was obtained from both S₁ x M₁ and S₂ x M₁ applications.

In our study, we observed that varying salt concentrations negatively impacted the Nitrogen Balance Index (NBI) in sage plants, while mycorrhizal inoculation with *Glomus intraradices* mitigated this effect, leading to improved NBI values. Similar findings have been reported in other studies.

Zhang et al. (2023) investigated the effects of salt stress on Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) and found that increased salinity levels adversely affected nitrogen metabolism, resulting in reduced growth and yield. This aligns with our observation of decreased NBI under higher salt concentrations. The study also highlighted that salt stress led to significant reductions in root length and overall plant biomass, underscoring the detrimental impact of salinity on plant nitrogen dynamics.

In another study, Wang et al. (2023) examined the role of nitrogen application in enhancing salt tolerance in rapeseed (*Brassica napus* L.) seedlings. They reported that moderate nitrogen supplementation improved photosynthesis, antioxidant activity, and osmotic adjustment, thereby alleviating the negative effects of salt stress. This suggests that optimizing nitrogen availability can enhance plant resilience to salinity, which is consistent with our findings where mycorrhizal inoculation improved NBI under salt stress conditions.

Comparatively, while Zhang et al. focused on the direct impact of salt stress on nitrogen metabolism, our study and that of Wang et al. explored strategies to mitigate these effects. Both our findings and Wang et al.'s research emphasize the importance of external interventions be it mycorrhizal inoculation or nitrogen supplementation in enhancing plant tolerance to salinity by improving nitrogen assimilation and overall physiological performance.

Acknowledgement

This study was carried out under the project “FBA2022-10093” by financial support from Van Yuzuncu Yil University, Van, Türkiye, Bilimsel Araştırma Project (BAP).

References

- Acıbuca, V., and Budak, D. B. (2018). The place and importance of medicinal and aromatic plants in the world and Turkey. *Çukurova Journal of Agriculture and Food Sciences*, 33(1), 37-44.
- Al-Karaki, G. N. (2000). Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress. *Mycorrhiza*, 10, 51-54.
- Al-Karaki, G. N. (2006). Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water. *Scientia horticulturae*, 109(1), 1-7.
- Altunlu, H. (2020). Effects of mycorrhiza and rhizobacteria application on plant growth and some physiological parameters in pepper (*Capsicum annuum* L.) under salt stress. *Journal of Ege University Faculty of Agriculture*, 57(4), 501-510.
- Amjad, M., Akhtar, J., Anwar-ul-Haq, M., Riaz, M. A., Saqib, Z. A., Murtaza, B., and Naeem, M. A. (2016). Effectiveness of potassium in mitigating the salt-induced oxidative stress in contrasting tomato genotypes. *Journal of Plant Nutrition*, 39(13), 1926-1935.
- Aroca, R., Porcel, R., and Ruiz-Lozano, J. M. (2007). How does arbuscular mycorrhizal symbiosis regulate root hydraulic properties and plasma membrane aquaporins in *Phaseolus vulgaris* under drought, cold or salinity stresses? *New Phytologist*, 173(4), 808-816.
- Asghari, H. R. (2008). Vesicular-arbuscular (VA) mycorrhizae improve salinity tolerance in pre-inoculation subterranean clover (*Trifolium subterraneum*) seedlings. *International Journal of Plant Production*, 2(3), 243-256.
- Ashraf, M. Y., and Bhatti, A. S. (2000). Effect Of Salinity on Growth and Chlorophyll Content In Rice. Short Communication. *Biological Sciences-PJSIR*, 43(2), 130-131.
- Aydemir, T., and Erez, Z. (2010). Physiological And Biochemical Response to NaCl Stress in *Lens Culinaris*. *Celal Bayar University Journal of Science*, 6(2), 89-104.
- Bayat, R. A., Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, Ş., and Üstün, A. S. (2014). Tuz Stresi Altındaki Genç Kabak (*Cucurbita pepo* L. ve *C. moschata* Poir.) Effect of Proline Applied to Plants on Antioxidative Enzyme Activities. *Turkish Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 1(1), 25-33.
- Bayraktar, Ö. V., Öztürk, G., and Arslan, D. (2017). Evaluation of developments in the production and marketing of some medicinal and aromatic plants in Turkey. *Journal of Field Crops Central Research Institute*, 26(2), 216-229.
- Baytop, T. (1999). Treatment with plants in Turkey: Past and Present. Nobel Medical Bookstores.
- Beyzi, E. (2011). Effects of different phosphorus doses on yield and some morphological characters in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Ankara University, Institute of Science, Master Thesis, 43.
- Büyük, İ., Soydam-Aydin, S., and Aras, S. (2012). Molecular responses of plants to stress conditions. *Turkish Bulletin of Hygiene & Experimental Biology*, 69(2).
- Carvalho, L. M., Correia, P. M., and Martins-Loução, M. A. (2004). Arbuscular mycorrhizal fungal propagules in a salt marsh. *Mycorrhiza*, 14(3), 165-170.
- Çekiç, F. Ö., Ünyayar, S., and Ortaş, İ. (2012). Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation on biochemical parameters in *Capsicum annuum* grown under long term salt stress. *Turkish Journal of Botany*, 36(1), 63-72.
- Dalpé, Y. (1993). Vesicular-arbuscular mycorrhiza. Soil sampling and methods of analysis,

- 287-301.
- Demir, S. (1998). Research on vesicular-arbuscular mycorrhiza (VAM) formation in some crop plants and its role in plant development and resistance. Institute of Science. PhD Thesis.
- Dr, H. (1950). The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agri. Exp. Stat. Circ., 347, 1-32.
- Es-Safi, N.E., Kollman, A., Khlifi, S. and Ducrot, P.H. (2007). Antioxidative effect of compounds isolated from *globularia alypum* L. structure–activity relationship. LWT. 40: 1246–1252.
- Estan, M. T., Martinez-Rodriguez, M. M., Perez-Alfocea, F., Flowers, T. J., and Bolarin, M. C. (2005). Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. *Journal of experimental botany*, 56(412), 703-712.
- Göktaş, Ö., and Gıdık, B. (2019). Uses of aromatic and medicinal plants. Bayburt university, *Journal of Applied Science*, 2(1), 145-151.
- Guo, R., Shi, L., Ding, X., Hu, Y., Tian, S., Yan, D., ... and Yang, Y. (2010). Effects of saline and alkaline stress on germination, seedling growth, and ion balance in wheat. *Agronomy journal*, 102(4), 1252-1260.
- Güner, A., and Aslan, S. (Eds.). (2012). List of Turkish plants: (vascular plants). Nezahat Gökyiğit Botanical Garden Publications.
- Hasanuzzaman, M., Nahar, K., and Fujita, M. (2013). Plant response to salt stress and role of exogenous protectants to mitigate salt-induced damages. *Ecophysiology and responses of plants under salt stress*, 25-87.
- Hajiboland, R., Aliasgharzadeh, N., Laiegh, S. F., and Poschenrieder, C. (2010). Colonization with arbuscular mycorrhizal fungi improves salinity tolerance of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants. *Plant and Soil*, 331, 313-327.
- Hoagland, D. R., and Arnon, D. I. (1938). The water-culture method for growing plants without soil. cabidigitallibrary.org.
- Hoagland, D.R., Arnon, D.I. (1950). *The Water Culture Method for Growing Plants Without Soil*. Calif. Agric. Exp. Stn. Circ. 347, 39 p., New York.
- Kacar B, İnal A. 2008. *Bitki Analizleri*. Nobel Yayınları, Ankara.
- Kalefetoğlu, T., and Ekmekci, Y. (2005). The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *Gazi University Journal of Science*, 18(4), 723-740.
- Kaya, C., Ashraf, M., Sonmez, O., Aydemir, S., Tuna, A. L., and Cullu, M. A. (2009). The influence of arbuscular mycorrhizal colonisation on key growth parameters and fruit yield of pepper plants grown at high salinity. *Scientia horticultrae*, 121(1), 1-6.
- Linnaeus, C. V. (1753). *Species plantarum*, ed. I. Salvii. Stockholm.
- Marschner, H., and Dell, B. (1994). Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and soil*, 159, 89-102.
- Miraj, S., and Kiani, S. (2016). A review study of therapeutic effects of *Salvia officinalis* L. *der Pharmacia Lettre*, 8(6), 299-303.
- Mittova, V., Tal, M., Volokita, M., and Guy, M. (2002). Salt stress induces up-regulation of an efficient chloroplast antioxidant system in the salt-tolerant wild tomato species *Lycopersicon pennellii* but not in the cultivated species. *Physiologia Plantarum*, 115(3), 393-400.
- Ortaş, İ. (1997). What is Mycorrhiza? *Tübitak Journal of Science and Technology*, 351, 92-95.
- Öğütçü, H., Algur, Ö. F., Güllüce, M. and Adıgüzel, A. (2010). Investigation of nitrogen fixation potentials of *Rhizobium* strains isolated from wild plants and used as microbial

- fertilizers under different temperature conditions. *Journal of Biological Sciences Research*, 3(1), 47-52.
- Öztürk, N. Z. (2015). Knowledge and new approaches in plant responses to drought stress. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(5), 307-315.
- Parida, A. K., and Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and environmental safety*, 60(3), 324-349.
- Rengasamy, P. (2010). Soil processes affecting crop production in salt-affected soils. *Functional Plant Biology*, 37(7), 613-620.
- Ruiz-Lozano, J. M., Azcon, R., and Gomez, M. (1996). Alleviation of salt stress by arbuscular-mycorrhizal *Glomus* species in *Lactuca sativa* plants. *Physiologia plantarum*, 98(4), 767-772.
- Porcel, R., Barea, J. M., and Ruiz-Lozano, J. M. (2003). Antioxidant activities in mycorrhizal soybean plants under drought stress and their possible relationship to the process of nodule senescence. *New Phytologist*, 157(1), 135-143.
- Parida, A. K., and Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and environmental safety*, 60(3), 324-349.
- Porcel, R., Barea, J. M., and Ruiz-Lozano, J. M. (2003). Antioxidant activities in mycorrhizal soybean plants under drought stress and their possible relationship to the process of nodule senescence. *New Phytologist*, 157(1), 135-143.
- Porcel, R., Barea, J. M., and Ruiz-Lozano, J. M. (2003). Antioxidant activities in mycorrhizal soybean plants under drought stress and their possible relationship to the process of nodule senescence. *New Phytologist*, 157(1), 135-143.
- Sannazzaro, A. I., Echeverría, M., Albertó, E. O., Ruiz, O. A., and Menéndez, A. B. (2007). Modulation of polyamine balance in *Lotus glaber* by salinity and arbuscular mycorrhiza. *Plant Physiology and Biochemistry*, 45(1), 39-46.
- Sharma, N., Aggarwal, A., and Yadav, K. (2017). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance growth, physiological parameters and yield of salt stressed *Phaseolus mungo* (L.) Hepper. *European Journal of Environmental Sciences*, 7(1).
- Sheng, M., Tang, M., Chen, H., Yang, B., Zhang, F., and Huang, Y. (2008). Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. *Mycorrhiza*, 18, 287-296.
- Shokri, S., and Maadi, B. (2009). Effects of arbuscular mycorrhizal fungus on the mineral nutrition and yield of *Trifolium alexandrinum* plants under salinity stress. *Journal of Agron.*, 8(2): 79-83.
- Smith, S. E., and Read, D. J. (2010). *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2002). *Plant Physiology* (3rd ed.) Sinauer Associates, ISBN: 0878938230, Massachusetts, USA.
- Tian, C. Y., Feng, G., Li, X. L., and Zhang, F. S. (2004). Different effects of arbuscular mycorrhizal fungal isolates from saline or non-saline soil on salinity tolerance of plants. *Applied Soil Ecology*, 26(2), 143-148.
- Tambussi, E. A., Bartoli, C. G., Beltrano, J., Guiamet, J. J., and Araus, J. L. (2000). Oxidative damage to thylakoid proteins in water-stressed leaves of wheat (*Triticum aestivum*). *Physiologia Plantarum*, 108(4), 398-404.
- Türkan, Ş., Malyer, H., Özaydın, S., and Tümen, G. (2006). Ethnobotanical properties of some plants growing in Ordu province and its surroundings. *Journal of Süleyman Demirel University Institute of Science*, 10(2).

- Wang, Y., Liu, J., Zhang, Z., Chen, Y., & Li, X. (2023). The role of nitrogen application in enhancing salt tolerance in rapeseed (*Brassica napus* L.) seedlings. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1196319.
- Yang, C., Chong, J., Li, C., Kim, C., Shi, D., and Wang, D. (2007). Osmotic adjustment and ion balance traits of an alkali resistant halophyte *Kochia sieversiana* during adaptation to salt and alkali conditions. *Plant and soil*, 294, 263-276.
- Yildiz, M., Terzi, H., Cenkci, S., Terzi, E., and Uruşak, B. (2010). Physiological and Biochemical Markers of Salinity Tolerance in Plants. *Anadolu University of Sciences & Technology-C: Life Sciences & Biotechnology*, 1(1).
- Yılmaz, E., Tuna, A. L., and Bürün, B. (2011). Stratejileri-Tolerance Strategies Developed by Plants to The Effects Of Salt Stress. *Celal Bayar University Journal of Science*, 7(1), 47-66.
- Zhang, X., Wang, L., Li, M., Chen, H., & Zhou, Y. (2023). Effects of salt stress on nitrogen metabolism and growth in Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*). *Scientific Reports*, 13, 39634. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-39634-0>
- Zhu, Z., Wei, G., Li, J., Qian, Q., and Yu, J. (2004). Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Science*, 167(3), 527-533.

INVESTIGATING FARMERS' PERSPECTIVES AND EXPERIENCES REGARDING THE IMPACT OF PESTICIDE USE ON HUMAN HEALTH: THE CASE OF IĞDIR PROVINCE

Dr. Öğr. Üyesi Osman Doğan BULUT (ORCID: 0000-0003-2682-6356)
Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department Agricultural Economics, Iğdır-Türkiye
Email: dgnblt@gmail.com (Responsible Author)

Prof. Dr. Köksal KARADAŞ (ORCID: 0000-0003-1176-3313)
Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department Agricultural Economics, Iğdır-Türkiye
Email: kkaradas2002@gmail.com

Abstract

This study was conducted in Iğdır province to examine farmers' experiences and opinions on pesticide use and its effects on human health. For this purpose, 385 surveys based on face-to-face interviews were conducted with farmers engaged in agricultural production in Iğdır province. The study evaluated farmers' health problems due to pesticide use, their health awareness levels and their risk perceptions due to pesticide exposure. According to the findings, it was determined that pesticide use caused serious effects such as respiratory tract disorders (39.42%), skin problems (35.48) and eye problems (32.21) among farmers. The most common chronic diseases among farmers were determined to be asthma (4.68%), hypertension (3.12%) and cancer (2.60%). In addition, a strong relationship was found between pesticide exposure and disease risk perception ($p < 0.01$). When the health awareness of farmers is examined, 48.3% of them stated that they pay attention to their health, while 45.7% of them partially pay attention. However, a small group of 6.0% stated that they do not pay attention to their health. These results show that the vast majority of farmers are health conscious. In order to reduce the risks of pesticides to human health, awareness should be increased regarding taking protective measures in their applications.

Keywords: Pesticide use, Agricultural production, Human health, Risk perception, Iğdır

PESTİSİT KULLANIMININ İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ KONUSUNDA ÇİFTÇİLERİN DENEYİM VE DÜŞÜNCELERİNİN ARAŞTIRILMASI: IĞDIR İLİ ÖRNEĞİ

Özet

Bu araştırma, Iğdır ilinde çiftçilerin pestisit kullanımı ve bunun insan sağlığına etkileri konusundaki deneyim ve düşüncelerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda Iğdır ilinde tarımsal üretim yapan çiftçiler ile yüz yüze görüşmeye anket çalışması yapılmıştır. Ana kitle oranlarına dayalı basit tesadüfi olasılık örnekleme yöntemi kullanılarak örneklem hacmi 385 olarak hesaplanmış olup yapılan anket çalışmasından elde edilen veriler çalışmanın ana materyalini oluşturmaktadır. Araştırmada, çiftçilerin pestisit kullanımına bağlı olarak yaşadıkları sağlık sorunları, sağlık bilinci düzeyleri ve pestisit maruziyetine bağlı risk algıları değerlendirilmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen bulgulara göre pestisit kullanımı sonrası çiftçiler arasında; solunum yolu rahatsızlıkları (%39.42), deri problemleri (35.48) ve göz sorunları (32.21) gibi ciddi etkiler yarattığını tespit edilmiştir. Çiftçilerde en sık görülen kronik rahatsızlık; astım (%4.68), hipertansiyon (%3.12) ve kanser (%2.60) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, pestisit maruziyeti ile hastalık riski algısı arasında güçlü bir ilişki bulunmuştur ($p < 0.01$). Çiftçilerin sağlık bilinci incelendiğinde %48.3'ü sağlıklarına dikkat ettiğini, %45.7'si ise kısmen dikkat ettiğini belirtmiştir. Bununla birlikte, %6.0 gibi küçük bir kesim sağlıklarına dikkat etmediğini ifade etmiştir. Bu sonuçlar, çiftçilerin büyük bir çoğunluğunun sağlık bilincine sahip olduğunu göstermektedir. Pestisitlerin insan sağlığına yönelik risklerini azaltmak için uygulamalarında koruyucu önlemlerin alınmasına yönelik farkındalığın artırılması gereklidir.

Anahtar Kelimeler: Pestisit kullanımı, Tarımsal Üretim, İnsan sağlığı, Risk algısı, Iğdır

Giriş

Pestisitler, tarımsal üretimde zararlı organizmalarla mücadelede etkin bir araç olarak kullanılmaktadır. Ancak, bu kimyasal maddelerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri, özellikle pestisitlere düzenli olarak maruz kalan çiftçiler için önemli bir risk oluşturmaktadır. Mnif ve ark. 2011 ve Keifer & Firestone (2007) yaptıkları çalışmalarda pestisit maruziyetinin; solunum yolu rahatsızlıkları, deri tahrişleri ve endokrin sistem üzerindeki bozulmalar gibi birçok sağlık sorunuyla ilişkilendirilmektedir. Alavanja ve ark. (2013), pestisitlerin karsinojenik etkilerini ve özellikle de lösemi ve lenfoma gibi kanser türleriyle pozitif bir ilişkisi olduğunu tespit edilmiştir.

Çiftçiler, bu kimyasallara hem doğrudan maruziyet (ilaçlama sırasında) hem de dolaylı maruziyet (tüketim veya çevresel etkiler) yoluyla etkilenmektedir. Bu bağlamda, pestisitlerin sağlık üzerindeki etkilerini anlamak ve bu konuda farkındalık oluşturmak hem bireysel hem de toplumsal düzeyde kritik bir öneme sahiptir. Bu araştırma; Iğdır ilinde çiftçilerin pestisit kullanımının sağlıkları üzerine etkileri konusundaki deneyim ve düşüncelerini incelemek amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırmada kullanılan veriler Iğdır ili ve ilçelerinden tarımsal üretim yapan Tarım Kredi Kooperatif ortaklarından elde edilmiştir (Şekil 1). Türkiye'nin en doğusunda yer alan Iğdır İli, 39° 38' - 44° 03' kuzey enlemleri ile 44° 49' - 45° 31' doğu boylamları arasında yer alır. Kuzeydoğusunda Aras nehri ve bu nehrin yatağından oluşturduğu Ermenistan sınırı, doğuda Nahçıvan ve İran sınırı, güneyinde Ağrı ili, kuzey batısında ise Kars ili bulunmaktadır. (Özger & Karadaş, 2022).



Şekil 1. Çalışma alanı

Iğdır ilinde tarımsal faaliyette bulunan 385 çiftçili ile yüz yüze görüşme yöntemiyle gerçekleştirilen anket çalışmasından elde edilen veriler araştırmanın ana materyalini oluşturmaktadır. Anket çalışması 2024 yılı Haziran-Temmuz ayları arasında yapılmıştır.

Örnekleme Yöntemi

Araştırma evreni içerisinde amaca uygun herhangi bir yöntemle seçilen ve evreni temsil yeteneğine sahip birimler veya elemanlar kümesine örneklem denir. Evren içerisinde evreni temsil eden birimleri seçme (örnek alma) işlemine ise örnekleme denir. Araştırmanın evrenini Iğdır ilinde tarımsal faaliyet yapan çiftçiler oluşturmaktadır (Ural & Kılıç, 2011).

Evrenden elde edilen örnek hacminin belirlenmesinde “Ana Kitle Oranlarına Dayalı Basit Tesadüfi Olasılık Örnekleme” yöntemi kullanılmıştır. Örneklem sayısı %95 güven sınırı ve ortalama %5 hata oranı ile 384.16 olarak hesaplanmış olup 385 olarak değerlendirmeye alınmıştır. Yamane (2001) tarafından geliştirilen örnekleme yönteminin formülü aşağıdaki gibidir (1):

$$n = \frac{z^2(p * q)}{e^2} \quad (1)$$

Formül açıklaması şu şekildedir;

n: Örnek hacmi

z: 1.96 (%95 güven düzeyine karşılık gelen standart z değeri)

e: Kabul edilen hata tolerans düzeyi (\pm %5 olarak kabul edilmiştir)

p: Örneğin ana kitleyi temsil edebilme olasılığı

q: (1-p) İlgili özelliğe sahip olmayan ana kitle oranı

Örnekleme hacminin hesaplanması (2):

$$n = \frac{1.96^2(0.5 * 0.5)}{0.05^2} = 384.16 \quad (2)$$

Iğdır ilinde bulunan 20261 çiftçinin %32.01’i Iğdır il merkezinde, %16,27’si Aralık ilçesinde, %14,75’i Karakoyunlu ilçesinde ve %39.98’i Tuzluca ilçesinde tarımsal faaliyette bulunmaktadır. Yapılacak olan toplam anket sayısı çiftçilerin ilçelere göre sayıları dikkate alınarak oranlanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Anket yapılan çiftçilerin ilçelere göre dağılımı

İlçeler	Çiftçi Sayısı	n	%
Merkez	6485	123	32.01
Aralık	2688	51	13.27
Karakoyunlu	2988	57	14.75
Tuzluca	8100	154	39.98
Total	20261	385	100.00

Analiz Yöntemi

Araştırmada, çiftçiler ile yapılan anket verilerine dayalı olarak elde edilen alan bulgularının analizinde; frekans dağılımı, yüzde ve aritmetik ortalama gibi tanımlayıcı istatistikler ve Ki-Kare bağımsızlık testin yapılmıştır. Araştırmada kullanılan anketler; açık uçlu soru, iki seçenekli ve çok seçenekli sorularla birlikte 5’li Likert tipi sorulardan oluşmaktadır. 5’li Likert tipi sorularda ölçeğin güvenilirliği Cronbach’s Alpha katsayısı ile test edilmiştir. Gözlenen farklılıkların anlamlılığını belirlemek için kriter olarak 0.05 veya daha düşük P değeri

kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çiftçilerin üretimini yaptığı tarımsal ürünler Tablo 2’de gösterilmiştir. Çiftçilerin en çok üretimini yaptığı ürünler arasında; yonca (%55.06), mısır (%43.64) ve buğday (%34.55) bulunmaktadır. Kayısı (%25.71) ve elma (%15.58) üretimi de önemli düzeydedir. Buna karşılık, arpa (%6.23), domates (%4.16), ceviz (%3.12) ve kiraz (%0.52) gibi ürünler çiftçilerin üretim için daha az tercih ettiği ürünlerdir. Iğdır ilindeki tarımsal üretimin çiftçiler en çok yem ve tarla bitkilerini üretmeyi tercih etmektedir. Bunun yanında, meyve üretiminin de dikkate değer bir paya sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 2. Çiftçilerin üretimini yaptığı tarımsal ürünler

Ürün	n	%
Yonca	212	55.06
Mısır	168	43.64
Buğday	133	34.55
Kayısı	99	25.71
Elma	60	15.58
Arpa	24	6.23
Domates	16	4.16
Ceviz	12	3.12
Kiraz	2	0.52
Total	726	100.0

Çiftçilerin sürekli olarak devam eden (kronik) sağlık sorunları Tablo 3’de gösterilmiştir. En sık görülen kronik rahatsızlık astım olup oranı %4.68’dir. Bunu hipertansiyon (%3.12) ve kanser (%2.60) izlemektedir. Kalp rahatsızlığı, diyabet ve mide sorunları gibi diğer hastalıklar ise daha düşük oranlarda gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, pestisit kullanımının solunum yollarına etkileri nedeniyle astım gibi hastalıkların çiftçiler arasında yaygın olduğunu düşündürmektedir. Kronik hastalıkların görülme oranı, pestisitlerle ilişkili sağlık risklerini yansıtır olabilir. Alavanja ve ark. (2013) pestisit maruziyeti ile lösemi, lenfoma ve bazı solid tümör türleri arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, pestisitlerin endokrin bozucu etkileri hipertansiyon ve kardiyovasküler hastalık riskini artırabilir (Mnif ve ark., 2011).

Tablo 3. Çiftçilerin sürekli devam eden (kronik) sağlık sorunu

Sağlık Sorunu (kronik)	Sayı (f)	Oran (%) (f/a)*100	Oran (%) (f/n)*100
Astım	18	32.14	4.68
Hipertansiyon	12	21.43	3.12
Kanser	10	17.86	2.60
Kalp rahatsızlığı	8	14.29	2.08
Diyabet	6	10.71	1.56
Mide rahatsızlığı	2	3.57	0.52
Toplam (a)	56	100.00	14.55
Toplam çiftçi sayısı (n)	385		

Çiftçilerin sağlığına dikkat etme durumu Tablo 4’de gösterilmiştir. Çiftçilerin %48.3’ü sağlıklarına dikkat ettiğini, %45.7’si ise kısmen dikkat ettiğini belirtmiştir. Bununla birlikte, %6.0 düzeyinde küçük bir kesim sağlıklarına dikkat etmediğini ifade etmiştir. Bu sonuçlar, çiftçilerin büyük bir çoğunluğunun sağlık bilincine sahip olduğunu ve pestisit kullanımının sağlığa etkileri konusunda bir farkındalık düzeyine sahip olabileceğini göstermektedir.

Tablo 4. Çiftçilerin sağlığına dikkat etme durumu

Durum	n	%
Hayır	23	6.0
Kısmen	176	45.7
Evet	186	48.3
Toplam	385	100.0

Pestisit kullanım sonucu çiftçilerin yaşadığı sağlık sorunu Tablo 5’de gösterilmiştir. Pestisit kullanımı sonucunda en sık karşılaşılan sağlık sorunları; solunum (%39.48), deri (%35.84) ve göz (%32.21) problemleri olarak sıralanmaktadır. Mattilla ve ark. (2021) ve Islam ve ark. (2023) pestisit maruziyetinin astım, bronşit ve diğer kronik solunum yolu hastalıklarıyla ilişkili olduğunu ortaya koymuş olup özellikle tarımsal alanlarda daha fazla olduğunu ortaya koymuştur. Kim ve ark. (2017) pestisitlerin içerdikleri kimyasallar ile solunum yollarını tahriş ettiği ifade etmiştir. Sindirim sistemi sorunları (%8.05) ve kanser (%2.86) ise daha düşük oranlarda görülmektedir. Bu veriler, pestisitlerin özellikle vücuda doğrudan temas eden bölgelerde ciddi sağlık problemlerine neden olabileceğini göstermektedir. Keifer & Firestone (2007), pestisit maruziyeti sonucu gelişen akut dermatolojik sorunların özellikle tarım işçileri arasında yaygın olduğunu vurgulamaktadır. Gözle ilgili sorunlar ise genellikle pestisit damlacıklarının göze doğrudan teması ile ilişkilendirilir.

Tablo 5. Pestisit kullanım sonucu çiftçilerin yaşadığı sağlık sorunu

Sağlık Sorunu	Frekans (f)	Oran (f/a)*100	Oran (f/n)*100
Solunum	152	33.63	39.48
Deri	138	30.53	35.84
Göz	124	27.43	32.21
Sindirim	31	6.86	8.05
Kanser	11	2.43	2.86
Toplam (a)	452	100.00	-
Toplam çiftçi sayısı (n)	385	-	-

İlaçlama yaparken ilaca maruz kalma durumu (pestisit maruziyeti) ve ileride hatalık yaşayacağını düşünme durum (hastalık riski) arasındaki istatistiksel ilişki Tablo 6'da gösterilmiştir. Pestisite maruz kalan çiftçilerin %92.64'ü ileride hastalık yaşayacaklarını düşünürken, maruz kalmayanlar arasında bu oran %44.09'dur. Yapılan istatistiksel analiz ($X^2=111,954$; $p<0.01$), pestisit maruziyeti ile hastalık riski algısı arasında güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, pestisitlere maruz kalmanın çiftçiler üzerinde fiziksel etkisinin yanında psikolojik etki yarattığını da göstermektedir.

Tablo 6. Pestisit maruziyeti ve hastalık riski (ileride hatalık yaşayacağını düşünme durumu) arasındaki istatistiksel ilişki

	Hastalık riski					
	Hayır		Evet		Toplam	
	n	%	n	%	n	%
Pestisit maruziyeti*						
Hayır	71	55.91	56	44.09	127	100.0
Evet	19	7.36	239	92.64	258	100.0
Toplam	90	23.38	295	76.62	385	100.0

Önem seviyesi: * p-değeri < 0.01; ** p-değeri < 0.05

Pestisitlerin insan sağlığı üzerindeki etkilerine dair çeşitli ifadeler çiftçilere yöneltilmiş olup 5'li likert ölçeği kullanılarak katılım düzeyleri ölçülmüştür (Tablo 7). En yüksek katılım düzeyi, solunum yolu rahatsızlıklarına ilişkin olup ortalama 4.55 (Standart Sapma: 0.856) olarak belirlenmiştir. Kanserojen etkilerin algısı da oldukça yüksek (Ortalama: 4.29, Standart Sapma: 0.827) çıkmıştır. Deri tahrişi (Ortalama: 4.07) ve kısa süren zehirlenme etkisi (Ortalama: 4.00) de çiftçiler tarafından önemli ölçüde kabul görmüştür. Daha düşük ortalamalar ise sonradan oluşabilecek hastalıklara (3.62) ve göz üzerindeki zararlara (3.55) dair algılarda gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, çiftçilerin pestisitlerin insan sağlığı üzerindeki hem akut (vücudun sadece bir bölümünün etkilenmesi) hem de kronik etkilerinin farkında olduğunu,

ancak gözle ilgili risklerin diğer etkiler kadar güçlü bir şekilde algılanmadığını göstermektedir. Standart sapma değerleri, çiftçilerin bu konulara dair görüşlerinde genel bir tutarlılık olduğunu ortaya koymaktadır. Yassin ve ark. (2002) çiftçilerin büyük bir kısmının pestisitlerin sağlık üzerindeki etkileri konusunda farkında olduklarını ancak koruyucu ekipman kullanımı konusunda yetersiz olduklarını belirtmiştir. Bu bağlamda, çiftçilere yönelik eğitim programlarının artırılması ve koruyucu ekipman kullanımının teşvik edilmesi gerekmektedir.

Tablo 7. Pestisit kullanımının insan sağlığına etkisi konularında çiftçilerin katılım düzeyi

Sağlık sorunu	Min.	Maks.	Ort.	Std. Sp.
Solunum yolu rahatsızlığı yapar	2	5	4.55	0.856
Kanserojen etkisi olur	1	5	4.29	0.827
Deri üzerini tahriş eder	1	5	4.07	0.862
Kısa süren zehirlenme yapar	1	5	4.00	0.839
Sonradan oluşabilecek hastalıklara sebep olur	1	5	3.62	0.928
Göze zarar verir	1	5	3.55	0.855

Sonuç

Pestisitler, tarımsal üretimde zararlı organizmalarla mücadelede etkin bir araç olarak kullanılmaktadır. Ancak, bu kimyasal maddelerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri, özellikle pestisitlere düzenli olarak maruz kalan çiftçiler için önemli bir risk oluşturmaktadır. Çiftçiler, bu kimyasallara hem doğrudan maruziyet (ilaçlama sırasında) hem de dolaylı maruziyet (tüketim veya çevresel etkiler) yoluyla etkilenmektedir. Bu bağlamda, pestisitlerin sağlık üzerindeki etkilerini anlamak ve bu konuda farkındalık oluşturmak hem bireysel hem de toplumsal düzeyde kritik bir öneme sahiptir. Bu çalışmada, Iğdır ili çiftçileri üzerinden pestisitlerin sağlığa olan etkileri ve çiftçilerin bu konudaki düşünceleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Araştırma bulguları pestisit kullanımı sonrası çiftçilerin solunum yolu rahatsızlıkları (%39.42), deri problemleri (35.48) ve göz sorunları (32.21) yaşadığını ortaya koymuştur. Çiftçilerde en sık görülen kronik rahatsızlık sırasıyla; astım (%4.68), hipertansiyon (%3.12) ve kanser (%2.60) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, pestisit maruziyeti ile hastalık riski algısı arasında güçlü bir ilişki bulunmuştur ($p < 0.01$). Pestisitlerin insan sağlığına yönelik risklerini azaltmak için tarımsal ilaçlamada koruyucu önlemlerin alınmasına yönelik farkındalığın artırılması gereklidir.

Kaynaklar

- Alavanja, M.C., Ross, M.K., & Bonner, M.R. (2013). Increased cancer burden among pesticide applicators and others due to pesticide exposure. *CA Cancer J Clin.*, 63(2):120-42. doi: 10.3322/caac.21170
- Islam, J.Y., Hoppin, J., Mora, A.M. (2023). Respiratory and allergic outcomes among 5-year-old children exposed to pesticides, (78):41-49.
- Karadaş, K., & Özger, Ö. (2022). Determination of buffalo milk production cost: The case of Iğdır province. *Hayvansal Üretim*, 63(2), 91-96.
- Keifer, M. C., & Firestone, J. (2007). Neurotoxicity of pesticides. *Journal of Agromedicine*, 12(1), 17-25.
- Kim, K.H., Kabir, E. & Jahan, S.A. (2017). Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Sci Total Environ.* 1;575:525-535. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.09.009. Epub 2016 Sep 7. PMID: 27614863.
- Mattila T, Santonen T, Andersen HR, Katsonouri A, Szigeti T, Uhl M, Waşowicz W, Lange R, Bocca B, & Ruggieri F. (2021). Scoping Review—The Association between Asthma and Environmental Chemicals. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3):1323. Doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph18031323>
- Mnif, W., Hassine, A.I., Bouaziz, A., Bartegi, A., Thomas, O. & Roig, B. (2011). Effect of endocrine disruptor pesticides: a review. *Int J Environ Res Public Health*, 8(6):2265-303. Doi: 10.3390/ijerph8062265.
- Ural, A. & Kılıç, İ., (2011) Bilimsel Araştırma Süreci ve SPSS ile Veri Analizi, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Yamane, T. (2001). Temel Örneklem Yöntemleri (Çeviri: Alptekin Esin, M.Akif Bakır, Celal Aydın, Esen Gürbüzsel). Literatür Yayınları, Birinci Basım, İstanbul.

BUĞDAY ÜRETİCİLERİNİN SOSYO-EKONOMİK ÖZELLİKLERİ VE ÜRETİM SORUNLARI: VAN İLİ TUŞBA İLÇESİ ÖRNEĞİ

Prof. Dr. Köksal KARADAŞ (ORCID: 0000-0003-1176-3313)

Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department Agricultural Economics, Iğdır-Türkiye
Email: kkaradas2002@gmail.com

Dr. Öğr. Üyesi Osman Doğan BULUT (ORCID: 0000-0003-2682-6356)

Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department Agricultural Economics, Iğdır-Türkiye
Email: dgnblt@gmail.com (Responsible Author)

Özet

Tahıl grubunun önemli bitkilerinden biri olan buğday dünyada pek çok insanın gıda ihtiyacı ile hayvancılıkta kaba yem ihtiyacının karşılanması açısından büyük öneme sahiptir. Önemli bir tahıl olan buğday üretim ve verim düzeyini etkileyen unsurlardan biride işletmelerin demografik özellikleri ile üretim sorunlarıdır. Van ili Tuşba ilçesinde buğday üreten işletmelerin demografik özellikleri ile üretimle ilgili sorun ve çözüm önerilerinin belirlenmesi bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Çalışmada Tarım ve Orman Bakanlığı Van İli Tuşba İlçe Tarım Müdürlüğü Çiftçi Kayıt Sistemine kayıtlı olan ve Basit Tesadüfî Örnekleme Yığın Oran Tahmini Yöntemine göre belirlenen 104 adet buğday üreticisi ile yapılan anketlerden elde edilen veriler kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre üreticiler 28 ile 78 yaşları arasında olup ortalama 48 yaşındadırlar. Her işletmede ortalama olarak 4,24 Erkek İş Birimi (EİB) bulunurken, en az 2, en çok 11 ve ortalama 7,13 adet hane halkı mevcuttur. İşletmeciler en az 5, en çok 61 ve ortalama 24 yıllık iş tecrübesine sahiptirler. İşletmecilerin % 7,5'inin okuryazar olmadığı, %60'ının ise ilk ve orta öğretim düzeyinde eğitime sahip oldukları belirlenmiştir. Her işletmede ortalama 115 da mülk arazi bulunurken ortalama buğday ekim alanı 68 dekar olarak tespit edilmiştir. Buğday üretimi ile ilgili önemli sorunlar arasında girdi fiyatlarının yüksek olması, sulama suyunun yetersizliği ve sulama imkânlarının zorluğu ile kaliteli tohum bulamama belirlenmiştir. Bu sorunlara çözüm önerisi olarak girdi fiyatlarının düşürülmesi, yeterli miktarda sulama suyu ve sertifikalı tohum temini yanında sulama imkânlarının kolaylaştırılması sağlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Buğday üretimi, Demografik özellikler, Van

SOCIO-ECONOMIC CHARACTERISTICS AND PRODUCTION PROBLEMS OF WHEAT PRODUCERS: THE CASE OF TUŞBA DISTRICT, VAN PROVINCE

Abstract

Wheat, one of the important plants of the cereal group, has great importance in terms of meeting the food needs of many people in the world and the roughage needs in animal husbandry. One of the factors affecting the production and yield level of wheat, an important grain, is the demographic characteristics and production problems of the farms. The aim of this study is to determine the demographic characteristics of wheat producing enterprises in Tuşba district of Van province and the problems and solution suggestions related to production. In the study, data obtained from surveys conducted with 104 wheat producers who were registered in the Farmer Registration System of the Van Province Tuşba District Agriculture Directorate of the Ministry of Agriculture and Forestry and determined according to the Simple Random Sampling Mass Ratio Estimation Method were used. According to the research results, the producers were between 28 and 78 years old and the average age was 48. While there were an average of 4.24 Male Business Units (EİB) in each enterprise, there were a minimum of 2, a maximum of 11 and an average of 7.13 household members. The operators had a minimum of 5, a maximum of 61 and an average of 24 years of work experience. It was determined that 7.5% of the operators were illiterate and 60% had primary and secondary education. Each enterprise had an average of 115 decares of land, while the average wheat planting area was determined as 68 decares. Among the important problems related to wheat production, high input prices, insufficient irrigation water, difficulty in irrigation opportunities and inability to find quality seeds were determined. As a solution to these problems, input prices should be reduced, sufficient irrigation water and certified seed should be provided, and irrigation opportunities should be facilitated.

Keywords: Wheat production, Demographic characteristics, Van

Giriş

Dünyada en çok ekilen ve gıda olarak tüketilen tahıl olan buğday, insanların günlük enerji ihtiyaçlarının yarısına yakınına karşılık gelmektedir (Atar, 2017). Oldukça yüksek rakımlarda ve birkaç ay gibi kısa sürede kolay bir şekilde yetişebilen ve kendine tozlaşan bitki olan buğdayın içeriğinde %60-80 nişasta ve %8-14 protein bulunması nedeni ile besin değeri oldukça yüksektir (Diamond, 1997; Zohary & Hopf, 2000). Mineral maddeler ve B vitamini de dâhil olmak üzere buğday, mikro besin maddelerince oldukça zengin olup küresel nüfusun enerji ihtiyacının %20'si buğdaydan karşılanmaktadır (Cummins & Robert-Thomson, 2009). Ekmeklik kalitesi arpa, pirinç, mısır vb. ye göre daha iyi olup kolay ve uzun süreli olarak depolanabilmektedir.

Dünyada 2023 yılı itibarı ile 2202070700 da alanda 798975306 ton buğday üretilirken 362 kg/da verim elde edilmiştir. Dünya buğday üretiminde ilk üç sırayı 136596100 ton Çin, 110553675 ton Hindistan ve 91500000 ton ile Rusya Federasyonu alırken Türkiye 22000000 ton ile 11. sırada yer almaktadır. Verim bakımından ise ilk üç sırayı 967 kg/da Yeni Zelanda, 867 kg/da İrlanda ve 847 kg/da ile Hollanda alırken Türkiye 322 kg/da ile 52. sırada yer almaktadır (FAO, 2023).

Tablo 1. Türkiye’de buğday üretim ve veriminde ilk sırada yer alan iller (TÜİK, 2023)

İl	Üretim (ton)	İl	Verim kg/da
Konya	1556550	Şanlıurfa	550
Ankara	1021120	Edirne	536
Şanlıurfa	839526	İzmir	445
Edirne	724119	Gaziantep	441
Tekirdağ	687601	Aydın	427
Diyarbakır	680178	İstanbul	416
Yozgat	628975	Yalova	410
Eskişehir	603160	Ağrı	386
Sivas	560721	Konya	386
Van (50)	109203	Van (75)	174

2023 yılı itibarı ile Türkiye buğday üretiminde ilk sırayı Konya (1556550 ton) alırken Van 50. sırada yer almakla birlikte (109203 ton) Türkiye buğday üretiminin %0.5'ini karşılamaktadır. Aynı yıl buğday verimi bakımından ilk sırayı Şanlıurfa (550 kg/da) alırken Van 75. sırada bulunmaktadır (174 kg/da).

Tuşba ilçesi buğday üretimi (13703 ton) Van ili üretimin %12.5'ini karşılarken verim düzeyi (214 kg/da) Türkiye ortalamasının altındadır. Bölge buğday üreticilerinin demografik özellikleri ve buğday üretimi ile ilgili sorunlar ve çözüm önerileri bir taraftan elde edilen buğday verimini diğer taraftan buğday üreticilerini gelirini etkilemektedir. Özellikle verim açısından Türkiye’de oldukça düşük sıralarda yer alan Van buğday üreticilerinin düşük verim sebeplerinin araştırılması önem arz etmektedir. Bu kapsamda buğday üreticilerinin demografik özelliklerinin ve buğday üretimi ile ilgili sorunlarının ve çözüm önerilerinin belirlenmesi bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmada kullanılan veriler Van ili Tuşba ilçesinde buğday üreten 104 işletmeci ile yüz yüze yapılan anketlerden elde edilmiş olup 2023 yılı üretim dönemini kapsamaktadır. Doğu Anadolu Bölgesi sınırları içerisinde yer alan Van ili etrafı yüksek dağlarla çevrili Van Gölü ovasında kurulmuş olup 1725 metre rakıma sahip, 38° 28' enlem ve 43° 21' boylam dereceleri arasında bulunmaktadır (Gazioğlu Şensoy & Tutuş, 2017). Van ilinin doğusunda İran, güneyinde Hakkari, Şırnak, Siirt, batısında Van gölü ve kuzeyinde Ağrı ili bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Van il haritası

Örnekleme Yöntemi

Ana kitle içerisinde popülasyon ile ilgili çıkarımlarda bulunmak üzere ana kitleyi temsil edecek şekilde birimleri seçme (örnek alma) işlemine örnekleme denir (Ural & Kılıç, 2011). Araştırmanın ana kitesini Van ili Tuşba ilçesinde buğday üreten işletmeler oluşturmaktadır. Çalışmada kullanılan anket sayısının hesaplanmasında aşağıda verilen "Basit Tesadüfi Örnekleme Yöntemi" kullanılmış olup (Çiçek & Erkan, 1996), Tuşba İlçe Tarım Müdürlüğü Çiftçi Kayıt Sistemi verilerinden işletmelerin buğday üretim alanları dikkate alınmıştır.

$$n = \frac{NS^2t^2}{(N-1)d^2 + S^2t^2} \quad (1)$$

Formül açıklaması şu şekildedir;

N: Ana kitle

n: Örnek hacmi (2267)

S: Standart hata (8.1)

t: 1.65 (%90 güven düzeyine karşılık gelen standart t cetvel değeri)

d: Kabul edilebilir hata payı (X ortalamasının %10'u= 12.8)

Örneklem hacminin hesaplanması (2):

$$n = \frac{2267 \times 8.1^2 \times 1.65^2}{(2267 - 1) \times 1.28^2 + 8.1^2 \times 1.65^2} = 104 \quad (2)$$

Verilerin analizinde % ve frekanslar hesaplandıktan sonra üreticilerin buğday üretimi ile ilgili sorunları ve bu sorunlara çözüm önerileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

İşletmelerin Nüfusu ve İşletmeci Yaşı

Nüfus, tarımsal faaliyetin temel unsurlarından olan işgücünün kaynağını oluşturduğundan sosyal ve ekonomik nitelikleriyle ortaya konulmalıdır (Peker & Ayyıldız, 1996). İlk olarak işletme sahiplerinin yaşları değerlendirilmiş en genç 28, en yaşlı 78, ortalama işletmeci yaşı 48 olarak belirlenmiştir. İşletmecilerin kaç yıldır buğday üretimi faaliyeti ile uğraştıkları sorulmuş en az 5, en çok 61 ve her işletmecinin ortalama 24 yıldır buğday üretimi ile ilgilendikleri. İncelenen her çiftçi ailesinde ortalama olarak 4.24 Erkek İş Birimi (EİB) bulunurken, en az 2, en çok 11 ve ortalama 7.13 adet hane halkı mevcut olup, Her işletmede kız çocuğu sayısı en çok 2 ve ortalama 1.82 adet, erkek çocuğu sayısı en çok 2 ve ortalama 1.52 adet, toplam çocuk sayısı ise en çok 13 ve ortalama 3.02 adettir (Tablo 2).

Tablo 2. Erkek İş Birimini Hesaplama Kullanan Katsayılar

Yaş	Ortalama Birey sayısı	Katsayı	EİB
0-6 Çocuk	0.38		
7-14 Çocuk	1.24	0.50	0.62
15-49 Erkek	1.82	1.00	1.82
15-49 Kadın	1.52	0.75	1.14
50-64 Erkek	0.54	0.75	0.41
50-64 Kadın	0.51	0.50	0.25
64+	1.12		
Toplam	7.13		4.24

Eğitim Durumu ve Gelir Kaynakları

Üreticilerin eğitim durumları incelenmiş ve işletmecilerin %7.0'ının okuryazar olmadığı, %55.7'sinin ise ilk ve orta öğretim düzeyinde eğitime sahip oldukları belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. İşletmecilerin Eğitim Durumu

Eğitim Durumu	N	%
Okuryazar değil	8	7.7
Okuryazar	15	14.4
İlk ve ortaokul mezunu	43	41.3
Lise mezunu	21	20.2
Ön lisans	11	10.6
Lisans	1	1.0
Yüksek lisans	5	4.8
Toplam	104	100

İşletmecilerin gelir kaynakları değerlendirildiğinde en fazla üreticilerin %68.3 ile hem bitkisel hem de hayvansal üretim faaliyetlerinin birlikte yaptıkları belirlenmiştir.

Tablo 4. İşletmecilerin Gelir Kaynakları

Gelir Kaynağı	n	%
Bitkisel	8	7.7
Bitkisel + hayvansal	71	68.3
Bitkisel + hayvansal + tarım dışı	18	17.3
Bitkisel + tarım dışı	7	6.7
Toplam	104	100

Arazi Kullanımı ve Sigorta Yaptırma Durumu

İşletmecilerin mülk arazileri incelenmiş en az 1 da en fazla 400 da olmak üzere ortalama işletme başı 115 da mülk arazi olduğu belirlenmiştir. Mülk arazilerin parsel sayısı 1-17 arasında değişmekle beraber ortalama işletmelerin arazileri 7 parselden oluşmaktadır.

İşletmecilerin %7.7'sinin tarım sigortası yaptırdığı, %92.3'ünün ise sigorta yaptırmadığı belirlenmiştir. Sigorta yaptırmayan işletmecilerin sigorta yaptırmama nedenleri araştırılmış ve üreticilerin %56.7'si arazilerinin sel yatağında olmadığını ve sigorta yapmaya gerek duymadıklarını, %32.7'si sigorta masraflarının yüksek olduğunu ve %10.6'sı sigorta hakkında bilgileri olmadıklarını belirtmişlerdir (Tablo 5).

Tablo 5. Üreticilerin Sigorta Yaptırmama Nedenleri

Sigorta Yaptırmama Nedeni	n	%
Arazim sel yatağında değil, sigortaya gerek yok	8	7.7
Sigorta masrafları pahalı	71	68.3
Sigorta hakkında bilgim yok	18	17.3
Toplam	104	100

Buğday Üretim ve Verim Düzeyi

Üreticiler en az 6 da, en çok 500 da olmak üzere ortalama 68 da alanda buğday üretmektedirler. Üretilen buğday miktarı 1260-50000 kg arasında değişmekle birlikte ortalama 9484 kg olarak belirlenmiştir. Tuşba ilçesi buğday üreticileri 56-450 kg/da arasında değişen ve ortalama 154 kg/da verim elde etmişlerdir. Bu miktar hem Türkiye ortalama buğday veriminden (322 kg/da) ve hem de Van ili buğday veriminden (174 kg/da) daha düşüktür. TEPGE (2014), Çukurova bölgesinde buğday verimini 506 kg/da olarak belirlenirken, Öztürk ve ark. (2023) Muş İli'nde

buğday verimini 261 kg/da olarak belirlemişlerdir.

Buğday Üretim ve Pazarlama Sorunları ve Çözüm Önerileri

Bölge buğday üreticileri üretim ve pazarlama problemleri belirlenmeye çalışılmış ve en önemli problemlerin girdi fiyatlarının yüksek olması (%41), sulama suyunun yetersizliği ve sulama imkânlarının zorluğu (sulama suyunun arazilere ulaştırılmasındaki engeller) (%21), Kaliteli tohum bulama (%14) ve verim düşüklüğü (%13) gelmektedir (Tablo 6). Daha önce yapılan çalışmalarda Van ilinde buğday veriminin düşük olma sebebinin çiftçilerin çeşit ve yetiştiricilik konusunda bilgi yetersizliği (Kaydan & Yağmur, 2008), kaliteli sertifikalı tohumluk kullanımının yaygın olmaması, bazı hastalık ve zararlılarla mücadelede yetersiz kalınması (Anonim, 2011), elverişsiz iklim ve toprak özellikleri (Anonim, 2016), yüksek verimli ve kaliteli tescilli çeşitlerin yerine genel olarak yöresel çeşitlerin kullanılmasından kaynaklandığını (Altuner ve ark., 2019) belirtmişlerdir.

Tablo 6. Üretim ve Pazarlama Sorunları

Sorunlar	n	%
Girdi fiyatları yüksek	43	41
Su yetersiz ve sulama imkanları zor	22	21
Kaliteli tohum bulunamıyor	15	14
Verim düşük	14	13
Pazarlama problemleri var	7	7
İşçi fiyatları yüksek	3	3
Toplam	104	100

Üretim ve pazarlama sorunlarına hangi çözümlerin getirilmesi gerektiği bölge çiftçilerine sorulmuş ve üreticilerin %52'si girdi fiyatlarının düşürülmesi, %24'ü yeterli miktarda sulama suyu temin edilmesi ve sulama imkânlarının kolaylaştırılması (su kaynaklarının arazilere ulaşımı konusunda gerekli çalışmaların yapılması) ve %15'i sertifikalı tohum sağlanması olarak belirlenmiştir.

Tablo 7. Üretim ve Pazarlama Sorunlarına Çözüm Önerileri

Çözüm Önerileri	n	%
Girdi fiyatlarının düşürülmesi	54	52
Yeterli miktarda sulama suyu sağlanması ve sulama imkânlarının kolaylaştırılması	25	24
Sertifikalı tohum temini	15	14
Yetkililerin tarıma uygun politikalar geliştirmesi	10	10
Toplam	104	100

TEPGE (2014) Çukurova Bölgesi'nde pazarlama alternatiflerinin üretici gelirini artıracığını, Altuner ve ark. (2019) Van ilinde kullanımı yaygın olan verimi ve kalitesi düşük çeşitlerin yerine yüksek verimli ve kaliteli çeşitlerin kullanılması ve yaygınlaştırılmasının buğday verimini artıracığını, Öztürk ve ark. (2023) Muş ilinde araştırmacı, yayımcı ve yetiştirici arasında kurulacak etkin bir koordinasyon ve eğitim sayesinde, buğday üretiminde karlılığı ve verimin daha yüksek seviyelere çıkarılmasının mümkün olacağını ifade etmişlerdir.

Sonuç ve Öneriler

Van ili Tuşba ilçesi buğday üreticileri 2023 yılı üretim döneminde ülke ve bölge ortalamasının altında buğday verimi elde etmişlerdir. Yeterli sulama suyunun bulunmaması ve sulama imkânlarının zorluğu düşük verim elde edilmesine sebep olmuştur. Bu noktada verim düzeyinin artırılması için yeterince sulama suyu temin edilmeli ve sulama suyunun tarım arazilerine ulaştırılması sağlanmalıdır. Yeterince verim elde edilememesinin başka bir sebebi üreticilerin sertifikalı tohum temin edememeleridir. Bölge tarım kuruluşları aracılığı ile üreticilere yeterince sertifikalı buğday tohumu temin edilmelidir. Çiftçilerin %92.3'ünün ürün sigortası yaptırmaması bölgede sigortanın önemini anlaşılmadığını gösterdiğinden seminer, broşür vb. ile bölge çiftçisine sigortanın önemi anlatılmalı ve daha fazla üreticinin tarımsal sigorta yaptırmaları sağlanmalıdır.

Kaynakça

- Altuner, F., Oral, E. & Ülker, M., (2019). Van İli Buğday Tarımının Türkiye ve Bölgedeki Yeri, Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2): 339-351.
- Anonim, (2011). 2023 Dünya Şehri Van Tarım ve Gıda Çalışma Grubu Ön Çalışma Raporu, Van İl Tarım Müdürlüğü Yayınları, Van. 137
- Anonim, (2016). 2015 Yılı Faaliyet Raporu. Van İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müd.Yay., Van. 1,217
- Atar, B. (2017). Gıdamız Buğdayın, Geçmişten Geleceğe Yolculuğu. Süleyman Demirel Üniversitesi Yalvaç Akademi Dergisi, 2(1): 1-12.
- Cummins, A. G. & Roberts-Thomson, I.C., (2009). Prevalence of Celiac Disease in the Asia Pacific Region. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 1347-1351. doi:10.1111/j.1440-1746.2009.05932.x
- Çiçek, E. & Erkan, O., (1996). Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklem Yöntemleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No:12
- Diamond, J. (1997). Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies. W.W.Norton, Company inc., New York. Türkçeye Çeviri: Ülker İnce.
- FAO, 2023. Food and Agricultural Organization of The United Nations. Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Gazioğlu Şensoy, R. İ. & Tutuş, A. (2017). Tarih Boyunca Van İli ve Çevresinde Bağcılık Kültürü. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22 (1): 56-63.
- Kaydan, D. & Yağmur, M. (2008). Van ekolojik koşullarında bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin verim ve verim öğeleri üzerine bir araştırma. *T.B. D.*, 14(4): 350-358.
- Öztürk, F., Kılıç, H. & Karakaya, E., (2023). Muş İli Buğday Üretiminin Mevcut Durum Analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10(1): 116-132.
- Peker, K., Ayyıldız, T., 1996, Pasinler İlçesi Tarım İşletmelerinde Atıl İşgücünün Tespiti ve Bu İşgücünü Değerlendirme İmkânları. *Tr.J.Of Ariculture and Forestry*, 20:23-190.
- TEPGE, 2014. Çukurova Bölgesinde Başlıca Tarla Ürünlerinin Üretim Maliyetleri ve Pazarlama Yapıları. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No.230. Ankara.
- TÜİK, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>
- Ural, A., Kılıç, İ., (2011) Bilimsel Araştırma Süreci ve SPSS ile Veri Analizi, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Zohary, D. & Hopf, M. (2000). Domestication of plants in the Old World. 3rd edn. 316pp, New York: Oxford University Press.

**ALLEVIATING EFFECTS OF EXOGENOUS MELATONIN AGAINST SALT
(NaCl) STRESS IN PARSLEY (*Petroselinum crispum* L.)**

Dr. Mustafa AKÇAY (ORCID: 0000-0003-1747-2314)

Kafkas University, Kars Vocational School, Department of Chemistry and Chemical
Processing Technologies, Kars-Türkiye,

Email: mustafaakcay@kafkas.edu.tr

Abstract

Melatonin is a natural agent with multiple functions in both plants and animals. However, its potential roles under abiotic stress in plants remain unclear. Soil salinity, which induces multiple stresses, poses a significant threat to global agriculture due to its high salt content. Therefore, in this study, the effects of exogenous melatonin application on some growth parameters and biochemical responses of plant tissues regenerated under *in vivo* culture from parsley (*Petroselinum crispum* L.) variety, against NaCl stress applied to the soil, were investigated. After 4 weeks of *in vivo* plant regeneration, 40 ml of NaCl solution at concentrations of 50 and 100 mM was applied to the soil at two-day intervals, while 5 mM melatonin was applied exogenously to the plant leaves. This procedure was carried out for a total of 10 days. Both NaCl concentrations had a negative effect on the growth and development of parsley when compared to the control group. The application of NaCl resulted in a reduction in root and plant length, as well as root and leaf fresh weight, while increasing MDA and proline content. In contrast, the melatonin concentration application, compared to the control and NaCl concentration treatments, increased the root and plant length, root and leaf fresh weight, and proline content, while reducing the MDA levels, thereby having a positive effect on the plant's growth and development. The highest MDA (1.16 nmol/g^{-1}) value was observed with the 100 mM NaCl treatment, while the highest proline content ($0.226 \text{ } \mu\text{g/g}^{-1}$) was found with the NaCl+melatonin (100 mM+5 mM) treatment. The lowest MDA ($0.518 \text{ nmol/g}^{-1}$) and proline ($0.05 \text{ } \mu\text{g/g}^{-1}$) contents were observed under the 5 mM melatonin treatment. These results suggest that melatonin may play a protective role in mitigating the negative effects of salt stress, promoting plant growth, and improving biochemical balance.

Keywords: *Petroselinum crispum* L., salt (NaCl) stress, melatonin, proline, MDA

Introduction

Petroselinum crispum L., popularly known as parsley, is a member of the Apiaceae family and is a widely grown spice (Suhaj, 2006; Zhang et al., 2006). This plant is an erect green plant with strongly aromatic compound leaves and terminal umbel-shaped, small yellow-greenish flowers in clusters above the leaves (Vora et al., 2009). Parsley stands out as one of the most consumed plants in the world. This plant, known in the Mediterranean for about 2000 years, is also grown as a medicinal plant because it is rich in antioxidant substances, essential oils, flavonoids and vitamins (A and C). Parsley can be used fresh or dried, and its leaves, stems, and seeds are the most consumed parts (Alibas et al., 2019; Barroso et al., 2019; Marthe, 2020).

Plants are frequently affected by various biotic and abiotic stresses throughout their life cycle in different parts of the world. Soil salinity has become a serious global threat, especially in terms of agricultural production and crop yield. Salt stress is one of the most important abiotic stresses that limits the growth and development, quality and yield of many crops (Yan et al., 2020; Chen et al., 2021; Dai et al., 2022). Na⁺ and Cl⁻ are the major salt ions that are toxic to plants under salt stress. The intensity of salinity effects varies from plant to plant and species to species and also depends on the NaCl concentration in the soil, the sensitivity of the crops and the genetic makeup of the crops for salt tolerance. Salinity creates osmotic and ion stresses in the plant, causing structural deterioration and synthesis of toxic compounds (Shams et al., 2019). While salt stress reduces the chlorophyll content and stomatal conductance in the plant, it also causes the percentage of dry matter, sodium and chloride concentrations to increase. Plants develop various biochemical and molecular mechanisms, such as antioxidant systems, to cope with osmotic and ion stresses caused by salinity (Kiremit & Arslan 2016; Rehman et al., 2016; Kamal et al., 2019; Larbi et al., 2020). Biotechnology studies are being carried out to minimize the harmful effects of salinity by achieving salt tolerance in plants. These studies are not yet economical and take a long time (Poursakhi et al., 2019).

Melatonin (N-acetyl-5-methoxytryptamine, MT) is a low molecular weight organic compound that acts as a pleiotropic signaling molecule and plays vital roles in both animals and plants by regulating many physiological processes (Hardeland et al., 2011; Tan et al., 2012; Han et al., 2017). Melatonin was first detected in the Japanese morning glory (*Pharbitis nil*) plant in 1993, and subsequent studies confirmed its presence in the organs of various plant species such as seeds, roots, leaves, stems and fruits (Van Tassel et al., 2001; Nawaz et al., 2016). Melatonin plays important roles during seed germination, plant growth and development, root growth, photosynthesis, flowering, regulation of fruit ripening and production of fruit quality (Erland et al., 2015; Martinez et al., 2018; Wei et al., 2018). Additionally, melatonin plays an important role in the tolerance of plants to abiotic stresses by acting as a hormone and antioxidant molecule (Zhang et al., 2015; Zhao et al., 2017). Many studies have shown that melatonin acts as an antioxidant and plays an important role in protecting plants against different environmental stresses, including stresses caused by heat, salt, and heavy metals (Posmyk et al., 2008; Shi et al., 2015; Chen et al., 2018). One of the most important roles of melatonin is to detoxify reactive oxygen species by producing a free radical scavenging cascade and activating antioxidant enzymes (Rodriguez et al., 2004; Fischer et al., 2013; Marta et al., 2016). There are few reports on the responses of melatonin to salt response in parsley (*Petroselinum crispum* L.). Therefore, in this study the effect of exogenously applied melatonin on some growth and biochemical parameters of parsley plants under salt (NaCl) stress was investigated.

Materials and Methods

Plant Materials, Growing Conditions and Applications

This study was conducted at Kafkas University Life Sciences and Technologies Application and Research Center. Parsley (*Petroselinum crispum* L.) seeds were used as material. Seeds were obtained commercially. *Petroselinum crispum* L. seeds were first washed in 75% ethyl alcohol and then sterilized in 5% sodium hypochlorite (NaClO) commercial bleach for 15 minutes. Finally, the seeds were washed several times with pure water and were ready for planting. The seeds were sown in pots containing a previously prepared mixture of soil:perlite:peat (1:1:1) and an equal number of seeds were planted in each pot. After planting, the pots were placed in an air-conditioning cabinet with 26°C temperature, 16/8 day-night photoperiod and 50% humidity and allowed to grow. The seedlings in each pot were watered only with equal amounts of water until harvest (4 weeks). On the 28th day, salt (NaCl), melatonin and combination (NaCl+MT) applications were started to the plants. The concentrations of the applications were determined according to literature research and preliminary study. A total of six groups were formed, including the control. Groups; NaCl (50 and 100 mM), melatonin (5 mM) and combinations (50 mM NaCl + 5 mM melatonin, 100 mM NaCl + 5 mM melatonin). While NaCl concentrations were applied to the soil as a 40 ml solution, melatonin application was sprayed exogenously onto the leaves. Applications were made at two-day intervals and lasted 10 days in total. During the application period, only water was applied to the pot used as the control plant. The treatments and concentrations are given in Table 1 below. Morphological details of week 4 *Petroselinum crispum* L. plants are given in Figure 1.

Table 1. Applications and concentrations

Applications	NaCl	+	Melatonin
1.	Control		Control
2.	50 mM		-
3.	100 mM		-
4.	-		5 mM
5.	50 mM	+	5 mM
6.	100 mM	+	5 mM



Figure 1. Morphological image of parsley (*Petroselinum crispum* L.) plant at 4th week

Some Growth Parameters

At the end of the 10th day, parsley *Petroselinum crispum* L. plants were harvested, root and plant lengths were measured with a precision ruler, and root and leaf fresh weights were weighed with a precision scale.

Determination of Proline Content

The method described by Bates et al. (1973) was used to determine the proline content. After both leaf and root samples were weighed as 0.2 g, they were crushed using liquid nitrogen in a mortar and then homogenized by adding 3 ml of sulphosalicylic acid. Then, the homogenate was centrifuged at 18,000 rpm for 15 minutes, then 2 ml of the upper liquid was taken and transferred to a new test tube, and 2 ml of glacial acetic acid and 2 ml of acid ninhydrin solution were added. After incubation in a water bath (100°C) for 1 hour, it was cooled on ice and finally 4 ml of toluene was added, mixed and then poured into a glass cuvette. After the absorbance was measured in triplicate biological replicates at a wavelength of 520 nm in the spectrophotometer, the proline content was expressed as $\mu\text{g/g}^{-1}$ per fresh weight.

Determination of Lipid Peroxidation Level (MDA)

The method cited by Heath and Packer (1968) was used to determine the MDA content. After both leaf and root samples were weighed as 0.2 g, they were crushed using liquid nitrogen in a mortar and then homogenized by adding 10 ml of 0.1% trichloro acetic acid (TCA). Then, the homogenate was centrifuged at 15,000 rpm for 5 minutes and 1 ml was taken and 0.5% thiobarbituric acid dissolved in 20% trichloro acetic was added. Then, this mixture was kept in a 95°C water bath for 30 minutes and quickly cooled in an ice bath. After centrifugation at 10,000 rpm for 10 minutes, the supernatant was taken and the absorbance at 532 and 600 nm wavelengths was determined by a triple biological repeat, and the MDA content was determined as nmol/g^{-1} fresh weight.

Statistical Analysis

SPSS 22.0 package program was used for statistical analysis. The study was conducted in 3 biological replicates and the average of the data was; Presented as the mean of 3 replicates \pm standard deviation. Data were evaluated with Oneway ANOVA variance analysis tests (Duncan Multiple Comparison Test) and values of $P < 0.05$ were considered statistically significant.

Findings and Discussion

Morphological Images of Parsley (*Petroselinum crispum* L.) Plant After NaCl and Melatonin Applications

Morphological images of *Petroselinum crispum* L. plant after NaCl and melatonin applications are shown in the figure 2.

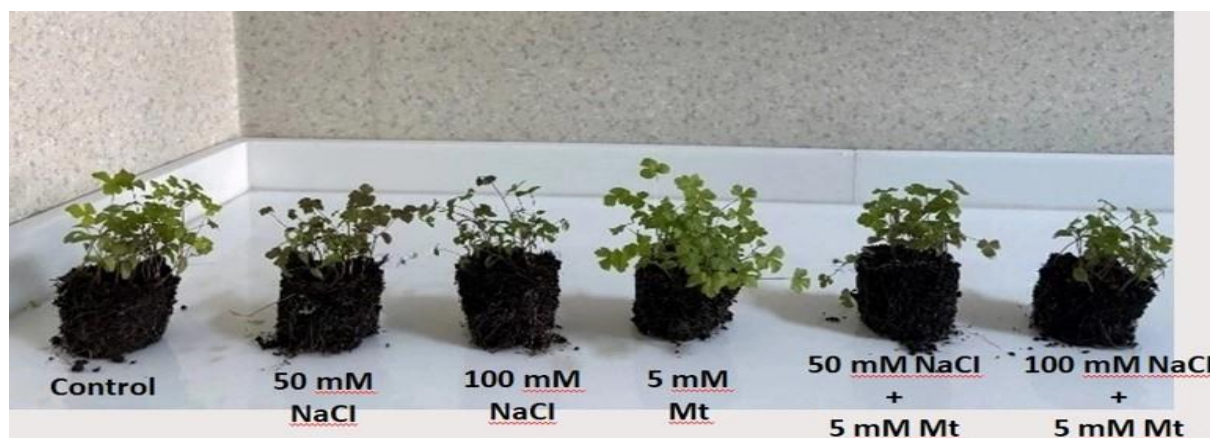


Figure 2. Morphological image of parsley (*Petroselinum Crispum* L.) plant after applications

Plant and Root Length

Considering the data obtained as a result of the research, plant lengths between all groups varied between 7.66 and 15.84 cm (Figure 3). The effects of salt (NaCl) and melatonin applications on parsley plant height were found to be statistically significant ($P < 0.05$). It was observed that both concentrations of NaCl application (50 and 100 mM) reduced plant length by (40%-52%) respectively compared to the control, and even as the concentration increased, this decrease in plant length occurred more. Melatonin concentration (5 mM) application increased plant height by (21%) compared to the control. It was observed that combination applications of both concentrations of NaCl with melatonin decreased plant height compared to the control, but increased plant height compared to both concentrations of NaCl. When similar studies on the effects of salt (NaCl) stress application on plant heights were examined, similar results were observed. In a study with alfalfa (*Medicago sativa* L.) plants, the effect of exogenous melatonin application under NaCl stress was investigated and it was reported that plant height decreased with NaCl stress, whereas exogenous melatonin application caused salt tolerance and promoted plant growth (Niu et al., 2022).

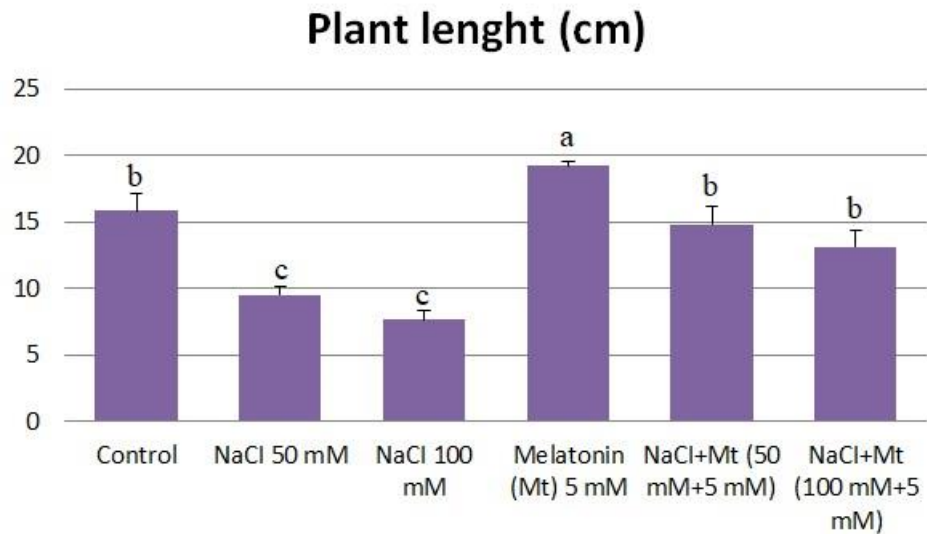


Figure 3. *Petroselinum crispum* L. Plant length (cm)

When we look at the data obtained with root lengths, root lengths varied between 4.54 and 11.24 cm among all groups (Figure 4). The effects of salt (NaCl) and melatonin treatments on parsley plant height were statistically significant ($P < 0.05$). Both concentrations of NaCl treatment (50 and 100 mM) decreased root length by (44%-48%) compared to the control, respectively, and this decrease in root length increased as the concentration increased. The application of melatonin concentration (5 mM) increased the root length by (29%) compared to the control. The combination of both concentrations of NaCl and melatonin decreased root length compared to the control, but increased root length compared to both concentrations of NaCl. Similar results were observed in similar studies on the effects of salt (NaCl) stress on root length. Duan et al. 2022 with cotton (*Gossypium hirsutum* L.) reported that root growth did not occur in seedlings exposed to NaCl stress, while root length increased with melatonin application.

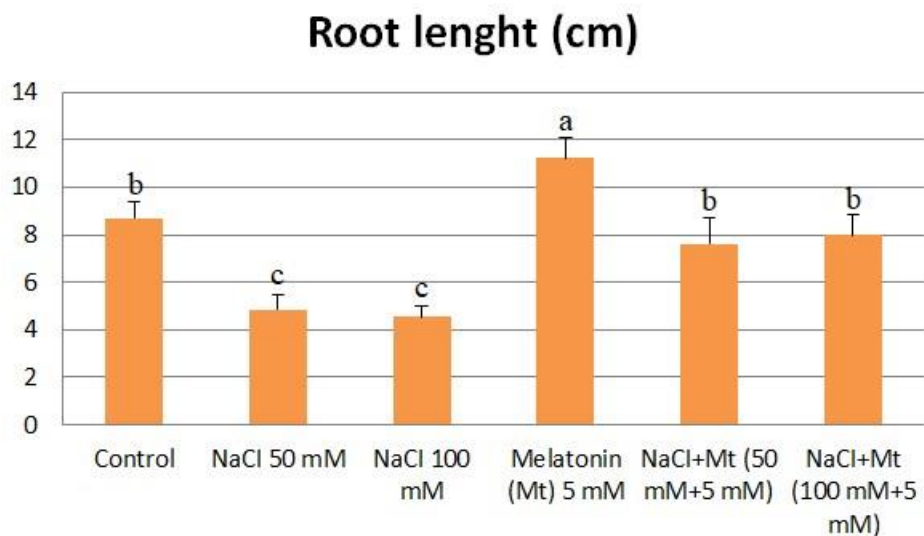


Figure 4. *Petroselinum crispum* L. Root length (cm)

Root and Leaf Fresh Weight

When the root fresh weights of parsley plants were evaluated, the fresh root weights varied between 0.01 and 0.09 g in all groups. As the concentration amount of NaCl application increased, the fresh root weight of the plants decreased, whereas with the application of melatonin, the fresh root weight of the plants increased. The lowest root fresh weight was obtained with a decrease of (80%) compared to the control in high concentration NaCl application (100 mM). The highest root fresh weight was observed with an increase (26%) in melatonin 5 mM application compared to the control ($P < 0.05$). It was observed that combination applications of both NaCl concentrations with melatonin decreased fresh root weights compared to the control, and increased fresh root weights compared to both NaCl concentrations (Figure 5). When similar studies on the effects of salt (NaCl) stress on root fresh weights were examined, similar results were observed. Ahmad et al. 2022 with two different wheat varieties reported that root fresh weights decreased in both wheat varieties exposed to NaCl stress, while melatonin application increased root fresh weight and reduced salt stress.

Root fresh weight (g)

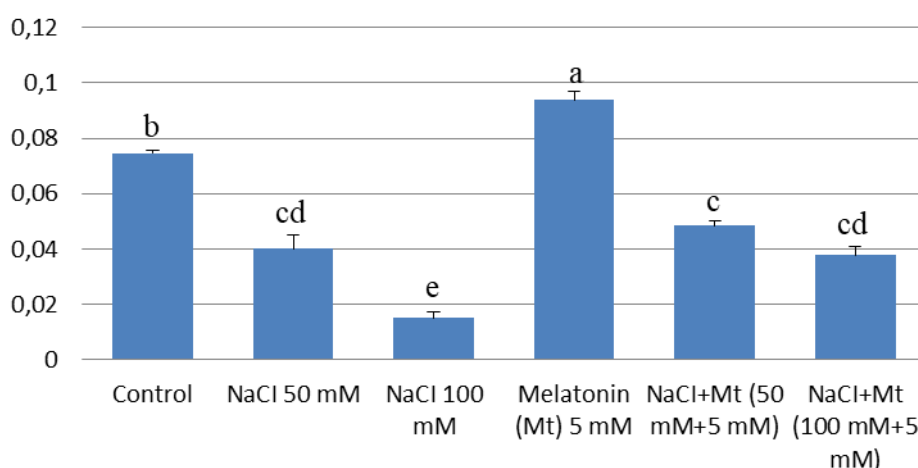


Figure 5. *Petroselinum crispum* L. Root fresh weight (g)

Figure 6 shows that the fresh leaf weights of the plants varied between 0.05 and 0.14 g in all groups. A result similar to the root fresh weight was also observed in leaf fresh weight. The effects of NaCl and melatonin treatments on the fresh weight of parsley leaves were statistically significant ($P < 0.05$). When both concentrations of NaCl application were compared with the control group, a decrease in leaf fresh weight was observed and this decrease increased with increasing concentration. Melatonin application increased the fresh leaf weight of the plants compared to the control group. The lowest fresh leaf weight occurred with the decrease (57%) in NaCl 100 mM application compared to the control, while the highest fresh leaf weight occurred with the increase (18%) in melatonin 5 mM application compared to the control. It was observed that both concentrations of NaCl in combination with melatonin decreased fresh leaf weights compared to the control, but increased fresh leaf weights compared to both concentrations of NaCl. Similar results were observed when similar studies on the effects of salt (NaCl) stress on leaf fresh weights were analysed. Wang et al. 2021 reported that NaCl stress decreased fresh weight, exogenous melatonin application increased leaf fresh weight and melatonin application had a positive effect on plant growth and development.

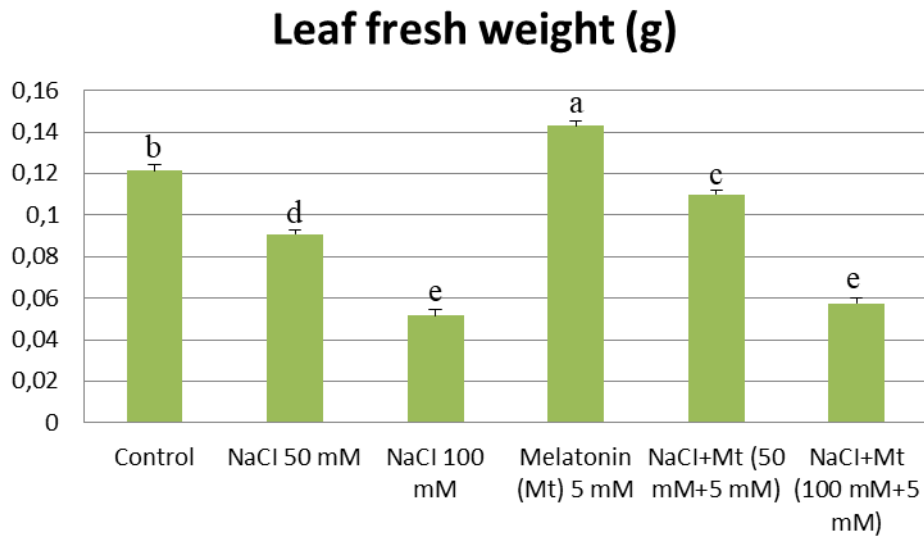


Figure 6. *Petroselinum crispum* L. Leaf fresh weight (g)

Determination of Proline Content

Proline accumulation is considered as a marker of damage or injury in plants. The amino acid proline, together with total soluble proteins, is the most altered amino acid in plants under stress conditions (Sharma et al., 2004; Valliyodan & Nguyen 2006; Heidari & Moaveni 2009). Figure 7 shows that the proline content varied between 0.02 and 0.22 $\mu\text{g/g}^{-1}$. Both concentrations of NaCl application increased the proline content compared to the control. The highest increase in proline content (523%) occurred in 100 mM NaCl application, while the highest decrease (58%) in proline content compared to the control occurred in 5 mM melatonin application. Combination applications of melatonin with NaCl showed lower proline content than both concentration applications of NaCl, which caused an increase in proline content. Compared with the control, the proline content in all treatments was statistically significant ($P < 0.05$). Literature studies on proline content support the findings obtained. Masoumi et al. 2024 reported that proline level increased in tomato (*Lycopersicon esculentum* L. cv. Falcato) plants under salinity stress compared to the control, while melatonin application decreased compared to those exposed to salt stress.

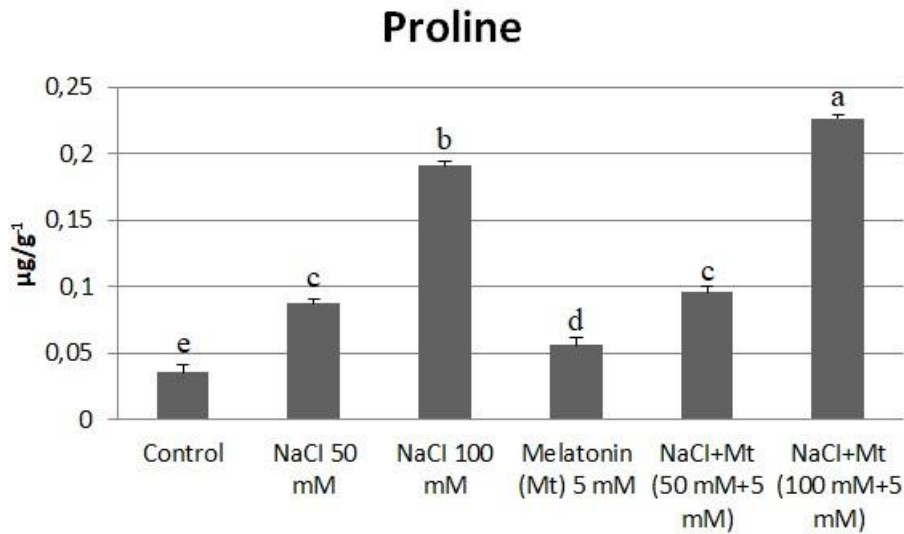


Figure 7. *Petroselinum crispum* L. Proline content

Determination of Lipid Peroxidation Level (MDA)

Malondialdehyde (MDA) is formed as a result of peroxidation of fatty acids containing three or more double bonds. MDA is the end product of lipid peroxidation and is a marker used to determine the level of lipid peroxidation (Onat et al., 2002). Figure 8 shows that the MDA content varied between 0.51 and 1.16 nmol/g⁻¹. Both concentrations of NaCl treatment (50 and 100 mM) increased the MDA content compared to the control. This increase was higher as the concentration increased. The highest increase (63%) in MDA content was in NaCl 100 mM application, while the lowest decrease (28%) in MDA content was in melatonin 5 mM application. Combination applications of melatonin with NaCl showed lower MDA content than both concentration applications of NaCl, which caused an increase in MDA content. MDA content was statistically significant in all treatments compared to the control (P<0.05). Literature studies on MDA content support the findings obtained. Dadaşoğlu et al. 2022 investigated the effect of exogenous melatonin application in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under salt (NaCl) stress and reported that MDA increased in salt stress but MDA content decreased with exogenous melatonin application.

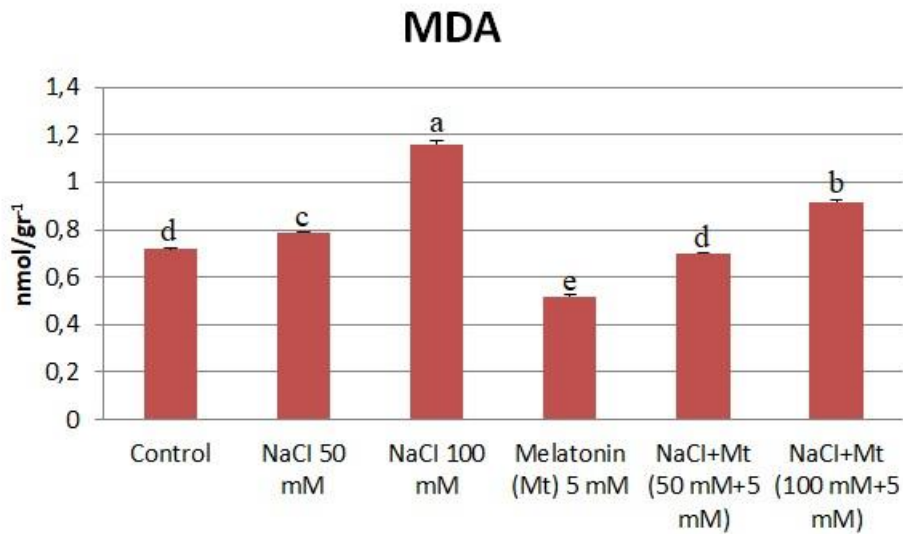


Figure 8. *Petroselinum crispum* L. MDA content

Conclusion and Recommendations

In this study, the effect of exogenous melatonin application on some growth parameters and biochemical properties of parsley (*Petroselinum crispum* L.) plants against NaCl-induced salt stress was investigated. As a result of this study, both concentrations of NaCl (50 and 100 mM) negatively affected the growth (plant and root lengths, root and leaf wet weights) and biochemical (proline and MDA) parameters of parsley plants and slowed down the growth and development of the plant, Melatonin application (5 mM) positively affected growth (plant and root lengths, root and leaf wet weights) and biochemical (proline and MDA) parameters both compared to the control and in combination with NaCl and had a positive effect on plant growth and development by alleviating the damage caused by NaCl stress. Similarly, this study suggests that melatonin may be responsible for increased resistance to salinity. In order to reveal the positive effect of melatonin more clearly, studies involving different stresses and melatonin concentrations in different cultivars are important to contribute to the literature and the solution of the problem.

References

- Ahmad, I., Munsif, F., Mihoub, A., Jamal, A., Saeed, M. F., Babar, S., & Zia, A. (2022). Beneficial effect of melatonin on growth and chlorophyll content in wheat (*Triticum aestivum* L.) grown under salt stress conditions. *Gesunde Pflanzen*, 74(4), 997-1009.
- Ali, S. H. A. F. A. Q. A. T., & Ahmed, H. R. (2016). Comparative effects of different soil conditioners on wheat growth and yield grown in saline-sodic soils. *Sains Malays*, 45, 339-346.
- Alibas, I., Zia, M. P., & Yilmaz, A. (2019). The effect of drying methods on color and chlorophyll content of parsley leaves. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(6), 919-926.
- Barroso, F. M., Muniz, P. H. P. C., Milan, M. D., Santos, W. D., Ferreira, N. C. D. F., Rodrigues, F., & Carvalho, D. D. C. (2019). Growth promotion of parsley (*Petroselinum crispum* L.) using commercial strains of *Trichoderma* spp. *J. Agric. Sci*, 11(4), 493-499.
- Bates, L.S., Waldren, R.P.A., Teare, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and soil*, 39, 205-207. <https://doi.org/10.1007/BF00018060>.
- Chen, Y. E., Mao, J. J., Sun, L. Q., Huang, B., Ding, C. B., Gu, Y., & Yuan, M. (2018). Exogenous melatonin enhances salt stress tolerance in maize seedlings by improving antioxidant and photosynthetic capacity. *Physiologia plantarum*, 164(3), 349-363.
- Chen, Z., Cao, X., & Niu, J. (2021). Effects of melatonin on morphological characteristics, mineral nutrition, nitrogen metabolism, and energy status in alfalfa under high-nitrate stress. *Frontiers in Plant Science*, 12, 694179.
- Dadasoglu, E., Turan, M., Ekinci, M., Argin, S., & Yildirim, E. (2022). Alleviation mechanism of melatonin in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under the salt stress conditions. *Horticulturae*, 8(11), 1066.
- Dai, M., Huang, R., Han, Y., Zhang, Z., Chen, Y., Shi, H., & Guo, Z. (2022). A novel salt responsive PvHAK16 negatively regulates salt tolerance in transgenic *Arabidopsis thaliana*. *Environmental and experimental botany*, 194, 104689.
- DUAN, W., MENG, Y., Jiang, D., LIU, L., Zhang, K., ZHANG, Y., & LI, C. (2022). Effects of exogenous melatonin on the morphology and antioxidant enzyme activities of cotton seedlings under salt stress. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 30(1), 92-104.
- Erland, L. A., Murch, S. J., Reiter, R. J., & Saxena, P. K. (2015). A new balancing act: The many roles of melatonin and serotonin in plant growth and development. *Plant signaling & behavior*, 10(11), e1096469.
- Fischer, T. W., Kleszczyński, K., Hardkop, L. H., Kruse, N., & Zillikens, D. (2013). Melatonin enhances antioxidative enzyme gene expression (CAT, GPx, SOD), prevents their UVR-induced depletion, and protects against the formation of DNA damage (8-hydroxy-2'-deoxyguanosine) in ex vivo human skin. *Journal of pineal research*, 54(3), 303-312.
- Han, Q. H., Huang, B., Ding, C. B., Zhang, Z. W., Chen, Y. E., Hu, C., & Yuan, M. (2017). Effects of melatonin on anti-oxidative systems and photosystem II in cold-stressed rice seedlings. *Frontiers in Plant Science*, 8, 785.
- Hardeland, R., Cardinali, D. P., Srinivasan, V., Spence, D. W., Brown, G. M., & Pandi-Perumal, S. R. (2011). Melatonin—A pleiotropic, orchestrating regulator molecule. *Progress in neurobiology*, 93(3), 350-384.

- Heath, R.L. & Packer, L. (1968). Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of biochemistry and biophysics*, 125(1): 189-198. [https://doi.org/10.1016/0003-9861\(68\)90654-1](https://doi.org/10.1016/0003-9861(68)90654-1).
- Heidari, Y., Moaveni, P. (2009). Study of drought stress on ABA accumulation and Proline among in different genotypes forage corn. *Research Journal of Biological Sciences*, 4(10): 1121-1124.
- Kamal, M. Z. U., Yamaguchi, M., Kinose, Y., & Izuta, T. (2019). Mitigation mechanism of ozone-induced reduction in net photosynthesis of Bangladeshi wheat under soil salinity stress. *Photosynthetica*, 57(4).
- Kiremit, M. S. & Arslan, H. (2016). Effects of irrigation water salinity on drainage water salinity, evapotranspiration and other leek (*Allium porrum* L.) plant parameters. *Scientia Horticulturae*, 201, 211-217.
- Larbi, A., Kchaou, H., Gaaliche, B., Gargouri, K., Boulal, H., & Morales, F. (2020). Supplementary potassium and calcium improves salt tolerance in olive plants. *Scientia Horticulturae*, 260, 108912.
- Marta, B., Szafrńska, K., & Posmyk, M. M. (2016). Exogenous melatonin improves antioxidant defense in cucumber seeds (*Cucumis sativus* L.) germinated under chilling stress. *Frontiers in plant science*, 7, 575.
- Marthe, F. (2020). *Petroselinum crispum* (Mill.) Nyman (Parsley). *Medicinal, Aromatic and Stimulant Plants*, 435-466.
- Martinez, V., Nieves-Cordones, M., Lopez-Delacalle, M., Rodenas, R., Mestre, T. C., Garcia-Sanchez, F., & Rivero, R. M. (2018). Tolerance to stress combination in tomato plants: new insights in the protective role of melatonin. *Molecules*, 23(3), 535.
- Masoumi, Z., Haghighi, M., & Mozafarian, M. (2024). Effects of foliar spraying with melatonin and chitosan Nano-encapsulated melatonin on tomato (*Lycopersicon esculentum* L. cv. Falcato) plants under salinity stress. *BMC Plant Biology*, 24(1), 961.
- Nawaz, M. A., Huang, Y., Bie, Z., Ahmed, W., Reiter, R. J., Niu, M., & Hameed, S. (2016). Melatonin: current status and future perspectives in plant science. *Frontiers in plant science*, 6, 1230.
- Niu, J., Chen, Z., Guo, Z., Xu, N., Sui, X., Roy, M., ... & Wang, Q. (2022). Exogenous melatonin promotes the growth of alfalfa (*Medicago sativa* L.) under NaCl stress through multiple pathways. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 242, 113938.
- Onat, T., Emerk, K., Sözmen, E.Y. (2002). İnsan Biyokimyası, Palme Yayıncılık. Ankara, 711s.
- Posmyk, M. M., Kuran, H., Marciniak, K., & Janas, K. M. (2008). Presowing seed treatment with melatonin protects red cabbage seedlings against toxic copper ion concentrations. *Journal of pineal research*, 45(1), 24-31.
- Poursakhi, N., Razmjoo, J., & Karimmojeni, H. (2019). Interactive effect of salinity stress and foliar application of salicylic acid on some physiochemical traits of chicory (*Cichorium intybus* L.) genotypes. *Scientia Horticulturae*, 258, 108810.
- Rodriguez, C., Mayo, J. C., Sainz, R. M., Antolín, I., Herrera, F., Martín, V., & Reiter, R. J. (2004). Regulation of antioxidant enzymes: a significant role for melatonin. *Journal of pineal research*, 36(1), 1-9.
- Shams, M., Ekinci, M., Ors, S., Turan, M., Agar, G., Kul, R., & Yildirim, E. (2019). Nitric oxide mitigates salt stress effects of pepper seedlings by altering nutrient uptake, enzyme activity and osmolyte accumulation. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 25, 1149-1161.

- Sharma, S.S., Kaul, S., Metwally, A., Goyal, K.C., Finkemeier, I., Dietz, K.J. (2004). Cadmium toxicity to barley (*Hordeum vulgare*) as affected by varying Fe nutritional status. *Plant science*, 166(5): 1287-1295. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.01.006>.
- Shi, H., Tan, D. X., Reiter, R. J., Ye, T., Yang, F., & Chan, Z. (2015). Melatonin induces class A1 heat-shock factors (HSFA 1s) and their possible involvement of thermotolerance in *Arabidopsis*. *Journal of Pineal Research*, 58(3), 335-342.
- Suhaj, M. (2006). Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review. *Journal of food composition and analysis*, 19(6-7), 531-537.
- Tan, D. X., Hardeland, R., Manchester, L. C., Korkmaz, A., Ma, S., Rosales-Corral, S., & Reiter, R. J. (2012). Functional roles of melatonin in plants, and perspectives in nutritional and agricultural science. *Journal of experimental botany*, 63(2), 577-597.
- Valliyodan, B. & Nguyen, H.T. (2006). Understanding regulatory networks and engineering for enhanced drought tolerance in plants. *Current opinion in plant biology*, 9(2): 189-195. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2006.01.019>.
- Van Tassel, D. L., Roberts, N., Lewy, A., & O'Neill, S. D. (2001). Melatonin in plant organs. *Journal of pineal research*, 31(1), 8-15.
- Vora, S. R., Patil, R. B., & Pillai, M. M. (2009). Protective effects of *Petroselinum crispum* (Mill) Nyman ex AW Hill leaf extract on D-galactose-induced oxidative stress in mouse brain.
- Wang, D. Y., Wang, J., Shi, S. H., Huang, L. X., Zhu, M., & Li, F. H. (2021). Exogenous melatonin ameliorates salinity-induced oxidative stress and improves photosynthetic capacity in sweet corn seedlings. *Photosynthetica*, 59(2).
- Wei, Z., Gao, T., Liang, B., Zhao, Q., Ma, F., & Li, C. (2018). Effects of exogenous melatonin on methyl viologen-mediated oxidative stress in apple leaf. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(1), 316.
- Yan, F., Wei, H., Li, W., Liu, Z., Tang, S., Chen, L., ... & Li, G. (2020). Melatonin improves K⁺ and Na⁺ homeostasis in rice under salt stress by mediated nitric oxide. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 206, 111358.
- Zhang, H., Chen, F., Wang, X., & Yao, H. Y. (2006). Evaluation of antioxidant activity of parsley (*Petroselinum crispum*) essential oil and identification of its antioxidant constituents. *Food research international*, 39(8), 833-839.
- Zhang, N., Sun, Q., Zhang, H., Cao, Y., Weeda, S., Ren, S., & Guo, Y. D. (2015). Roles of melatonin in abiotic stress resistance in plants. *Journal of experimental botany*, 66(3), 647-656.
- Zhao, D., Wang, R., Meng, J., Li, Z., Wu, Y., & Tao, J. (2017). Ameliorative effects of melatonin on dark-induced leaf senescence in gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis): leaf morphology, anatomy, physiology and transcriptome. *Scientific Reports*, 7(1), 10423.

THE EFFECT OF LEONARDITE ON SOIL FERTILITY

Prof. Dr. Ali Rıza DEMİRKİRAN^{1*}

Prof. Dr. Alaaddin YÜKSEL¹

^{1*}Sorumlu yazar, Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bingöl, ORCID: 0000-0002-0086-0137, E-mail: ademirkiran@bingol.edu.tr

¹Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bingöl, ORCID: 0000-0003-4760-1092, E-mail: ayuksel@bingol.edu.tr.

Abstract

Organic materials are natural resources that contribute to the fertility of soils and provide better nutrition for plants. Leonardite is a type of naturally occurring oxidized lignite, a type of “immature” coal. Leonardite is known to take millions of years to form. Although the properties of lignite and leonardite vary depending on the region where they are mined, they are known to contain high amounts of humic acid (HA) and fulvic acid (FA). In recent years, it is observed that leonardite has potential in terms of soil and plant cultivation and studies on this subject have started to increase.

Keywords: Leonardite, organic material, humic acid, soil fertility

LEONARDİTİN TOPRAK VERİMLİLİĞİNE ETKİLERİ

Özet: Organik materyaller, toprakların verimliliğine katkılar sunan, bitkilerin daha iyi beslenmelerini sağlayan doğal kaynaklardır. Leonardit, doğal olarak oluşan bir oksitlenmiş linyit türü, yani bir tür “olgunlaşmamış” kömürdür. Leonarditin oluşmasının milyonlarca yıl sürdüğü bilinmektedir. Linyit ve leonarditin özellikleri çıkarıldığı yöreye göre değişken olmakla birlikte, yüksek miktarda hümik asit (HA) ve fulvik asit (FA) içerdiği bilinmektedir. Son yıllarda leonardit'in toprak ve bitki yetiştirme açılarından potansiyel oluşturduğu ve bu konuda yapılan çalışmaların artmaya başladığı gözlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Leonardit, organik materyal, hümik asit, toprak verimliliği

GİRİŞ

Leonardit, doğal olarak oluşan bir oksitlenmiş linyit türü, yani bir tür “olgunlaşmamış” kömürdür. Leonarditin oluşmasının milyonlarca yıl sürdüğü bilinmektedir. Linyit ve leonarditin özellikleri çıkarıldığı yöreye göre de değişken olmaktadır (Iakimenko 2005; Eady 2012). Leonardit, yüksek miktarda hümik asit (HA) ve fulvik asit (FA) içeren organik bir karışımdır (Sugier et al. 2013; Rataprommanee and Shutsrirung 2014; Olivella et al. 2011; Çankaya vd. 2017; Zengin 2013; Aygün ve Mert 2020; Filcheva et al. 2017; Holatko et al. 2020; Shahyari et al. 2011; Wadas and Dziugiel 2020; Dias et al. 2020; Karaman et al. 2013).

Leonardit, hümik ve fulvik asitler gibi organik asit bakımından doğal olarak zenginleştirilmiş organik bir malzemedir. Leonardit, alt bitümlü kömürler ve karbonlu şeylerin hava koşullarına bağlı olarak oluşturduğu oksitlenmiş linyit olarak bilinir (Hoffman vd., 1993). Ayrışmanın etkisiyle leonardit adı verilen ana kömür, düşük enerji değeri nedeniyle enerji üretimi ve yakıt kaynağı olarak kullanılamaz. Bu nedenle, leonardit, yakıt olarak kullanılan kömür rezervleri olarak değil, daha çok kömür veya maden kömürünün artık malzemesi olarak tanımlanır (Little vd., 2014). Linyit ve kömür atıkları gibi materyaller ile leonardit gibi yakıt enerjisi düşük kömürlerin genellikle enerjileri 10-20 MJ kg⁻¹ arasında olup, bunların karbon içeriği %60-70 arasındadır (Schobert, 2017). Leonardit materyalinin stokları dünya çapında çok yaygın alanlara sahip olup, yaklaşık 500 milyar ton olduğu tahmin edilmektedir (Lee vd., 2017). Leonardit, organik bileşiklerin oluşturduğu humat ve hümik maddeleri içeren, bitki besin maddesi ve yetiştirme ortamında kullanılabilmesinin yanında, bu besin maddelerini depolama kapasitesine de sahip olan hümik asitin kaynağıdır (Sharif vd., 2002). Değişik araştırmalarda leonarditin hümik asit içeriklerinin %25 ile %85 arasında değiştiği bildirilmiştir (Sugier vd., 2013; Demirkıran, 2021).

LEONARDİTİN TOPRAK VERİMLİLİĞİNE ETKİLERİ

Leonardit bahsedildiği gibi sadece bitkilerin gelişmelerine olumlu katkılar sunmakla kalmayıp, bunların yanında toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik pek çok özelliklerine olumlu etkiler sunmaktadır. Bu konuda yapılmış bazı çalışmalar aşağıda sunulmuştur:

Toprağın kimyasal özellikleri üzerine (Seker ve Ersoy, 2005; Ali ve Mindari, 2016; Ratanaprommanee vd., 2017; Karčauskienė vd., 2019; Sarıyıldız, 2020) olumlu etkilerinden bahsedilmiştir. Toprak organik maddesini arttırdığı üzerine çalışmalar yapılmıştır (Jiang vd., 2010; Powlson vd., 2012; Ondoño vd., 2016; Moreno vd., 2017; Diacono ve Montemurro, 2010; Bhattacharya vd., 2016; Sarıyıldız, 2020; Erik vd. 2000; Sajid vd., 2012). Toprağın biyolojik özellikleri üzerine olumlu etkilerinden bahsedilmiştir (Karaca vd., 2005).

Topraktaki bitki besin maddeleri üzerine pozitif etkilerinin olduğu rapor edilmiştir (Ratanaprommanee vd., 2017). Topraktaki mikro ve makro elementlerin alımı üzerine olumlu etkileri tespit edilmiştir (Mahmoud ve Hafez, 2010; Qian vd., 2016). Topraktaki amonyum ve nitrat miktarı ve bunların alımını kolaylaştırdığı üzerine de çalışmalar mevcuttur (Moreno vd., 2017; Sanli vd., 2013). Bitkilerin besin elementi alımına yardımcı olduğuna dair raporlar vardır (Hajizadeh vd., 2019; Barone vd., 2009). Bu elementlerden özellikle N, P, K alımlarına (Azizzadeh vd., 2016; Sarıyıldız, 2020), N,P, Fe alımlarına (Adani vd., 1998), N, P alımlarına (Sağlam vd., 2012), P, K alımlarına (Sanli vd., 2013), N alımına (Sarıyıldız, 2020), P alımına (Demirkıran ve Cengiz 2010, 2011; Bahadır vd. 2012; Kaya vd., 2020), N, P, S alımlarına (Cimrin ve Yılmaz, 2005), N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn alımlarına (Demirer, 2019), K alımına (Yılmaz vd., 2012), K, S, Mg, Ca, Mn, Fe, B alımlarına (Yolcu vd., 2011), Fe alımına (Cieschit vd., 2019), P, Fe alımlarına (Adani vd., 1998), P, Zn alımlarına (Yılmaz, 1993) olumlu

etkilerinin olduğu çalışmalar mevcuttur.

TÜRKİYE’DE LEONARDİT KAYNAKLARI VE ÖZELLİKLERİ

Öncelikle Türkiye’deki kömür bulunan bölgeleri hatırlayacak olursak, bunlar arasında; Zonguldak, Manisa-Soma, Bursa-Orhaneli, Bursa-Keles, Kütahya-Tavşanlı-Tunçbilek, Bolu-Ömerler, Kütahya-Seyitömer, Manisa-Işıklar, Manisa-Eynez, Manisa-Soma-Darkale, Muğla-Tınaz-Bağyaka, Sivas-Kangal, Ankara-Beypazarı-Çayırhan, Kahramanmaraş-Afşin-Elbistan, Bingöl-Karlıova, Konya-İlgın gibi farklı bölgelerde kömür madeni ve yatakları bulunmaktadır (Engin vd., 2012; TKİ, 2022).

Karaca (2006), Demirkıran ve Cengiz (2010) ile Karaman ve arkadaşları (2012a,b) Türkiye’deki leonarditleri araştırmış ve bunların özelliklerini ve içeriklerini aşağıdaki şekilde tanımlamışlardır. Özelliklerinin; pH: 4.6-7.7 arasında, Elektriksel iletkenlik (EC): 0.7-3.2 dS m⁻¹ arasında, Organik madde (OM): %27-31 arasında, Hümik asit (HA): %41-63 arasında, Fulvik asit (FA): %9-27 arasında, Azot (N): %2.9-4.5 arasında, Fosfor (P): 0,2-1.6 g kg⁻¹ arasında, Potasyum (K): 1.4-2.8 g kg⁻¹ arasında, Kalsiyum (Ca): 1-8.7 g kg⁻¹ arasında, Magnezyum (Mg): 0.5-0.9 g kg⁻¹ arasında, Kükürt (S): 1.2-5.1 g kg⁻¹ arasında, Sodyum (Na): 56-91 mg kg⁻¹ arasında, Bor (B): 26-46 mg kg⁻¹ arasında, Demir (Fe): 0,05-7,4 mg kg⁻¹ arasında, Çinko (Zn): 0,02-7,4 mg kg⁻¹ arasında, Bakır (Cu): 0,01-0,14 mg kg⁻¹ arasında, Mangan (Mn): 0,01-8,2 mg kg⁻¹ arasında, Molibden (Mo): 0.01-3.3 mg kg⁻¹ arasında olduğu belirlenmiştir.

SONUÇ

SONUÇ

Son yıllarda leonardit’in toprak verimliliği ve bitki besleme açılarından potansiyel oluşturduğu ve bu konuda yapılan çalışmaların artmaya başladığı gözlenmektedir. Çok önemli linyit yatakları bulunan ülkemizde, leonardit oluşum koşulları gözönüne alındığında, her linyit yatağı potansiyel bir leonardit kaynağı olduğu dikkate alınmalıdır. Düşük kaliteli leonarditlerin, hatta leonardit kalite sınıflandırmasına göre leonardit özelliği taşımayan linyit oluşumlarının içerisindeki var olan humik asit oranlarından faydalanılmak mümkündür. Toprakların sürdürülebilir kullanımını devam ettirmek, çevre kirliliğini azaltmak, azotlu ve fosforlu gübre kullanımını azaltmak gibi sebeplerle leonardit gibi organik toprak destekleyicilerinin tercih edilmesi önemlidir. Türkiye’nin tarım ülkesi olması nedeniyle, leonardit ve türevlerinin tarımda kullanılması ülkemiz tarımının nicelik ve nitelik yönünden gelişmesine önemli katkılar sağlayacaktır. Bu amaçla düşük enerji kalitesine sahip linyitler, leonardit, leonarditten elde edilen hümik asit, fulvik asit gibi organik karakterli, toprağın fiziksel-kimyasal-biyolojik özelliklerini iyileştirici özellikte olan maereyallerin araştırılması ve kullanılması oldukça önemlidir.

KAYNAKLAR

- Adani, F., Genevini, P., Zaccheo, P., & Zocchi, G. (1998). The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Journal of Plant Nutrition*, 21, 561-575.
- Ali, M., Mindari, W. (2016). Effect of humic acid on soil chemical and physical characteristics of embankment. *MATEC. Web of Conferences* 58, 01028. DOI: 10.1051/mateconf/20165801028
- Aygün YZ, Mert M (2020) Toprak düzenleyicileri ve azot uygulamalarının pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) verim ve lif teknolojik özelliklere etkisi. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 13(3), 290-297.
- Azizzadeh E., Naeini S.A.R.M., Zeinali E., & Roshani G.A. 2016. Nitrogen, phosphor and potassium changes in soil and wheat under foliar application of leonardite, N and K. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 4(2), 202-210.
- Bahadur, L., Tiwari, D.D., Mishra, J., & Gupta, B.R. (2012). Effect of integrated nutrient management on yield, microbial population and changes in soil properties under rice-wheat cropping system in sodic soil. *J. India. Soci. Soil. Sci.*, 60(4), 326- 329.
- Barone, V., Bertoldo, G., Magro, F., Brocanello, C., Puglisi, I., Baglieri, A., Cagnin, M., Concheri, G., Squartini, A., Pizzeghello, D., Nardi, S., & Stevanato, P. (2019). Molecular and morphological changes induced by leonardite-based biostimulant in *Beta vulgaris* L., *Plants*, 8, 2-18.
- Bhattacharya, S.S., Kim, K.H., Das, S., Uchimiya, M., Jeon, B.H., Kwon, E., & Szulejko, J.E. (2016). A review on the role of organic inputs in maintaining the soil carbon pool of the terrestrial ecosystem. *J. Environ. Manage.*, 167, 214-227.
- Cieschit, M.T., Polyakov, A.Y., Lebedev, V.A., Volkov, D.S., Pankratov, D.A., Veligzhanin, A.A., (2019). Eco-friendly iron-humic nanofertilizers synthesis for the prevention of iron chlorosis in soybean (*Glycine max*) grown in calcareous soil. *Frontiers in Plant Science*, 10, 413.
- Cimrin, K.M., & Yılmaz, I. (2005). Humic acid applications to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability. *Acta Agric. Scand.* 55, 58-63.
- Çankaya CÇ, Türk B, Topsakal Ö, Uysal G, Bayramoğlu A, Demirer T (2017) Leonardit uygulamasının kiraz meyvesinde hasat sonrası dayanımına etkilerinin araştırılması. *Meyve Bilimi, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi* 1: 122-128.
- Demirer, T. (2019). Effect of leonardite application on leaf nutrient content and fruit chemical parameters of cherry (*Prunus avium* L.), *Journal of Plant Nutrition*, 42 (19), 2532-2538.
- Demirkıran, A.R., & Cengiz, M.C. (2010). Effect of different organic materials and chemical fertilizers on nutrition of pistachio (*Pistachio vera* L.) in organic arboriculture. *African Journal of Biotechnology*, 9(38), 6320-28.
- Demirkıran, A.R., & Cengiz, M.Ç. (2011). Değişik organik materyaller (gidya, alsil, deniz yosunu, humik asit, saman ve torf) ile kimyasal gübre uygulamalarının Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) fidanı üzerine etkilerinin incelenmesi. *Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, (Effects of organic materials, as gyttja, alsil, alga, humic acid, moss, straw, peat and chemical fertilizers treatments on the *Pistacia vera* L. seedling, *Science J. of Bingöl University*, 1(1), 43-50.
- Demirkıran, A.R. (2021). The Using of Leonardite on Plant Nutrition and Fertilizing (Chapter 3), *Book: Fertilizers and Their Efficient Use in Sustainable Agriculture*, Edited By: Korkmaz Bellitürk and Zubair Aslam, pp. 91-127.
- Diacono, M., & Montemurro, F. (2010). Long-term effects of organic amendments on soil

- fertility. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 30, 401-422.
- Dias DDN, Sousa KDSMD, Lima AMN, Cavalcante ÍHL, Santos LPAD, Cunha JC (2020) Nutritional status, production and fruit quality of west indian cherry fertigated with nitrogen and humic substance. *Revista Brasileira de Fruticultura* 42.
- Eady N (2012) The use of humic substances – Leonardite as a soil amendment. Mining and Petroleum Environment Reserch Group (MPERG) Report 2012-2.
- Engin, V. T., Cöcen, İ., & İnci, U. (2012). Türkiye’de leonardit. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 1, 435-443.
- Erik, B., Feibert, G., Shock, C.C. & Saundres, L.D. (2000). Evaluation of humic acid and other non-conventional fertilizer additives for onion productivity. Malheur Experiment Station, Oregon State University Ontario.
- Filcheva E, Ilieva R, Chakalov K, Popova T, Savov V, Hristova M, (2017) Characterization of humic system in fertilizer raw materials. *Journal of Agricultural Science and Technology A*, 7(1): 11-17.
- Hajizadeh, H.S., Heidari, B., Bertoldo, G., Lucia, M.C.D., Magro, F., Broccanello, C., Baglieri, A., Puglisi, I., Squartini, A., Campagna, G., Concheri, G., Nardi, S., Stevanato, P. (2019). Expression profiling of candidate genes in sugar beet leaves treated with leonardite-based biostimulant. *High-Throughput*, 8, 1-18.
- Hoffman, G.L., Nikols, D.J., Stuhec, S., & Wilson, R.A. (1993). Evaluation of leonardite resources in Alberta. Energy, Mines, and Resources Canada, Contract #23403-2-0031/01-XSF. Alberta Research Council, File, 1993-1.
- Holatko J, Hammerschmiedt T, Datta R, Baltazar T, Kintl A, Latal O, Pecina V, Sarec P, Novak P, Balakova L, Danish S, Zafar-ul-Hye M, Fahad S, Brtnicky M (2020) Humic acid mitigates the negative effects of high rates of biochar application on microbial activity. *Sustainability* 12(22): 9524.
- Iakimenko OS (2005) Commercial humates from coal and their influence on soil properties and initial plant development. *NATO Science Series: IV. Earth and Environmental Sciences* p.365.
- Jiang, C., Yu, G., Fang, H., Cao, G., & Li, Y. (2010). Shortterm effect of increasing nitrogen deposition on CO₂, CH₄ and N₂O fluxes in an alpine meadow on the Qinghai-Tibetan Plateau, China. *Atmos. Environ.*, 44 (24), 2920-2926. doi:10.1016/j.atmosenv.2010.03.030
- Karaca, A., Turgay, O.C., & Tamer, N. (2005) Effects of Gytija on Soil Chemical and Properties and Availability of Heavy Metal in Soil. *Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Ankara University, Turkey*, p. 92-94.
- Karaman MR, Turan M, Gebologlu N, Tutar A, Dizman M, Şahin S (2013) Evaluation of boron-humate composites as a potential organic boron fertilizer. *Soil-Water Journal* 2 (1): 663-670.
- Karčauskienė, D., Repšienė, R., Ambrazaitienė, A., Mockevičienė, I., Siaudinis, G., & Skuodienė, R. (2019). A complex assessment of mineral fertilizers with humic substances in an agroecosystem of acid soil. *Zemdirbyste-Agric.*, 106(4), 307-314.
- Kaya, C., Şenbayram, M., Akram, N.A., Ashraf, M., Alyemeni, M.N., & Ahmad, P. (2020). Sulfur-enriched leonardite and humic acid soil amendments enhance tolerance to drought and phosphorus deficiency stress in maize (*Zea mays* L.). *Scientific Reports*, 10(1), 6432.
- Lee, S., Kim, S., Chun, D., Choi, H., & Yoo, J. (2017). Upgrading and advanced cleaning technologies for low-rank coals. In *Fuel and Chemical Production*; Luo, Z., Agraniotis,

- M., Eds.; Woodhead Publishing: Duxford, UK, pp. 73–92. ISBN 978-0-08-100895-9.
- Little, K.R., Rose, M.T., Jackson, W.R., Cavagnaro, T.R., & Patti, A.F. (2014). Do lignite-derived organic amendments improve early-stage pasture growth and key soil biological and physicochemical properties? *Crop Pasture Sci.*, 65, 899–910.
- Mahmoud, A.R., & Hafez M.M. (2010). Increasing productivity of potato plants (*Solanum tuberosum* L.) by using potassium fertilizer and humic acid application. *Int. J. Acad. Res.*, 2, 83-88.
- Moreno, J.L., Ondoño, S., Torres, I., & Bastida, F. (2017). Compost, leonardite, and zeolite impacts on soil microbial community under barley crops. *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 17 (1), 214-230.
- Olivella M, Sole M, Gorchs R, Lao C, de las Heras FXC (2011) Geochemical characterization of a spanish leonardite coal. *Arch. Min. Sci.* 56: 789–804.
- Ondoño, S., Martinez-Sanchez, J.J., & Moreno, J.L. (2016). The composition and depth of green roof substrates affect the growth of *Silene vulgaris* and *Lagurus ovatus* species and the C and N sequestration under two irrigation conditions. *J. Environ. Manage.*, 166, 330-340.
- Qian, S., Ding, W., Yang, Y., Sun, J., & Ding, Q. (2016). Humic acids derived from leonardite-affected growth and nutrient uptake of corn seedlings. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 47 (10), 1275-1282.
- Powlson, D.S., Bhogal, A., Chambers, B.J., Coleman, K., & Macdonald, A.J. (2012). The potential to increase soil carbon stocks through reduced tillage or organic material additions in England and Wales: a case study. *Agriculture Ecosystem & Environment*, 146, 23–33.
- Ratanaprommanee C, Shutsrirung A (2014) Chemical properties and potential use in agriculture of leonardite from different sources in Thailand. pp. 1236-1246. In: *Proceedings of the 5th National and International Hatyai Conference*. May 16, 2014. Hatyai University, Hat Yai, Songkhla.
- Ratanaprommanee, C., Chinachanta, K., & Chaiwan, F. (2017). Chemical characterization of leonardite and its potential use as soil conditioner and plant growth enhancement. *Asia Pac. J. Sci. Technol.*, 22(4), 1–10.
- Saglam, M.T., Ozel, E.Z., & Belliturk, K. (2012). The effect of two type textured soil with the leonardite organic material on the nitrogen uptaking of corn plant. *Sakarya University Journal of Arts and Science*, 14 (1), 383–91.
- Sajid, M., Rab, A., Shah, S.T., Jan, I., Haq, I., Haleema, B., Zamin, M., Alam, R., & Zada, H. (2012). Humic acids affect the bulb production of onion cultivars. *Afr. J. Microbiol. Res.*, 6, 5769-5776.
- Sanli, A., Karadogan, T., & Tonguc, M. (2013). Effects of leonardite applications on yield and some quality parameters of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Turkish J. Field Crops.*, 18 (1), 20-26.
- Sarıyıldız, T. (2020). Effects of leonardite and mineral fertilizer applications on plant growth and soil quality of garlic (*Allium sativum* L.), *Turkish Journal of Agriculture, Food and Technology*, 8(8), 1763-1772.
- Schobert, H. (2017). Introduction to low-rank coals: Types, resources, and current utilization. In *Fuel and Chemical Production*; Luo, Z., Agraniotis, M., Eds.; Woodhead Publishing: Duxford, UK, pp. 3–21; ISBN 978-0-08-100895-9.
- Seker. C., & Ersoy. I. (2005). Effects of different organic manures and leonardite on soil

- properties and growing of maize plant (*Zea mays* L.). *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 19(35), 46-50.
- Shahryari R, Khayatnezhad M, Bahari N (2011) Effect of two humic fertilizers on germination and seedling growth of maize genotypes. *Advances in Environmental Biology* 114-118.
- Sharif, M., Khattak, R.A., & Sarir, M.S. (2002). Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. *Comm. Soil. Sci. Plant. Anal.*, 33, 3567-3580.
- Sugier D, Kolodziej B, Bielinska E (2013) The effect of leonardite application on *Arnica montana* L. yielding and chosen chemical properties and enzymatic activity of the soil. *J Geochem Explor.* 129: 76–81.
- TKİ, 2022. Türkiye Kömür İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Zengin, G. (2013). Effective removal of zinc from an aqueous solution using Turkish leonardite–clinoptilolite mixture as a sorbent. *Environmental earth sciences*, 70(7), 3031-3041.
- Wadas, W., & Dziugiel, T. (2020). Quality of new potatoes (*Solanum tuberosum* L.) in response to plant biostimulants application. *Agriculture*, 10(7), 265.
- Yılmaz, F., Harmankaya, M., & Gezin, S. (2012). The effects of different iron compounds and TKI-Humas treatments on iron uptake and growth of spinach. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi (Sakarya University, Journal of Arts and Science)*, 14 (1), 217–31.
- Yılmaz, G., (1993). Gıda'nın toprağın organik madde içeriğine ve çinko, fosfor interaksiyonuna etkisi üzerine bir araştırma, Yüksek lisans tezi, MSc thesis, Adana, Turkey.
- Yolcu, H., Seker, H., Gullap, M.K., Lithourgidis, A., & Gunes, A. (2011). Application of cattle manure, zeolite and leonardite improves hay yield and quality of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) under semiarid conditions. *Australian Journal of Crop Science*, 5(8), 926-931.

**FIRST RECORD OF *Ricania* sp. (HEMIPTERA: RICANIIDAE) ON APPLE TREES
AT SIIRT UNIVERSITY**

Dr. Öğr. Üyesi Halil DİLMEN (ORCID: 0000-0002-3802-9947)
Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü
Email: halildilmen@siirt.edu.tr

Abstract

This study presents the first detection of *Ricania* sp. (Hemiptera: Ricaniidae) on the Siirt University campus and apple trees in Siirt province. Commonly referred to as the “vampire beetle,” this pest poses a threat to numerous plant species, particularly fruit trees, and adversely impacts agricultural production. Previously documented in the Eastern Black Sea region of Turkey, *Ricania* species have now been identified on apple trees in Siirt province, marking their inaugural presence in the Southeastern Anatolia Region. The implications of this pest on the ecosystem, along with its potential for spreading, are significant for biodiversity and agricultural sustainability, necessitating comprehensive studies on population density. Proactive monitoring and control strategies are essential to mitigate spread and prevent economic losses. In this regard, an in-depth investigation into the ecological adaptations, feeding behaviors, and dispersal mechanisms of *Ricania* sp. will facilitate the development of effective control measures within the framework of integrated pest management.

Keywords: Apple trees, Integrated Pest Management. *Ricania* sp., Siirt University,

SIİRT ÜNİVERSİTESİ ELMA AĞAÇLARINDA *Ricania* sp. (HEMIPTERA: RICANIİDAE) TÜRÜNÜN İLK KAYDI

Özet

Bu çalışma, *Ricania* sp. (Hemiptera: Ricaniidae) cinsinin Siirt Üniversitesi kampüs alanlarında ve Siirt ilindeki elma ağaçları üzerinde ilk kez tespit edilmesini rapor etmektedir. "Vampir böceği" olarak bilinen bu zararlı, başta meyve ağaçları olmak üzere birçok bitki türüne zarar vererek tarımsal üretimi olumsuz etkilemektedir. Türkiye'de daha önce Doğu Karadeniz sahil şeridinde yayılım gösterdiği bildirilen *Ricania* türlerinin, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ilk defa Siirt ilinde elma ağaçları üzerinde varlığı belirlenmiştir.

Zararlının ekosistem üzerindeki etkileri ve yayılma potansiyeli, biyolojik çeşitlilik ve tarımsal sürdürülebilirlik açısından önemli olup, popülasyon yoğunluğu hakkında kapsamlı çalışmalar gerekmektedir. Erken dönemde uygulanacak izleme ve kontrol stratejileri, yayılımı sınırlandırmak ve ekonomik kayıpları önlemek açısından kritik rol oynayacaktır. Bu bağlamda, *Ricania* sp.'nin ekolojik adaptasyonları, beslenme alışkanlıkları ve yayılım mekanizmalarının detaylı olarak incelenmesi, entegre zararlı yönetimi kapsamında etkin mücadele yöntemlerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Elma ağaçları, Entegre Zararlı Yönetimi, *Ricania* sp.,

Introduction

Ricaniidae is a small family within the superfamily Fulgoroidea (Hemiptera) (Ak et al., 2015). The Ricaniidae family holds significant importance within the Hemiptera order, which comprises notable plant pests globally. This family is represented by 46 genera and encompasses 450 species worldwide (Gnezdilov, 2009). The genus *Ricania* (Hemiptera: Ricaniidae) encompasses several species recognized as significant agricultural pests (Dincer and Kizil, 2022). *Ricania simulans* (Walker, 1851) (Hemiptera: Ricaniidae) is a highly polyphagous pest that negatively impacts plants by feeding on their sap. Female individuals deposit their eggs beneath the bark of young shoots and twigs, resulting in tissue degradation and potential decline of the host plant over time (Göktürk et al. 2018). Commonly referred to as the "vampire bug," this pest undermines the health of its hosts through continuous sap extraction (Anonymus 2025). This family of plant pests is found in warm temperate and tropical regions worldwide. They are associated with both herbaceous and woody plants and have adapted to a range of habitats, including rainforests and semi-deserts (Zhang et al., 2022). Initially recorded as a new pest in Turkey and identified as *Ricania simulans* (Walker, 1851), this species was subsequently reclassified as *Ricania japonica* (Melichar, 1898) (Hemiptera: Ricaniidae) (Tüfekli et al., 2021). Since 2006, this pest has been known to cause significant economic losses, particularly in agricultural regions along the Eastern Black Sea coast (Göktürk and Mihli, 2015). It has been reported that the pest was introduced to Turkey via infected plant materials due to cross-border movement between Turkey and Georgia (Ak et al., 2015). Originally native to East Asia, *R. simulans* has expanded its range to include diverse countries such as Japan, southern China, Korea, Ukraine, Russia, and Georgia. This spread has raised concerns regarding its potential impacts on agricultural productivity and ecosystem stability (Göktürk and Mihli, A. 2015). Furthermore, this pest was also reported in Istanbul (Arslangündoğdu and Hizal, 2018).

The determined of *Ricania* sp. in Siirt Province, southeastern Turkey, signifies a substantial expansion of this species' range and its ability to adapt to drier and warmer climatic conditions. This development raises concerns about its potential dissemination into other agricultural regions of Anatolia. During our routine inspections of apple trees at Siirt University, this pest was recorded for the first time in July 2024 (Figure 1). The presence of *Ricania* sp. in Siirt Province, despite the prevailing hot and dry weather, underscores its high adaptability and capacity to thrive under harsh climatic conditions. This adaptability suggests that the pest could spread not only throughout the Eastern Black Sea Region but also to areas with warmer and varied climates. Consequently, this development highlights the potential for a wider geographical spread of the species and its possible impacts on agricultural production.



Figure 1. *Ricania* sp. was observed on apple trees at Siirt University (H. Dilmen, Original)

Feeding Habits and Impact of *Ricania* sp. on Host Plants

The False Butterfly (*Ricania* sp.), which produces one generation annually, deposits its eggs beneath the bark of fresh shoots and slender branches, leading to more noticeable damage in these areas (Anonymous, 2024). The pest's piercing-sucking mouthparts extract sap from the tender shoots, causing harm during both the adult and nymph stages. Additionally, it acts as a vector for several significant plant pathogenic fungi, including *Cylindrocarpon* spp., *Fusarium* spp., and *Pestalotiopsis quepinii* (Tanyel and Ramoğlu, 2022; Göktürk and Mıhlı, A. 2015).

Integrated Pest Management (IPM) Strategies for *Ricania* sp.

Given its invasive potential, integrated pest management (IPM) approaches are crucial for controlling *Ricania simulans*. Key management strategies encompass cultural, biological, chemical, and mechanical control measures. Cultural control involves the removal of egg-laden plant material to decrease population density, pruning heavily infested branches, and enhancing orchard sanitation to minimize nymph harborage sites. Host plants should be regularly monitored, and any plants with laid eggs should be cleaned and removed through mechanical control methods. Biological control emphasizes the promotion of natural predators, such as ladybirds (Coccinellidae) and parasitic wasps (Hymenoptera), while also exploring the population suppression potential of entomopathogenic fungi. Notably, Tüfekli et al. (2021) identified a significant number of predator and parasitoid species that could contribute to the natural biological control of this pest. Among these natural enemies, *Aprostocetus* sp. and *Polynema* sp. were recognized as potential parasitoids against *Ricania simulans*. Furthermore, isolations from deceased *R. japonica* adults within the same study revealed that the pest was infected by an entomopathogenic fungus, with *Beauveria bassiana* identified as the causal agent. Simultaneously, within the framework of biotechnical control, it has been established that light traps capture this pest at a significantly higher rate than adhesive tape traps. The authors indicated that the use of light traps for this purpose may result in a substantial reduction in the population of this species (Göktürk and Mıhlı, A. 2015).

Conclusion

The recent detection of *Ricania sp.* in Siirt represents a significant milestone in its invasion history within Türkiye. Its capacity to establish populations across diverse climatic conditions underscores the necessity for ongoing monitoring and research into its ecological adaptations. Future studies should prioritize understanding its dispersal mechanisms, host plant preferences, and interactions with local ecosystems. By integrating biological, cultural, and chemical control methods, sustainable management strategies can be developed to mitigate economic losses and safeguard agricultural production in affected regions.

References

- Ak, K., Güçlü, Ş., Eken, C., Sekban, R., (2015). *Ricania simulans* (Walker, 1851) (Hemiptera: Ricaniidae) a new pest for Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 39(2), 179-186. <https://doi.org/10.16970/ted.94434>
- Anonymus, (2024). Yalancı Kelebeği (*Ricania Simulans*) Karşı Mücadele Dönemi [https://trabzon.tarimorman.gov.tr/Haber/550/Yalanci-Kelebege- -Ricania-Simulans- -Karsi-Mucadele-Donemi](https://trabzon.tarimorman.gov.tr/Haber/550/Yalanci-Kelebege--Ricania-Simulans--Karsi-Mucadele-Donemi) (access date: April 20, 2024).
- Anonymus, (2025). Vampir kelebek. https://tr.wikipedia.org/wiki/Vampir_kelebek. (access date: January 15, 2025).
- Arslangünoğdu, Z., Hizal, E., (2018). New distribution area and host plants for invasive alien insect species, *Orosanga japonica* (Melichar) in Turkey (Hemiptera: Ricaniidae). *Entomologica Americana*, 124(1-4), 26-30.
- Dincer, B., Kizil, D., (2022). Inhibition and purification of acetylcholinesterases from adults and nymphs of *Ricania simulans* (Walker, 1851)(Hemiptera: Ricaniidae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 42(5), 3363-3372.
- Gnezdilov, V. M., (2009). A new subfamily of the planthopper family Ricaniidae Amyot et Serville (Homoptera, Fulgoroidea). *Entomological Review*, 89, 1082-1086.
- Göktürk, T., Mihli, A., (2015). Doğu Karadeniz sahil şeridinin önemli zararlısı *Ricania simulans* (Walker,1851) (Hemiptera: Ricaniidae)'ın mücadelesi üzerine araştırmalar. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(1), 89-93. <https://doi.org/10.17474/acuofd.44749>.
- Göktürk, T., Tozlu, E., Kotan, R., (2018). Prospects of entomopathogenic bacteria and fungi for biological control of *Ricania simulans* (Walker 1851)(Hemiptera: Ricaniidae). *Pakistan Journal of Zoology*. 50(1), 75-82.
- Tanyel, E., Ramoğlu, B., (2022). Vampir Kelebek (*Ricania simulans*) Zararlısına Karşı Isırgan Ve Karayemiş Bitkilerinin Doğal İnsektisit Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 15(2), 93-102.
- Tüfekli, M., Karut, Ş. T., Akmeşe, V., Sekban, R., Aydın, E., Karadeniz, Ş. (2021). *Ricania japonica* (Hemiptera: Ricaniidae)'nın Biyolojik Mücadelesinde Kullanılabilecek Potansiyel Doğal Düşmanların Belirlenmesi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 36(1), 59-70.
- Zhang, H., Fang, W., Zhao, X., Jiang, X., Stroiński, A., Qin, D., (2022). Comparative analysis of the complete mitochondrial genomes of five species of Ricaniidae (Hemiptera: Fulgoromorpha) and phylogenetic implications. *Biology*, 11(1), 92.

**CHANGES OF THE CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART OF THE PALEOCENE
AND EOCENE DURING THE LAST 20 YEARS AND ITS EFFECTS ON
PLANKTONIC FORAMINIFERAL BIOZONES**

Ebrahim Mohammadi

Department of Ecology, Institute of Science and High Technology and Environmental
Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran

E-mail address: emohammadi02@gmail.com

Abstract

Planktonic foraminifera are excellent tools for biostratigraphy due to their wide geographical range and frequently short specific time ranges. Therefore, the planktonic foraminifera that are found in sediments of Middle Cretaceous, Upper Cretaceous and Cenozoic have been utilized for more than 60 years in global biostratigraphic correlation. The planktonic foraminiferal biozones established by Wade et al. (2011) serve as primary references for age dating and biostratigraphy of Paleocene and Eocene marine deposits within the tropical realm. In their work, these authors introduced a total of 29 biozones that cover the complete Paleocene and Eocene periods, with 10 of these biozones having a duration of 0.5 million years or less. Wade et al. (2011) calibrated the ages of the Stage boundaries according to the chronostratigraphic framework established by Gradstein et al. (2004). However, the international chronostratigraphic chart has undergone over 20 revisions between 2004 and 2024. As a result, the absolute ages of the majority of Stage boundaries have been modified, while the nomenclature of the Stages has remained consistent. Consequently, the ages corresponding to the Maastrichtian/ Danian, Selandian/ Thanetian, Ypresian/ Lutetian, Lutetian/ Bartonian, and Bartonian/ Priabonian boundaries have been modified to $0.5 \geq$ Ma. This necessitates a revision of the biozones that encompass these boundaries. Notably, the age of the Eocene/ Oligocene or Priabonian/ Rupelian boundary has remained consistent in both the 2004 and 2024 international chronostratigraphic charts, remaining at 33.9 Ma.

Key words: chronostratigraphic chart, Paleocene, Eocene, planktonic foraminifera, biozone.

1. Introduction

Fossil planktonic foraminifera are extremely abundant in most marine sediments and occur worldwide within broad latitudinal temperature belts. When this wide geographical range is combined with frequently short specific time ranges, they make excellent tools for biostratigraphy (BouDagher-Fadel, 2015). Planktonic foraminifera have many characteristics considered ideal for biostratigraphic index fossils-morphologically distinct, diverse, rapidly-evolving, highly abundant, often globally distributed and high preservation potential. As such, they are extensively used for the biostratigraphy of Cretaceous and Cenozoic marine sediments and are a fundamental component of Cenozoic chronostratigraphy (Wade et al., 2011). The planktonic foraminifera that are found in sediments of Middle Cretaceous and younger age have, for over 60 years, been used for worldwide biostratigraphic correlation (BouDagher-Fadel, 2015).

The planktonic foraminiferal biozones established by Wade et al. (2011) serve as primary references for age dating and biostratigraphy of Paleocene and Eocene marine deposits within the tropical realm. These authors calibrated the ages of the Stage boundaries according to the chronostratigraphic framework established by Gradstein et al. (2004). However, the international chronostratigraphic chart has undergone over 20 revisions between 2004 and 2024. The aim of this article is to highlight the effects of changes of the chronostratigraphic chart of the Paleocene and Eocene (from 2004 to 2024) on the Planktonic Foraminiferal Biozones.

2. Material and methods

Ages of stage boundaries, during Paleocene and Eocene, in the International Chronostratigraphic Chart 2024 (ICC 2024) and the Geologic Time Scale 2004 (GTS 2004), were compared. Then, their differences were calculated. The durations of the planktonic foraminiferal biozones established by Wade et al. (2011) were calculated. Finally, the effects of changes of the chronostratigraphic chart of the Paleocene and Eocene (from 2004 to 2024) on the Planktonic Foraminiferal Biozones were discussed.

3. Discussion

3.1. International Chronostratigraphic Chart and the geologic time scale

The geologic time scale is the framework for deciphering the history of the Earth (Gradstein et al., 2004). In other words, A standardized geologic time scale is the framework for deciphering and understanding the long and complex history of our planet Earth (Ogg et al., 2016). The foundation of the geologic time scale is the standardized system of international stratigraphic units (Gradstein et al., 2004). However, the Geologic Time Scale and International Chronostratigraphic Chart were modified several times through time. As such, A Geologic Time Scale 1989 (Harland et al., 1989), A Geologic Time Scale 2004 (Gradstein et al., 2004; under the scientific auspices of the International Commission on Stratigraphy, ICS), the Concise Geologic Time Scale 2008 (Ogg et al., 2008), and A Concise Geologic Time Scale 2016 (Ogg et al., 2008) were released. Likewise, the international chronostratigraphic chart has undergone over 20 revisions between 2004 and 2024. Table 1 represents the modified ages of stage boundaries, during Paleocene and Eocene, in the International Chronostratigraphic Chart 2024 (ICC 2024) relative to the Geologic Time Scale 2004 (GTS 2004).

3.2. Planktonic foraminiferal biozones of Wade et al. (2011)

Paleogene planktonic foraminifera from different localities around the world have been studied in detail by many workers. Several Planktonic Foraminiferal Biozones were established and revised since 1959. Now, the planktonic foraminiferal biozones established by Wade et al. (2011) serve as primary references for age dating and biostratigraphy of Paleocene and Eocene marine deposits within the tropical realm. Wade et al. (2011) introduced a total of 29 biozones (Fig. 1) that cover the complete Paleocene and Eocene periods (table 2), with 10 of these biozones having a duration of 0.5 million years or less. Table 2 shows the duration of the biozones of Wade et al. (2011).

Table 1: Modified ages of stage boundaries, during Paleocene and Eocene, in the International Chronostratigraphic Chart 2024 (ICC 2024) relative to the Geologic Time Scale 2004 (GTS 2004) (Gradstein et al., 2004; Cohen et al., 2024).

Chronostratigraphic Unit boundaries	Age in ICC 2024 (Ma)	Age in GTS 2004 (Ma)	Difference	Additional information
Priabonian/ Rupelian	33.9	33.9	0.0	Eocene/ Oligocene boundary
Bartonian/ Priabonian	37.71	37.2	0.51	
Lutetian/ Bartonian	41.03	40.4	0.63	
Ypresian/ Lutetian	48.07	48.6	0.53	
Thanetian/ Ypresian	56.00	55.8	0.2	Paleocene/Eocene boundary
Selandian/ Thanetian	59.24	58.7	0.54	
Danian/ Selandian	61.66	61.7	0.04	
Maastrichtian/ Danian	66.00	65.5	0.5	Cretaceous/ Paleogene (K/P) boundary

3.3. Effects of the chronostratigraphic on the Planktonic Foraminiferal Biozones

Wade et al. (2011) calibrated the ages of the Stage boundaries according to the chronostratigraphic framework established by Gradstein et al. (2004). However, the international chronostratigraphic chart has undergone over 20 revisions between 2004 and 2024. As a result, the absolute ages of the majority of Stage boundaries have been modified, while the nomenclature of the Stages has remained consistent. Consequently, the ages corresponding to the Maastrichtian/ Danian, Selandian/ Thanetian, Ypresian/ Lutetian, Lutetian/ Bartonian, and Bartonian/ Priabonian boundaries have been modified to $0.5 \geq$ Ma. This necessitates a revision of the biozones that encompass these boundaries. Notably, the age of the Eocene/ Oligocene or Priabonian/ Rupelian boundary has remained consistent in both the 2004 and 2024 international chronostratigraphic charts, remaining at 33.9 Ma.

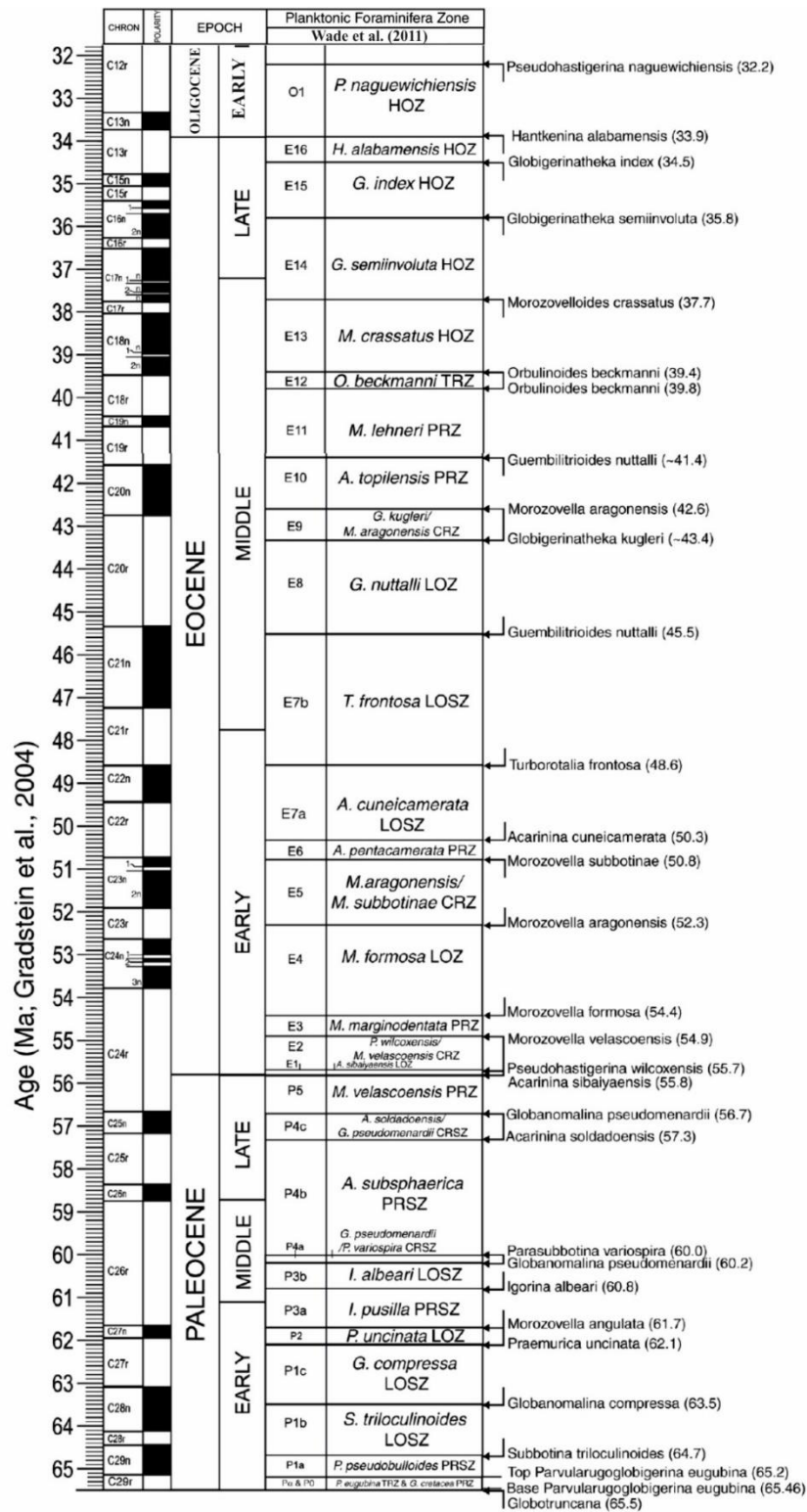


Figure 1: Primary planktonic foraminiferal bioevents and biozones for the Paleocene and Eocene against the polarity time scale of Gradstein et al. (2004). A=Atlantic; IP=Indo-Pacific. (after Wade et al., 2011).

Table 2: Time range (duration) of the planktonic foraminiferal biozones of Wade et al. (2011).

Row	Zone (Wade et al. 2011) (base)	Age (Ma) of base (Wade et al. 2011)	Duration (Ma)	Stage
30	O1	33.7	0.6	Rupelian
Eocene/Oligocene boundary				
29	E16	34.3		Priabonian
28	E15	35.8	1.5	Priabonian
27	E14	38.0	2.2	Bartonian- Priabonian
26	E13	40.0	2	Bartonian
25	E12	40.5	0.5	Bartonian
24	E11	42.3	1.8	Lutetian- Bartonian
23	E10	43.6	1.3	Lutetian
22	E9	44.4	0.8	Lutetian
21	E8	46.4	2	Lutetian
20	E7b	49.0	2.6	Ypresian- Lutetian
19	E7a	50.4	1.4	Ypresian
18	E6	50.8	0.4	Ypresian
17	E5	52.3	1.7	Ypresian
16	E4	54.0	0.5	Ypresian
15	E3	54.5	0.9	Ypresian
14	E2	55.4	0.1	Ypresian
13	E1	55.5	0.4	Ypresian
Paleocene/Eocene boundary				
12	P5	55.9	0.6	Thanetian
11	P4c	56.5	0.6	Thanetian
10	P4b	59.2	2.7	Selandian- Thanetian
9	P4a	59.4	0.2	Selandian
8	P3b	60.0	0.6	Selandian
7	P3a	61.0	1	Danian- Selandian
6	P2	61.4	0.4	Danian
5	P1c	62.9	1.5	Danian
4	P1b	64.3	1.4	Danian
3	P1a	64.8	0.5	Danian
2	P α	64.97	0.17	Danian
1	P0	65.0	0.03	Danian

4. Conclusion

The effects of changes of the chronostratigraphic chart of the Paleocene and Eocene (from 2004 to 2024) on the Planktonic Foraminiferal Biozones were discussed. This study led to the following interesting results:

The planktonic foraminiferal biozones established by Wade et al. (2011) serve as primary references for age dating and biostratigraphy of Paleocene and Eocene marine deposits within the tropical realm.

In their work, these authors introduced a total of 29 biozones that cover the complete Paleocene and Eocene periods, with 10 of these biozones having a duration of 0.5 million years or less.

Wade et al. (2011) calibrated the ages of the Stage boundaries according to the chronostratigraphic framework established by Gradstein et al. (2004). However, the international chronostratigraphic chart has undergone over 20 revisions between 2004 and 2024.

As a result, the absolute ages of the majority of Stage boundaries have been modified. Consequently, the ages corresponding to the Maastrichtian/ Danian, Selandian/ Thanetian, Ypresian/ Lutetian, Lutetian/ Bartonian, and Bartonian/ Priabonian boundaries have been

modified to $0.5 \geq$ Ma. This necessitates a revision of the biozones that encompass these boundaries.

Notably, the age of the Eocene/ Oligocene or Priabonian/ Rupelian boundary has remained consistent in both the 2004 and 2024 international chronostratigraphic charts, remaining at 33.9 Ma.

References

- Berggren, W.A., Pearson, P.N., 2006. Tropical and subtropical planktonic foraminiferal zonation of the Eocene and Oligocene. In: Pearson, P.N., Olsson, R.K., Huber, B.T., Hemleben, C., Berggren, W.A. (Eds.), Cushman Foundation Special Publication, 41, pp. 29–40
- BouDagher-Fadel, M.K. (2015) Biostratigraphic and Geological Significance of Planktonic Foraminifera (Updated 2nd Edition). UCL Press, London, 298p.
- Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X., 2024. The ICS international chronostratigraphic chart.
- Harland, W.B., Armstrong, R.L., Cox, A.V., Craig, L.E., Smith, A.G., Smith, D.G., 1989. A Geologic Time Scale 1989. Cambridge University Press. 263 pp. (and their previous A Geologic Time Scale 1982).
- Gradstein FM, Ogg JG, Smith AG (2005) A geologic time scale 2004. Cambridge University Press, Cambridge
- Mohammadi, E. (2023) Foraminiferal biozonation, biostratigraphy, and transbasinal correlation of the Oligo-Miocene Qom Formation, Iran (northeastern margin of the Tethyan Seaway). *Palaeoworld*, doi:10.1016/j.palwor.2022.04.005
- Mohammadi, E., Maroufi, K., Bavi Oweydi, A.R., Kiani Shahvandi, M., 2024. Stratigraphic, paleontological and sedimentological evidence used in the field study of the Pabdeh Formation (Paleocene-Oligocene), Zagros, SW Iran. 8th symposium of sedimentological society of Iran. 31 Jun-1 Feb 2024. 7 pp.
- Ogg, J.G., Ogg, G., Gradstein, F.M., 2008. The Concise Geologic Time Scale. Cambridge University Press. 177 p. (book). Translated in Japanese in 2012.
- Ogg, J.G., Ogg, G.M., Gradstein, F.M., 2016. A Concise Geologic Time Scale 2016. Elsevier, 234 pp.
- Olsson, R. K. Hemleben, C. Berggren, W. A. and Huber, B. T (1999) Atlas of Palaeocene Planktonic Foraminifera- Smithsonian Contributions to Paleobiology, 85: 1–252.
- Pearson, P. N., Olsson, R. K., Hemblen, C. Huber, B. T., and Berggren, W. A (2006) Atlas of Eocene planktonic foraminifera, Cushman Special Publication, 41, Department of Geology East Carolina Univ., Greenville (2006), p. 513.
- Postuma S.A. 1971. Manual of Planktic Foraminifera. Elsevier, Amsterdam, 420 p.
- Premoli Silva, I. Rettori, R. and Verga, D (2003) Practical manual of Paleocene and Eocene planktonic foraminifera. In: Rettori R. Verga D. (Eds.) 2nd International school on planktonic Forminifera, University of Perugia, Italy. 152.
- Wade BS, Pearson PN, Berggren WA, Pälike H (2011) Review and revision of cenozoic tropical planktic foraminiferal biostratigraphy and calibration to the geomagnetic polarity and astronomical time scale. *Earth Sci Reviews* v 104:111–142

**NUTRITIONAL EVALUATION OF *Nymphaea Lotus* LEAF MEAL AS A
POTENTIAL FEED INGREDIENT FOR LIVESTOCK**

Funmilayo Grace ADEBIYI*

Agricultural Biochemistry and Nutrition Unit, Department of Animal Science, University of Ibadan, Nigeria., *Corresponding Author: fgadebiyi@gmail.com
Orcid Number: 0000-0001-6364-8064

Olufemi Adebukola ADEBIYI

Animal Production and Management Unit, Department of Animal Science, University of Ibadan, Nigeria, femibiyi01@gmail.com

Oyinade L. SOETAN

Agricultural Biochemistry and Nutrition Unit, Department of Animal Science, University of Ibadan, Nigeria, Oyinade551@gmail.com

Tolulope Dorcas AKINADE

Agricultural Biochemistry and Nutrition Unit, Department of Animal Science, University of Ibadan, Nigeria, Akinadetolulope94@gmail.com

Olayele Joseph OGUNNUSI

Agricultural Biochemistry and Nutrition Unit, Department of Animal Science, University of Ibadan, Nigeria, Olayeleogunnusi71@gmail.com

Blessing Idowu TITILOYE

Agricultural Biochemistry and Nutrition Unit, Department of Animal Science, University of Ibadan, Nigeria, blexedblessing@gmail.com

Barnabas ADEDOTUN

Agricultural Biochemistry and Nutrition Unit, Department of Animal Science, University of Ibadan, Nigeria., Adedotunbarnabas001@gmail.com

Olubunmi ADEJOH

Forestry Research Institute of Nigeria, Microbiology Research Section, Patent & Enterprise Incubation Centre, Jericho Hills, Ibadan, Oyo State, Nigeria, paulineadejoh@gmail.com

RIDWAN BAYONLE Salahudeen

Agricultural Biochemistry and Nutrition Unit, Department of Animal Science, University of Ibadan, Nigeria. Ridwansalahudeen00@gmail.com

Olugbenga Adeniran OGUNWOLE

Agricultural Biochemistry and Nutrition Unit, Department of Animal Science, University of Ibadan, Nigeria, droaogunwole@gmail.com

Abstract

This study evaluated the proximate composition, fibre fractions, and mineral profile of *Nymphaea lotus* leaf meal to assess its potential as a feed ingredient in livestock nutrition. The proximate composition, in vitro organic matter digestibility, minerals and amino acids profile were analysed using standard procedures. The proximate composition (crude protein, crude fibre, ether extract (fat), ash and nitrogen-free extract -NFE), fibre fractions and mineral content of *Nymphaea lotus* leaf meal were analysed using standard procedures. The result revealed a crude protein content of 21.58%, crude fibre of 18.23%, ether extract of 2.26%, ash content of 13.43% and 44.5%NFE. Fibre fraction analysis showed that the leaf meal contains significant amounts of structural carbohydrates, with neutral detergent fibre, acid detergent fibre, and acid detergent lignin at 42.05%, 33.31%, and 6.24%, respectively. The mineral analysis indicated high levels of essential macro-minerals, including calcium (12,946.04 ppm), potassium (10,347.55 ppm), and magnesium (6,514.46 ppm), along with important trace elements such as iron (742.84 ppm), and phosphorus (3,325.84 ppm). In conclusion, the results underscore the potential of *Nymphaea lotus* leaf meal as a potential feed ingredient, especially for ruminants, due to its high mineral and fibre content. However, further research is needed to explore its digestibility and determine the optimal inclusion levels in the diet formulations for livestock.

Keywords: *Nymphaea lotus*, proximate composition, fibre fractions, minerals, leaf meal

Introduction

The global livestock industry faces increasing pressure to enhance productivity while simultaneously reducing production costs and environmental impacts. Rising prices and inconsistent availability of conventional feed ingredients are major challenges to sustainable and affordable livestock production worldwide, particularly in developing countries. Consequently, researchers and industry professionals are increasingly exploring alternative, locally available, and underutilized feed resources to mitigate these issues and enhance the sustainability of livestock systems (Makkar, 2016). Many aquatic plants have now been recognized for their nutritional value and potential to supplement animal diets (Adelakun, 2016). Traditionally aquatic plants are viewed as nuisances that are difficult to eradicate or control (Mohammed et al., 2012), but their nutritional value where high-quality commercial feeds are scarce or prohibitively expensive. Among these aquatic plants is *Nymphaea lotus*. *Nymphaea lotus*, commonly known as the water lily, is abundantly available in tropical and subtropical regions. Traditionally valued for its medicinal properties, emerging evidence suggests that its leaf meal is rich in essential phytochemicals that contribute to overall animal health (Adebiyi et al., 2024). According to Obot and Ayeni (1984), *Nymphaea lotus* is one of the most prominent aquatic macrophytes in Nigerian freshwater bodies. However, despite its abundance, there is a dearth of information on its nutritional properties as affected by geographical location in Nigeria. Preliminary investigations by Mohammed et al. (2013) on water lily from the Tatabu flood plain of North Central Nigeria have demonstrated its potential nutritional value. Nevertheless, to fully advocate for its use as a feed supplement, further exploration of the nutritional quality of *Nymphaea lotus* from diverse Nigerian regions is necessary. This study specifically examines the proximate composition and mineral profile of *Nymphaea lotus* leaves collected from the Ilaje area of Ondo State, South-west Nigeria, aiming to fill the current gap in nutritional documentation and assess its viability as an alternative feed ingredient.

Materials and methods

Collection and identification of Plant Material

Fresh leaves of *Nymphaea lotus* were collected from ponds in Ilaje area of Ondo State, Nigeria. The plant was identified by a plant taxonomist in the Department of Botany, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria and a specimen voucher was deposited in the Botany Departmental Herbarium.

Preparation of Plant Material:

The freshly harvested *Nymphaea lotus* leaves were rinsed with clean water; air-dried for one (1) week in the laboratory and thereafter oven-dried at 40°C. The dried samples were blended using a laboratory blender. The ground samples were kept in a glass jar until further analysis.

Laboratory Analysis

The proximate analyses for moisture, ash, crude protein, ether extract (fat), and crude fibre were carried out in triplicates according to the methods described by AOAC (1990). Nitrogen was determined by the Kjeidahl method and the nitrogen content was converted to protein by multiplying by 6.25 (Jeanette, 1987). The nitrogen-free extract was calculated using the formula below:

$$\% \text{ NFE} = 100 \% - (\% \text{ EE} + \% \text{ CP} + \% \text{ Ash} + \% \text{ CF}).$$

The fibre fractions; Neutral detergent fibre (NDF), Acid detergent fibre (ADF), Acid detergent lignin (ADL) were determined using standard procedure (Van Soest *et al.*, 1991). The quantification of essential macro- and micro-minerals was carried out using **Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)** with specific lamps (for all mineral elements) and flame photometer for Na and K using air acetylene flame integrated mode and quantity concentration of unknown from the calibration curve of the standards (AOAC, 2000)

Results and discussion

Proximate Composition

The proximate composition of *Nymphaea lotus* leaf meal is presented in Figure 1. The proximate analysis revealed a crude protein (CP) content of 21.58%, crude fibre (CF) of 18.23%, ether extract (EE) of 2.26%, ash content of 13.43% and 44.5% NFE. The results of this study are within the range recorded for aquatic plants by Opiyo *et al.*, (2024).

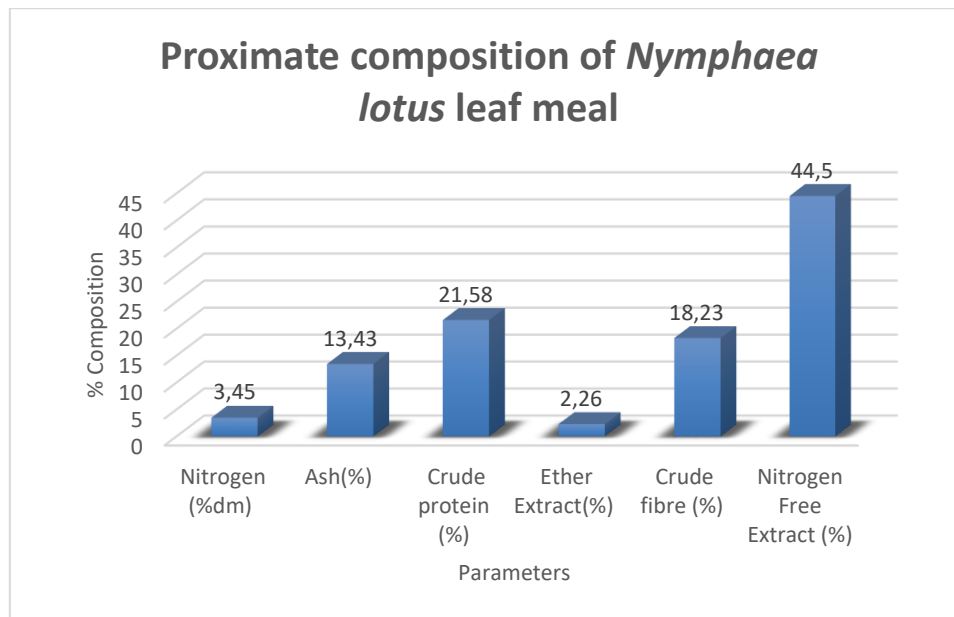


Figure 1: Proximate composition of *Nymphaea lotus* leaf meal

The crude protein content (21.58%) of *Nymphaea lotus* leaf meal is within the range reported for other aquatic plants used in animal nutrition, such as *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes* and *Ipomoea aquatica* (Adelakun *Et al.*, 2016). However, this value is relatively high compared to conventional forage ingredients such as **alfalfa (*Medicago sativa*)**, which contains **approximately 15–20% CP** (NRC, 2001), therefore making it a potential alternative protein source in animal nutrition. However, its relatively high crude fibre (18.23%) suggests it may be more suitable for ruminants than monogastric animals, which have limited fibre digestion capacity (McDonald *et al.*, 2011). The presence of **ether extract (2.26%)** indicates a low lipid content, which is typical of leafy plants (Mohammed, *et al.*, 2013).

The **crude fibre content (18.23%)** is substantial, suggesting a high proportion of structural carbohydrates. While high fibre levels may limit digestibility in monogastric animals (McDonald *et al.*, 2011), they can be beneficial for ruminants, where fibre supports rumen

function and fermentation. Similar fibre levels have been reported in other aquatic plants such as *Azolla pinnata* (17–20% CF) (Sotolu, 2012). The **ash content (13.43%)** is relatively high, indicating the presence of essential minerals. This aligns with findings from previous studies on aquatic plants, where ash content tends to be higher than that of terrestrial plants due to their mineral absorption from water (Mohammed, *et al.*, 2013; Adalakun *et al.*, 2016). The Nitrogen-free extract (NFE) is a calculated value representing the digestible carbohydrate portion of a feed. It includes sugars, starches, and some soluble fibre but excludes crude fibre and structural carbohydrates like cellulose. The nitrogen-free extract (NFE) value obtained for *Nymphaea lotus* leaf meal in this study suggests a substantial proportion of non-fibre carbohydrates, indicating its potential as a good energy source in animal nutrition.

Fibre Fractions

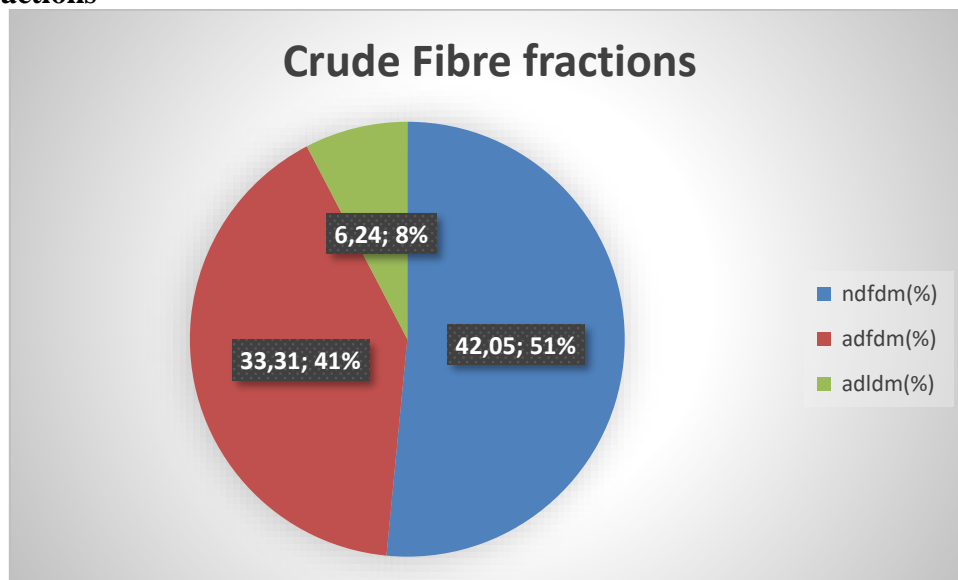


Figure 2: Fibre fractions of *Nymphaea lotus* leaf meal

NDF- Neutral detergent fibre, ADF- Acid detergent fibre, ADL- Acid detergent lignin
The fibre fraction analysis of *Nymphaea lotus* leaf meal is presented in Figure 2 which revealed **NDF (42.05%)**, **ADF (33.31%)**, and **ADL (6.24%)**, indicating a significant presence of structural carbohydrates. The **moderate NDF level** suggests potential suitability for ruminant diets, as it can support rumen function and gut motility, though it may limit digestibility in monogastric animals. The **ADF value (33.31%)** reflects the proportion of cellulose and lignin, indicating a moderate level of digestible fibre, while the **ADL content (6.24%)** highlights the presence of lignin, which reduces fibre digestibility. These values are comparable to other aquatic plants studied for animal feed, suggesting *Nymphaea lotus* could serve as a **fibre source for ruminants** (McDonald *et al.*, 2011; Sotolu, 2012).

Mineral Composition

Mineral analysis of *Nymphaea lotus* leaf meal is shown in Table 1. The results indicated that calcium (Ca) was the most abundant macro-mineral (12,946.04 ppm), followed by potassium (K) at 10,347.55 ppm and magnesium (Mg) at 6,514.46 ppm. Phosphorus (P) was also present at 3,325.84 ppm, while sodium (Na) was found in lower amounts (36.49 ppm). Among the trace

minerals, iron (Fe) was the highest (742.84 ppm), followed by manganese (Mn) at 159.09 ppm, zinc (Zn) at 25.26 ppm, and copper (Cu) at 3.66 ppm respectively.

Table 1 Mineral compositions of *Nymphaea lotus* Leaf Meal

Minerals	ppm
Sodium	36.49
Potassium	10,347.55
Magnesium	6,514.46
Calcium	12,946.04
Manganese	159.09
Ferric	742.84
Copper	3.66
Zinc	25.26
Phosphorus	3,325.84

The high calcium and phosphorus of *Nymphaea lotus* leaf meal is beneficial for bone development, eggshell formation, and metabolic functions in livestock (NRC, 2005). The high potassium content is essential for muscle function and electrolyte balance, while magnesium plays a key role in enzyme activation and neuromuscular coordination (McDowell, 2003). The trace minerals, particularly iron (742.84 ppm) and manganese (159.09 ppm) are critical for blood formation, enzyme function, and growth performance in animals (Underwood & Suttle, 2001). However, the low sodium content (36.49 ppm) suggests that diets incorporating *Nymphaea lotus* leaf meal may require sodium supplementation.

Conclusion

In conclusion, *Nymphaea lotus* leaf meal has a promising nutritional profile, particularly for ruminant feeding, given its high crude protein, and mineral contents. However, its use in monogastric diets may be limited due to its high fibre content. Further research on its digestibility, anti-nutritional factors, and optimal inclusion levels in animal diets is recommended.

References

- Adebisi, F. G., Ogunnusi, O. J., Akinade, T. D., Adejoh, O., Adebisi, O. A. 2024. Phytochemical profile and potential bioactivity of *Nymphaea lotus* leaves. 10th international European Congress on Interdisciplinary Scientific Research, Hotel IBIS Styles, Stampfenbachstrasse 608006 Zurich center, Switzerland. August 27-29, 2024 pp 64.
- Adelakun, K.M., Kehinde, A.S, Amali, R.P., Ogundiwin, D.I., and Omotayo, O.I.. (2016) Nutritional and Phytochemical Quality of Some Tropical Aquatic Plants. Poultry, Fisheries and Wildlife Sciences Vol 4(2):2-5. ISSN: 2375-446X / doi:10.4172/2375-446x.1000164
- AOAC (1990). *Official methods of analysis* (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- AOAC (2000) *Official Methods of Analysis*. 18th edn. Washington, D.C.: Association of Official Analytical Chemists, pp. 18–62.
- Jeanette, E., (1987). Sorghum Quality Laboratory Manual for use in West Africa. Oxford University Press. UK.
- NRC (National Research Council). (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle*. National Academies Press.
- NRC (National Research Council). (2005). *Mineral Tolerance of Animals* (2nd ed.). National Academies Press, Washington, DC.
- Makkar, H. P., Becker, K., Abel, H. J., & Pawelzik, E. (1993). Nutrient contents, rumen protein degradability and anti-nutritional factors in some tropical fodder trees. *Animal Feed Science and Technology*, 43(3-4), 237-246. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(93\)90076-8](https://doi.org/10.1016/0377-8401(93)90076-8)
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., & Morgan, C. A. (2011). *Animal Nutrition* (7th ed.). Pearson Education Limited.
- McDowell, L. R. (2003). *Minerals in animal and human nutrition* (2nd ed.). Elsevier Science
- Mohammed, H. A., and Awodoyin, R. O. (2008). Growth ecology of an aquatic macrophyte *Nymphaea lotus* Linn from Nigerian inland- water. *Journal of Plant Science*, 3:99-104.
- Mohammed, H. A., Uka, U. N., & Yauri, Y. A. B. (2013). "Evaluation of nutritional composition of water lily (*Nymphaea lotus* Linn.) From Tatabu Flood plain, North central, Nigeria". *Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 8(1): 261-264. ISSN 1816-4927/ DOI: 10.3923/jfas.2013.261.264
- Obot, E. A., & Ayeni, J. S. O. (1987). A Hand Book of Common Aquatic Plants of the Kainji Lake Basin. National Institute for Freshwater Fisheries Research. Saolog Printing Productions, New Bussa.
- Opiyo, M.A., Mbogo, K., Orina, P. (2024). Potential of Freshwater Macrophytes for Aquafeed in Kenya. In: Gabriel, N.N., Abasubong, K.P., Erasmus, V.N., Kamble, M.T. (eds) Sustainable Feed Ingredients and Additives for Aquaculture Farming. Sustainability Sciences in Asia and Africa(). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-4279-0_2
- Sotolu, A. O. (2012). Nutrient potential of water lettuce (*Pistia stratiotes*) and its utilization in fish feed. *International Journal of Applied Agricultural Research*, 7(1), 21-30.
- Underwood, E. J., & Suttle, N. F. (2001). *The Mineral Nutrition of Livestock* (3rd ed.). CABI Publishing.
- Van Soest, P.J., Robertson J.B., and Lewis B.A. (1991). Methods for dietary fibre, neutral

detergent fibre and non- starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74:3883-3597

IN-VITRO EFFICACY OF CLOVE (*Syzygium aromaticum*) against the growth of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* ASSOCIATED WITH URINARY TRACT INFECTION

Olusanmi, P.K.^a,

Federal University Lokoja, Faculty of Science, Lokoja, pamilerinolusanmi@gmail.com

Daikwo, S.^b,

Federal University Lokoja, Faculty of Science, Lokoja, daikwosuccess17@gmail.com

Simon, V.O.^c,

Federal University Lokoja, Faculty of Science, Lokoja, simonvictory19@gmail.com

Olaomi A.A.^d,

Federal University Lokoja, Faculty of Science, Lokoja, olaomiafeez@gmail.com

Amuna, O.T.^e,

Federal University Lokoja, Faculty of Science, Lokoja, oluwaseyitheophillus@gmail.com

Olusanmi, P.T.^f,

Federal University Lokoja, Faculty of Science, Lokoja, pelumiolusanmi@gmail.com

Ayodele, F.A.^g,

Federal University Lokoja, Faculty of Science, Lokoja, akoredefaith@gmail.com

Abstract

Throughout life, multiple infectious diseases manifest themselves. Affecting approximately 10% of people, urinary tract infections sometimes becomes destructive to patient health when they receive delayed treatments. The health condition of both individual people and entire communities relies heavily on medicinal plants. This study evaluated the antimicrobial efficacy of *Syzygium aromaticum* against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria species found in association with urinary tract infections. Working solutions of 100mg/ml, 75mg/ml, 50mg/ml and 25mg/ml concentrations of plant extract and agar well diffusion method were used to determine the antibacterial properties of the plant extracts. The result revealed that *Syzygium aromaticum* extracts demonstrated antibacterial properties against tested organisms. The highest inhibitory effect against *Escherichia coli* was achieved at 100mg/ml of ethanolic extract with 16.00±0.05mm and the least was at 25mg/ml of aqueous extract with a zone of inhibition of 8.00±0.08mm, while for *Staphylococcus aureus*, the highest zone of inhibition was achieved at 100mg/ml of ethanolic extract with 18.00±0.29mm and the least was at 25mg/ml of aqueous extract with a zone of inhibition of 10.00±0.02mm. Other concentrations of the plant extracts showed sensitivity to the tested isolates with ethanolic extract demonstrating superior antibacterial results than both aqueous and n-hexane extracts. The research proved that clove

extracts proved effective in fighting off the examined microbial isolates.

Keywords: *Syzygium aromaticum*, urinary tract infection, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, antibacterial properties

Introduction

Numerous microorganisms (uropathogens), such as viruses, fungi, and bacteria, can cause UTIs; however, bacteria are the primary cause of UTIs in 95% of cases (Faujdar *et al.*, 2020). Many authors from both developed and developing nations have reported antibiotic resistance against these UTI causing bacteria. Due to the therapeutic challenge posed by this rapid spread of resistance, particularly to betalactam antibiotics, various betalactamase enzymes, including metallobetalactamases (MBLs), AmpC betalactamase, and extended spectrum betalactamase (ESBL), are involved (Husna *et al.*, 2023). As a result, the constant emergence of these enzymes has limited the selection of antibiotics. Therefore, discovering novel antibacterial agents has become crucial (Rehman *et al.*, 2015). Because of their established antimicrobial properties, medicinal plant extracts have attracted attention in light of the current resistance pattern (Dhama *et al.*, 2014). The most abundant bio resource of pharmaceutical intermediates, food supplements, folk remedies, nutraceutical, and chemical entities for synthetic drugs is medicinal plants (Saranraj *et al.*, 2016).

The most frequent infection among people with diabetes is a urinary tract infection. *Escherichia coli* is the most common pathogen responsible for urinary tract infections (80%), followed by *Staphylococcus aureus* (10–15%). The most common pathogens found are members of the bacterial family Enterobacteriaceae, which account for 84% of urinary tract infections. Antimicrobial resistance causes many of the characteristics of the pathogens that are typically linked to urinary tract infections to change (Ronald, 2002). UTIs can occasionally be asymptomatic or symptomatic. The etiologic organism or organisms, the extent of the infection, the patient's capacity to mount an immune response, and the area of the urinary tract affected all influence its clinical manifestations (Kaur, 2021). Fever, chills, dysuria, urgency, frequency, and murky or foul-smelling urine are some of the warning signs. Bacteria in the distal urethra and periurethral flora are the primary cause of infections, which nearly always have an ascending origin. These bacteria colonize the perineal region and live in the distal gastrointestinal tract. About 90% of all urinary tract infections are caused by *Escherichia coli*, the most prevalent of the bacteria linked to UTIs (Ejrnæs, 2021).

Due to its anti-inflammatory, antimicrobial, antithrombotic, antioxidant, antimutagenic, and antiulcerogenic qualities, cloves (*Syzygium aromaticum*) are one of the many spices used for medicinal purposes and as food preservatives worldwide (Ahmad *et al.* (2001). Given the significance of *Syzygium aromaticum* as an antibacterial agent, the current study was created to examine its antibacterial potential against gram-negative uropathogens that produce AmpC betalactamase, MBL, and ESBL (Ökmen *et al.*, 2018) Traditional medicine uses hundreds of plants to treat bacterial infections all over the world. Traditional medications typically offer efficient antibiotic treatment for bacterial infections; however, antibiotic resistance is becoming a bigger issue, necessitating ongoing research and development. Healthcare practitioners should be aware of the evidence supporting herbal antibiotics, even though natural products are safer than synthetic ones (Abdel-Aziz *et al.*, 2016).

Syzygium aromaticum (Clove) is a dried flower bud that is native to Indonesia's Maluku islands and is a member of the Myrtaceae family. It has recently been cultivated in various locations across the world (Cortés-Rojas *et al.*, 2014). The clove tree's commercial parts are its leaves and buds, and four years after planting, flowering buds start to appear (Batiha *et al.*, 2019). In the pre-flowering stage, they are then harvested manually or with the aid of a natural phytohormone (Cortés-Rojas *et al.*, 2014). It's interesting to note that they

are used commercially for a variety of medicinal and fragrance purposes. Clove is regarded as one of the spices that, because of its antimicrobial and antioxidant qualities, may be used as a substitute for chemical preservatives in a variety of foods, particularly in the processing of meat (Chomchalow *et al.*, 2001). Certain aromatic herbs, such as cinnamon, oregano, clove, thyme, and mint, have been shown in numerous studies to possess antibacterial, antiviral, anticarcinogenic, and antifungal properties. But among other spices, clove has drawn a lot of attention because of its strong antioxidant and antimicrobial properties (Shan *et al.*, 2001). As a result of its antimicrobial qualities, *Syzygium aromaticum* oils are also utilized in the manufacturing of antibiotics. Their potential as alternative treatments for a variety of infectious diseases has been investigated (Maggini *et al.*, 2024). Minerals including calcium, iron, phosphorus, sodium, potassium, and vitamins A and C are abundant in *Syzygium aromaticum*. *Syzygium aromaticum* oil's antimicrobial, antifungal, antiseptic, antiviral, aphrodisiac, and stimulating qualities are responsible for its health advantages (Bhowmik *et al.*, 2012). Phenylpropanoides, including carvacrol, thymol, eugenol, and cinnamonaldehyde, are the primary components of the oil (Chaeb *et al.*, 2017). *Syzygium aromaticum* oil is used as a pain reliever in dentistry (Kaur *et al.*, 2017). Todar (2017) states that it is applied to the gums to lessen toothaches.

Materials and Methods

Sample Collection

Dried *Syzygium aromaticum* seeds were purchased from local markets in Lokoja and kept in air tight container then conveyed to the laboratory of Department of Biological Sciences, Federal University Lokoja for further analysis. *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* strains were obtained from the Federal Teaching Hospital, Lokoja. The strains were stored at 4°C in transport media (ice box) and transported to the laboratory for further analysis.

Culture Media

The media used in this study were Nutrient agar and Nutrient broth. The media was prepared according to the manufacturer instruction.

Nutrient agar

Nutrient agar (NA) was prepared according to manufactures instructions; 28g NA was dissolved in 1000 ml of distilled water, the suspension was mixed until completely homogenized. The conical flask containing the media were plugged with cotton wool and capped with aluminium-foil. The flask was sterilized using lender autoclave at 121°C for 15 minutes, cooled to 30°C and poured into sterile plates Biotech Laboratories Ltd (Cheesebrough, 1985).

Nutrient broth.

25 grams (25g) of nutrient broth agar (NBA) was weighed on a weighing balance, the powder was then dissolved in 1000 milliliters of distilled water that had been sterilized. To guarantee a homogenous mixture, the mixture was heated and gently stirred. 10ml of the agar solution was then transferred from the volumetric flask to 20ml-sized test tube. Each test tube was covered with cotton wool and cupped with aluminium-foil to prevent the inlet and outlet of air during sterilization in the autoclave at 121°C for 15 minutes.

Preparation of Extracts

Syzygium aromaticum were first broken with the aid of crucible and then made into fine powder using electric blender. The fine powder was kept in air tight container and was used for extraction. The powdered plant materials (30g) were extracted by maceration for 24 hours using water (300ml) as extraction solvent. Three 30g of the powdered plant materials was weighed on a weighing balance and kept in separate containers. 300ml of water, ethanol and n-hexane was then transferred to the containers of the powdered plant material. This was shaken thoroughly and allowed to stay overnight. The solution was then filtered and heated at 50°C until the solvent contents were evaporated completely. The dry extracts were then collected and weighed in varying concentrations.

Preparation of working concentration

Stock solution was prepared by dissolving 5g of the solid plant extracts in 10mls of normal saline, making a stock of 500mg/ml. The working concentration was prepared from the stock solution using dilution formula as follows.

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

Where: C_1 = present concentration; V_1 = Volume to use; C_2 = required concentration; V_2 = Required volume.

Working solution of 100 mg/ml, 75 mg/ml, 50mg/ml and 25mg/ml concentrations were used to test for the antimicrobial effect of the extracts.

Antimicrobial Sensitivity Test

Antimicrobial activities of the plant extracts were tested using Agar Well diffusion method (Bauer and Tittel 1996). The prepared culture plates were inoculated with the *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* isolates. Wells were made on the agar surface with cork borer (14mm). The extracts were then poured into the well using sterile syringe and the plates were incubated. All the inoculated plates were labeled with the name of the microbial cultures. All the plates were then observed for any zone of inhibition. The result was read by observing the zone of inhibition of microbial growth in each plate. Plates showing zones of inhibition were measured with the aid of meter ruler and recorded.

Determination of Minimum Inhibitory Concentration

The Minimum Inhibitory Concentration (MIC) was determined as the least concentration that showed an inhibitory effect on test organisms using the tube method. Two fold serial dilutions were made using nutrient broth. Then 5 ml of a solution of the extracts (200 mg/ml) was added aseptically to 5 ml of double strength medium and mixed by shaking. Using a fresh pipette, 5 ml of the mixture was transferred to a second test tube, which contained 5ml of the single strength medium. This too was mixed by shaking and from it 5ml was taken into a third test tube aseptically and mixed by shaking. The 9th tube devoid of any test compound was left as control. Finally, to each tube 0.2ml inoculums of the test organisms was added aseptically. The test tube was closed with cotton wool, incubated at 37°C for 21days, and ultimately observed for turbidity. The minimum concentration inhibiting the growth of test organism was noted as the MIC.

Data Analysis

Measured and recorded zones of inhibition were presented in tabular format indicating the concentrations, mean inhibition zones. Tabulated data was analyzed using ANOVA at $p < 0.05$.

Result

Antibacterial Activity of *Syzygium aromaticum* Extracts

Antibacterial activity of clove was tested against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* and the result is represented in Table 1 and Table 2. The result of antibacterial test of *Syzygium aromaticum* extracts revealed that the plant exhibited antibacterial effect the test isolates. Using four different concentrations of 25mg/ml, 50mg/ml, 75mg/ml and 100mg/ml, the potential sensitivity of extract was obtained against isolates was maximum at 100mg/ml with diameter of 16mm. All tested isolates were sensitive to the various concentrations tested and the ethanolic extract was more effective than the aqueous extract.

Table 1: Antibacterial activity of *Syzygium aromaticum* extracts against *Escherichia coli*

Concentrations (mg/ml)	Mean zones of inhibition (mm) ± Standard error			
	Control	Aqueous	Ethanolic	n-Hexane
25	16.00 ± 0.07 ^a	8.00 ± 0.08	10.00 ± 0.03 ^a	9.00 ± 0.07
50	16.00 ± 0.03	8.00 ± 0.07	12.00 ± 0.05	10.00 ± 0.08
75	16.00 ± 0.09	12.00 ± 0.03 ^b	14.00 ± 0.04 ^b	11.00 ± 0.04
100	16.00 ± 0.09 ^a	14.00 ± 0.09	16.00 ± 0.05 ^a	15.00 ± 0.07

Values are mean ± standard error. Mean values with the same superscript in a column are not significantly different ($p < 0.05$)

Table 2: Antibacterial activity of *Syzygium aromaticum* extracts against *Staphylococcus aureus*

Concentrations (mg/ml)	Mean zones of inhibition (mm) ± Standard error			
	Control	Aqueous	Ethanolic	n-Hexane
25	16.00 ± 0.05	10.00 ± 0.02	12.00 ± 0.02	8.00 ± 0.14
50	16.00 ± 0.06	12.00 ± 0.03	14.00 ± 0.09	10.00 ± 0.03
75	16.00 ± 0.07	14.00 ± 0.19	16.00 ± 0.07	13.00 ± 0.06
100	16.00 ± 0.03 ^{ab}	16.00 ± 0.05 ^{ac}	18.00 ± 0.29	16.00 ± 0.03 ^{bc}

Values are mean ± standard error. Mean values with the same superscript in a column are not significantly different ($p < 0.05$)

Minimum Inhibitory Concentrations of activity of *Syzygium aromaticum* extracts against test organisms

The result showed that the extract of the plant material inhibited the growth of the tested bacterial isolate. At 75mg/ml and 100mg/ml, highest growth inhibition was recorded for plant extracts against *Staphylococcus aureus* and for against *Escherichia coli*, concentrations 25mg/ml and 50mg/ml had the highest growth inhibition. This result was identical for all the result showing significance of the result at $p < 0.05$.

Table 3: MIC of extract of *Syzygium aromaticum* extracts against test organisms

Isolates	Concentration (mg/ml)								Control
	Aqueous Extract				Ethanollic Extract				
	25	50	75	100	25	50	75	100	
<i>Escherichia coli</i>	-	-	+	+	-	-	+	+	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	+	-	-	+	+	-	-	-

Keys: +++ = Highly Turbid; ++ = Moderately Turbid; + = Slightly Turbid; - = Clear

Discussion

Plant-derived natural compounds are considered as synthetic substituted antimicrobial compounds and they have fewer side effects. In Nigeria, the importance of research and study on medicinal plants has been identified (Anyanwu and Okoye, 2017). Several factors affect the antimicrobial properties of a plant. Factors such as the content of extracts of the plant, the method of extraction and the type of solvent used and the concentration of the extract can affect the antimicrobial properties (Azwanida, 2015). This study showed that clove extract has antimicrobial effects on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* associated with urinary tract infections. This finding is consistent with the results of Hosseini *et al.* (2015). The results of this study showed that clove ethanollic extract has a stronger inhibitory effect on both organisms tested for compared to the aqueous extract of this plant. In a study conducted by Noori *et al.* (2011) on the effect of preserving cinnamon extract on the growth rate of *Escherichia coli* O157:H7 in hamburgers using a combination technology, similar results were obtained. This indicates that the rate of bacterial growth decreased as the extract concentration rose. The extraction technique and solvent type employed can also have an impact on a plant extract's antimicrobial properties. Certain microorganism species may respond differently to plant extracts made using various techniques and solvents in terms of their antimicrobial properties (Nostro *et al.*, 2010). While Khan *et al.* have demonstrated the antibacterial properties of the plant's methanolic extract, Ibrahim and Osman (2015) demonstrated that the ethanol extract of *Cassia alata* leaves has antifungal effects against four fungal species but is ineffective against yeasts and bacteria. (2011). Various effects of extracts were noted in this investigation. Clove ethanollic extract was more effective against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* than clove aqueous extract. The results of Hosseini *et al.* further supported the conclusion that the bioactive compound of clove was more prevalent in the ethanollic extract because more antimicrobial effects were seen in the ethanollic extract as opposed to the aqueous extract. (2015). Other researchers have noted the susceptibility of different bacterial species to antimicrobials (Penna *et al.*, 2001). The mechanism of action of clove is described in such a way that the clove extracts have antibacterial. The bioactive compound in clove is eugenol (Hosseini *et al.*, 2015). High levels of this compound in clove extracts cause its biological activity and strong antibacterial properties. This phenolic compound denatures proteins and reacts with cell wall phospholipids. Thus, it changes the permeability of the cell wall (Bhuiyan *et al.*, 2010). In a study that was done by Jantamas *et al.* (2016), the addition of 4,000 microliters of clove essential oil inhibited the growth of *Aspergillus flavus*. Also, Valero and Salmeron (2003) observed that clove essential oil reduced the growth of *Bacillus cereus*. On the other hand, Benchaar *et al.* (2008) showed in a study that phenolic compounds, including eugenol,

the active ingredient in cloves, have antimicrobial activity.

Conclusion

Clove extracts proved effective against the tested isolates, according to the study's findings. Nonetheless, the ethanolic extract outperformed the aqueous and n-hexane extracts in terms of effectiveness, which may be because it contained more bioactive compounds. Additionally, various extract concentrations demonstrated efficacious antimicrobial properties, and in multiple studies, the antimicrobial effects of the plant varied as extract concentrations varied. The GC-MC phytochemical analysis also revealed that the performance characteristics of a plant are indicated by the impact of varying amounts of its bioactive ingredients. It is highly probable that the investigation of antimicrobial effects will yield a greater variety of data for operational applications because plant residues contain a higher concentration of the active ingredient.

Recommendations

Clove extracts have been proven to exhibit antibacterial activities against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* associated with urinary tract infections. However, in order to validate this claim, this study recommends that a greater number of isolates should be included and must be tested with increased concentrations. The ethanolic extract of *Syzygium aromaticum* at 100mg/ml should be used in the management of Urinary Tract Infections. The extract of *Syzygium aromaticum* should be purified and considered as potential active ingredients in conventional antimicrobial drugs.

Authors' Contributions

The research was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript

References

- Abdel-Aziz, S. M., Aeron, A., and Kahil, T. A. (2016). Health benefits and possible risks of herbal medicine. *Microbes in food and health*, 97-116.
- Ahmad, I., and Beg, A. Z. (2001). Antimicrobial and phytochemical studies on 45 Indian medicinal plants against multi-drug resistant human pathogens. *Journal of ethnopharmacology*, 74(2), 113-123.
- Anyanwu, M. U., and Okoye, R. C. (2017). Antimicrobial activity of Nigerian medicinal plants. *Journal of intercultural ethnopharmacology*, 6(2), 240-259. <https://doi.org/10.5455/jice.20170106073231>
- Azwanida, N. N. (2015). A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Med aromat plants*, 4(196), 2167-0412.
- Batiha, G. E. S., Beshbishy, A. M., Tayebwa, D. S., Shaheen, H. M., Yokoyama, N., and Igarashi, I. (2019). Inhibitory effects of *Syzygium aromaticum* and *Camellia sinensis* methanolic extracts on the growth of *Babesia* and *Theileria* parasites. *Ticks and tick-borne diseases*, 10(5), 949-958.
- Bauer, R., and Tittel, G. (1996). Quality assessment of herbal preparations as a precondition of pharmacological and clinical studies. *Phytomedicine*, 2(3), 193-198.
- Benchaar, C., Calsamiglia, S., Chaves, A. V., Fraser, G. R., Colombatto, D., McAllister, T. A., and Beauchemin, K. A. (2008). A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Animal feed science and technology*, 145(1-4), 209-228.
- Bhowmik, D., Kumar, K. S., Yadav, A., Srivastava, S., Paswan, S., and Dutta, A. S. (2012). Recent trends in Indian traditional herbs *Syzygium aromaticum* and its health benefits. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1(1), 13-22.
- Bhuiyan, M. N. I., Begum, J., Nandi, N. C., and Akter, F. (2010). Constituents of the essential oil from leaves and buds of clove (*Syzygium caryophyllatum* (L.) Alston). *African Journal of Plant Science*, 4(11), 451-454.
- Cheesbrough, M. (1985) Culturing of Anaerobes. In: *Medical Laboratory Manual for Tropical Countries*, Butterworth Co., Kent, 248-264.
- Chomchalow, N. (2001). Spice production in Asia-An overview. *AU Journal of Technology*, 5(2).
- Cortés-Rojas, D. F., de Souza, C. R. F., and Oliveira, W. P. (2014). Clove (*Syzygium aromaticum*): a precious spice. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 4(2), 90-96.
- Dhama, K., Tiwari, R., Chakraborty, S., Saminathan, M., Kumar, A., Karthik, K., and Rahal, A. (2014). Evidence based antibacterial potentials of medicinal plants and herbs countering bacterial pathogens especially in the era of emerging drug resistance: an integrated update. *International Journal of Pharmacology*, 10(1), 1-43.
- Ejrnæs, K. (2011). Bacterial characteristics of importance for recurrent urinary tract infections caused by *Escherichia coli*. *Dan Med Bull*, 58(4), B4187.
- Faujdar, S. S., Bisht, D., and Sharma, A. (2020). Antibacterial activity of *Syzygium aromaticum* (clove) against uropathogens producing ESBL, MBL, and AmpC beta-lactamase: Are we close to getting a new antibacterial agent?. *Journal of family medicine and primary care*, 9(1), 180-186.
- Hoseini, S. E., Shabani, S. H., and Delfan Azari, F. (2015). Antimicrobial properties of clove

- essential oil on raw hamburger during storage in freezer. *Food Hygiene*, 5(1 (17)), 67-76.
- Husna, A., Rahman, M. M., Badruzzaman, A. T. M., Sikder, M. H., Islam, M. R., Rahman, M. T., ... and Ashour, H. M. (2023). Extended-spectrum β -lactamases (ESBL): challenges and opportunities. *Biomedicines*, 11(11), 2937.
- Ibrahim, D., and Osman, H. (2015). Antimicrobial activity of *Cassia alata* from Malaysia. *Journal of ethnopharmacology*, 45(3), 151-156.
- in human health treatment. *Molecules*, 29(5), 999.
- Jantamas, S., Matan, N., and Aewsiri, T. (2016). Improvement of antifungal activity of citronella oil against *Aspergillus flavus* on rubberwood (*Hevea brasiliensis*) using heat curing. *Journal of Tropical Forest Science*, 39-47.
- Kaur, D., and Chandrul, K. K. (2017). *Syzygium aromaticum* L.(Clove): A vital herbal drug used in periodontal disease. *Indian Journal of Pharmaceutical and Biological Research*, 5(02), 45-51.
- Kaur, R., and Kaur, R. (2021). Symptoms, risk factors, diagnosis and treatment of urinary tract infections. *Postgraduate medical journal*, 97(1154), 803-812.
- Khan, M. R., Kihara, M., and Omoloso, A. D. (2011). Antimicrobial activity of *Cassia alata*. *Fitoterapia*, 72(5), 561-564
- Maggini, V., Semenzato, G., Gallo, E., Nunziata, A., Fani, R., and Firenzuoli, F. (2024). Antimicrobial activity of *Syzygium aromaticum* essential oil
- Muteeb, G., Rehman, M. T., Shahwan, M., and Aatif, M. (2023). Origin of antibiotics and antibiotic resistance, and their impacts on drug development: A narrative review. *Pharmaceuticals*, 16(11), 1615.
- Noori, N., Tooryan, F., Rokni, N., Akhondzadeh, A., and Misaghi, A. (2011). Preservative effect of *Cinnamomum Zeylanicum* Blume. essential oil and storage temperature on the growth of *E. coli* O157: H7 in hamburger using Hurdle Technology. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 7(27), 35-42
- Nostro, A., Germano, M. P., D'angelo, V., Marino, A., and Cannatelli, M. A. (2010). Extraction methods and bioautography for evaluation of medicinal plant antimicrobial activity. *Letters in applied microbiology*, 30(5), 379-384.
- Okesola, A. O., and Makanjuola, O. (2009). Resistance to third-generation cephalosporins and other antibiotics by *Enterobacteriaceae* in Western Nigeria. *American Journal of Infectious Diseases*, 5(1), 17-20.
- Ökmen, G., Mammadhkanlı, M., and Vurkun, M. (2018). The antibacterial activities of *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. and Perry against oral bacteria and its antioxidant and antimutagenic activities.
- Penna, C., Marino, S., Vivot, E., Cruaños, M. C., Muñoz, J. D. D., Cruaños, J., and Martino, V. (2001). Antimicrobial activity of Argentine plants used in the treatment of infectious diseases. Isolation of active compounds from *Sebastiania brasiliensis*. *Journal of ethnopharmacology*, 77(1), 37-40
- Rehman, M. T., Faheem, M., and Khan, A. U. (2015). An insight into the biophysical characterization of different states of cefotaxime hydrolyzing β -lactamase 15 (CTX-M-15). *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 33(3), 625-638.
- Ronald, A. (2002). The etiology of urinary tract infection: traditional and emerging pathogens. *The American journal of medicine*, 113(1), 14-19.
- Saranraj, P., Sivasakthi, S., and Deepa, M. S. (2016). Phytochemistry of pharmacologically important medicinal plants—a review. *Int. J. Curr. Res. Chem. Pharm. Sci*, 3(11), 56-66.

Shan, B., Cai, Y. Z., Sun, M., and Corke, H. (2005). Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(20), 7749-7759.

Valero, M., and Salmeron, M. C. (2003). Antibacterial activity of 11 essential oils against *Bacillus cereus* in tyndallized carrot broth. *International journal of food microbiology*, 85(1-2), 73-81.

Wagenlehner, F. M., Bjerklund Johansen, T. E., Cai, T., Koves, B., Kranz, J., Pilatz, A., and Tandogdu, Z. (2020). Epidemiology, definition and treatment of complicated urinary tract infections. *Nature Reviews Urology*, 17(10), 586- 600.

EFFECTS OF HIGH TEMPERATURE STRESS ON OILSEED CROP

Aynur BİLMEZ ÖZÇINAR

Siirt University, Faculty of Agriculture, Field Crops Department, Siirt, Türkiye

Orcid ID: 0000-0002-3173-6147

Corresponding: aynurbilmez@siirt.edu.tr

Abstract

Plants are exposed to a variety of environmental stresses under both natural and agricultural conditions. These stressors can be categorized as biotic (originating from living organisms) and abiotic (originating from the physical environment), and they significantly impact plant growth, development, and overall productivity. Stress, defined as any deviation from optimal conditions that disrupts normal plant life processes, elicits a range of physiological, morphological, and biochemical responses. High-temperature stress, in particular, induces changes at the morphological, physiological, biochemical, and molecular levels, ultimately leading to reductions in growth and yield. With ongoing climate change and rising global temperatures, the impact of these stressors is becoming increasingly pronounced, posing a substantial threat to agricultural productivity and global food security. The development of stress-tolerant crop varieties, improved water management practices, and the implementation of sustainable agricultural strategies, particularly in saline and arid regions, are crucial for mitigating these negative impacts.

Keywords: high temperature, stress, oilseed crops

INTRODUCTION

In the natural environment, various factors limit plant growth and development, highlighting the importance of "stress." Stress encompasses numerous elements that negatively impact plants, hindering their growth, reducing product quality and quantity, diminishing available agricultural land, and ultimately disrupting the natural ecosystem's balance. Plants have evolved through natural selection to respond to these stressors. They develop adaptation processes to cope with environmental stress, enabling survival and increasing productivity (Gaspar et al., 2002).

High temperature stress, which prevents normal growth and development of plants, causes product loss and decreases nutritional quality, is an abiotic factor (Sachs and Ho, 1986; Stone and Nicolas, 1995; Wang et al., 2003). The response to high temperature stress is closely related to the degree of temperature, the duration of its effect, and the species, variety and developmental stage of the plant. All plant functions are sensitive to high temperature, and this can result in irreversible damage (Al-Khatib and Paulsen, 1989). Growth is a quantitative event and plant growth occurs when the synthesis process of macromolecules occurs more than their degradation processes (Larcher, 1995). Rapid and uniform germination of seeds after planting is extremely important for plants to develop tolerance to both biotic and abiotic stresses (Er and Başalma, 2014). However, even if high quality seeds are used, germination does not occur if the water, appropriate temperature and oxygen (air) required for germination are not available (Milosevic et al., 2010). The conditions required for seed germination in field conditions are rarely optimum. Summer-sown plants are particularly vulnerable to various stresses. These can include low temperatures during early sowing, drought conditions if sown late, and poor aeration (lack of air) in cases of excessive rainfall. Looking at stress factors worldwide, drought is the most significant, affecting 26% of production areas. Mineral stress accounts for 20%, followed by cold and frost stress at 15%. A further 29% of areas experience other stress factors, while only 10% are considered stress-free (Blum, 1986). These stress factors that plants are exposed to are divided into two groups as biotic and abiotic by Lichtenhaler (1996).

Global warming is an important problem affecting the whole world, and its main causes include temperature increase and drought. According to a study conducted by Yavaş and İlker (2020), the Earth's surface temperature increased by an average of 0.8 °C between 1888 and 2012, and this increase is expected to be between 1.4-5.8 °C by 2100. In addition, it is predicted that periods spent at high temperatures will be longer and periods spent at low temperatures will decrease further (Morales et al., 2020). Temperature changes that occur below or above the optimum temperature level for all organisms create stress.

The role of temperature is of great importance in the growth and development of plants. The temperature range that plants need to grow and develop normally generally varies between 0-45 °C (Kacar, 2015). However, these temperature limits vary depending on plant species and varieties, as well as on the growth periods of the plants (Agaoglu et al., 1997).

It is known that heat stress experienced in many parts of the world significantly reduces the amount of plant populations, especially when surface temperatures exceed 50 °C in arid and semi-arid ecosystems (Setimela et al., 2005). Especially an increase of 1.5-6 °C in the optimum plant growth temperature inhibits the photosynthesis process, leading to changes and instabilities in the cell membrane; this situation, combined with senescence, causes irreversible damage that prevents growth and development (Karim et al., 1999; Marcum, 1998; Abernethy et al., 1989). The optimum temperature range of each plant species is different and this range is called the "thermal critical window". Temperature changes in the thermal critical window

negatively affect plant growth and development (Burke, 1990) by causing changes in photosynthesis, cell membrane structure and many irreversible physiological functions (Nguyen and Joshi, 1992).

Thermal tolerance is a very complex physiological process and is defined as the ability of a plant to withstand lethal temperature treatments after exposure to non-lethal high temperature treatments (Burke et al., 2000). High temperature stress is an abiotic stress factor that severely affects all stages up to seed formation (Gusta and Chen, 1987). Global warming and climate change are one of the greatest threats to the lives of living things worldwide (Bayraktar et al., 2020). High temperatures generally accelerate maturation and shorten the vegetation period, which leads to a decrease in yield and quality (Morales et al., 2020). In addition, increasing temperatures increase the population of harmful microorganisms in the soil, and this has been documented by studies (Bayraç and Doğan, 2016).

High temperature negatively affects root development. While soil temperature has a positive effect up to a certain level for the development of an effective root system, temperature above this optimum level negatively affects root development (Kaçar, 1983). High temperature damages manifest themselves in plants in various ways; It generally occurs as necrotic lesions on the hypocotyl and stems, and as spotting and death on the needles, fruits and leaves of conifers (Aktaş, 2002; Daşgan et al., 2006; Kacar et al., 2006; Özen & Onay, 2007; Wahid et al., 2007). In addition, it has been reported by Dutta et al. (2008), Saensee et al. (2012) and Ahmad et al. (2009) that root and shoot lengths decrease in plants as drought stress increases. In our country, oilseed crops are one of the items that are spent the most on import after fuel. While the temperature increase with global warming causes an increase in the yield of oilseed plants in the northern latitudes, it causes a decrease in the yield in the hotter southern regions. With this increase, sunflower pests are expected to increase (Debaeke et al., 2017). Moreover, it has been reported that a 1 °C increase in sunflower production in the semi-arid regions of Pakistan will cause a 15% yield loss (Nasim et al., 2012).

One of the cellular proteins most affected by temperature is enzymes. There is a certain temperature limit at which enzymes are active, and going beyond these limits causes enzymes to become inactive and therefore metabolism to deteriorate. Protoplasmic flow, respiration, photosynthesis, membrane permeability, enzyme inactivation, proteins and membranes are structures or functions adversely affected by high temperature. All reproductive stages up to seed formation are quite sensitive to extreme temperatures (Gusta and Chen, 1987). In drought and low temperature conditions, the germination rate and seedling development of sunflower decrease. However, the root/shoot ratio increases in both drought and low temperature stress, which reveals that root development of sunflower is greater than shoot development under stress conditions.

CONCLUSION

High temperature is a primary constraint on plant growth, negatively impacting critical processes like respiration, photosynthesis, and stomatal movement. Elevated temperatures increase transpirational water loss, forcing stomata to close, which in turn reduces photosynthetic activity. This disruption in water balance can also lead to drought stress. While plants possess protective mechanisms to counter high-temperature stress, these mechanisms can be overwhelmed by extreme temperatures. The effects of temperature stress are particularly significant for oilseed plant productivity, and these effects are intensifying due to climate change, creating substantial problems for agricultural production. Since plants are structurally

unable to avoid stress factors, their capacity to cope, both structurally and functionally, becomes even more vital. Consequently, research efforts by scientists and agricultural experts are concentrated on developing resilient plant varieties and refining agricultural practices to lessen the negative consequences of temperature stress.

REFERENCES

- Abernethy, R.H., Thiel, D.S., Petersen, N.S. ve Helm, K. (1989). Thermotolerance is developmental-ly dependent in germinating wheat seed. *Plant Physiology* 89, 569-576
- Ağaoğlu, S., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., Gülşen, Y., Günay, A., Halloran, N., Köksal, İ., & Yanmaz, R. (1997). Genel Bahçe Bitkileri, A.Ü. Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:4. Ankara
- Ahmad S, Ahmad R, Ashraf MY, Ashraf M, Waraich EA. 2009. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. *Pak. J. Bot.*, 41(2): 647-654.
- Al-Khatib, K. Paulsen, G.M. (1989). Enhancement of thermal injury to photosynthesis in wheat plants and thylakoids in high light intensity. *Plant Physiology* 90, 1041-1048.
- Bayraç, H.N., Doğan, E. (2016). Türkiye’de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11(1), 23-48.
- Bayraktar, B., Tekce, E., Kaya, H., Karaalp, M., Turunc, E. (2020). The impact of dietary tarragon (*Artemisia dracunculus*) on serum apelin, brain-derived neurotrophic factor, cardiac troponin concentrations and histopathology of liver tissue in laying hens housed at different stocking densities. *Veterinari Medicina*, 65, 2020 (06): 269–279
- Blum, A. (1986). Breeding Crop Varieties for Stress Environments, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2, 199-237.
- Burke, J.J., O’Mahony, P.J. Oliver, M.J. (2000). Isolation of Arabidopsis mutants lacking components of acquired thermotolerance. *Plant Physiology* 123, 575-587.
- Burke, J.J. (1990). High Temperature Stress and Adaptation in Crops, In: Alscher, R.G., Cummings, J.R. (Eds.), *Stress Response in Plants: Adaptation and Acclimation Mechanisms*, pp.295-309,
- Daşgan, H., Koç, S., Ekici, B. (2006). Bazı Fasulye ve Börülce Tiplerinin Tuz Stresine Tepkileri. *Alatırım Dergisi*, 5(1): 23–31.
- Debaeke, P., P. Casadebaig, F. Flenet N. Langlade. 2017, 'Sunflower Crop and Climate Change: Vulnerability, Adaptation, and Mitigation Potential from Case-Studies in Europe', *Ocl* Vol. 24, No. 1, pp. D102.
- Dutta P, Bera AK. 2008. Screening of mungbean genotypes for drought tolerance. *Legume Res.*, 31(2): 145-148.
- Er C, Başalma D. 2014. Tohumluk ve Tohumculuk: Temel İlkeler ve Teknoloji. Nobel Akademik Yayıncılık. 250s.
- Gaspar, T., Franck, T., Bısbıs, B., Kevers, C., Joune, L., Hausman, J. F., Dommes, J. (2002). *Concepts in Plant Stress Physiology. Application to Plant Tissue Cultures, Plant Growth Regulation*, 37, 263-285.
- Gusta, L.V. ve Chen, T.H.H. (1987). The physiology of water and temperature stress. *Wheat and Wheat Improvement*, Ed: E.G. Heyne, 2nd ed., Agron. Monogr. 13. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, ss.115-151.
- Kaçar, B., (1983). Genel Bitki Fizyolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 975, Ders Kitabı: 287, Ankara, p:84-89.
- Kacar, B. (2015). Genel Bitki Fizyolojisi, Göktuğ Ofset Matbaacılık, 1. Baskı., 1-539
- Kaçar, B., Katkat, B., Öztürk, Ş. (2006). Bitki Fizyolojisi. Nobel Yayın Dağıtım. 2.493-533
- Karim, MD. A., Fracheboud, Y., Stamp, P.(1999). Photosynthetic Activity of Developing Leaves of Zea Maysis Less Affectedby Heat Stress Than that of Developed Leaves *Physiologia, Plantarum*, 105, 685–693.

- Larcher, W. (1995). Environmental Influences on Growth and Development, in *Physiological Plant Physiology*, Larcher, W. (ed.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 277-319.
- Lichtenthaler, H.K. (1996). Vegetation Stress: an Introduction to The Stress Concept in Plants. *Journal of Plant Physiology*, 148(1-2), 4-14
- Marcum, K.B. (1998). Cell Membrane Thermostability and Whole-Plant Heat Tolerance of Kentucky Bluegrass, *Crop Sci.*, 38, 1214-1218.
- Milošević, M., M. Vujaković, D. Karagić (2010). Vigour tests as indicators of seed viability. *Genetika*, 42: 103-118. DOI: <https://doi.org/10.2298/GENSR1001103M>.
- Morales, F., Ancín, M., Fakhet, D., González-Torralba, J., Gámez, A. L., Seminario, A., Soba, D., Ben Mariem, S., Garriga, M., Aranjuelo, I. (2020). Photosynthetic Metabolism Under Stressful Growth Conditions as a Bases for Crop Breeding and Yield Improvement. *Plants*, 9(1), 88.
- Nasim, W., A. Ahmad, A. Bano, R. Olatinwo, M. Usman, T. Khaliq, A. Wajid, H. M. Hammad, M. Mubeen M. Hussain. 2012, 'Effect of Nitrogen on Yield and Oil Quality of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Hybrids under Sub Humid Conditions of Pakistan', *American Journal of Plant Sciences* Vol. 3, No. 02, pp. 243.
- Nguyen, H.T., Joshi, P.C. (1992). Molecular Strategies for The Genetic Dissection of Water and High Temperature Stress Adaptation in Cereal Crops, *Proceedings of an International Symposium on the Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress*, Taiwan, 119, 13-18 August, 1992.
- Özen, H.Ç, Onay, A. (2007). Bitki fizyolojisi. Nobel Yayın Dağıtım, 275-2871.
- Sachs, M.M. Ho, T-H.D. (1986). Alteration of gene expression during environmental stress in plants. *Annual Review of Plant Physiology* 37, 363-376.
- Saensee K, Machikowa T, Muangsan N. 2012. Comparative performance of sunflower synthetic varieties under drought stress. *Int. J. Agric. Biol.*, 14(6): 929-934.
- Setimela, P.S., Andrews D.J., Partridge J., Eskridge K.M. (2005). Screening Sorghum Seedlings for Heat Tolerance using a Laboratory Method, *Eur. J. Agron.*, 23, 103-107.
- Stone, P.J. Nicolas, M.E. (1995). A survey of the effects of high temperature during grain filling on yield and quality of 75 wheat cultivars. *Australian Journal of Agricultural Research* 46, 475-492.
- Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., Foolad, MR. (2007). Heat Tolerance In Plants: An Overview. *Environmental And Experimental Botany*, 61(3), 199-223.
- Wang, W., Vinocur, B. Altman, A. (2003). Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta* 218, 1-14.
- Yavaş, İlker, İlker, E., (2020). Çevresel Stres Koşullarına Maruz Kalan Bitkilerde Fotosentez ve Fitohormon Seviyelerindeki Değişiklikler. *Journal of Bahri Dagdas Crop Research*, 9(2), 295-311.

DIGITAL SOIL TECHNOLOGIES AND APPLICATIONS

Prof. Dr. Alaaddin YÜKSEL (ORCID: 0000-0003-4760-1092)

Bingol Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü,
Bingöl-Türkiye, **Email:** ayuksel@bingol.edu.tr (Responsible Author)

Prof. Dr. Ali Rıza DEMİRKİRAN (ORCID: 0000-0002-0086-0137)

Bingol Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü,
Bingöl-Türkiye, **Email:** ademirkiran@bingol.edu.tr

Abstract

Digital soil technologies are innovative digital tools and methods that include advanced data collection, analysis and modeling techniques to optimize soil management, increase productivity in agricultural, forest and pasture applications, provide sustainable production and protect soil health, and to ensure environmental sustainability. These technologies provide great convenience in agricultural, forestry and environmental management applications by utilizing areas such as remote sensing (RS), geographic information systems (GIS), machine learning, deep learning, artificial intelligence applications and the internet of things (IoT). Artificial intelligence and big data analytics process the information obtained from these sensors and other data sources to provide more accurate predictions and provide decision support to farmers. The spread of digital soil technologies contributes to environmental sustainability by reducing waste in water and fertilizer use, as well as increasing agricultural productivity. The development and adoption of these technologies greatly facilitates the creation of more efficient and climate change-resistant agricultural and forestry systems in the future.

Keywords: Digital Soil Technologies, Soil Sensors, Remote Sensing (RS), Geographic Information Systems (GIS), Drone, Artificial Intelligence

DİJİTAL TOPRAK TEKNOLOJİLERİ VE UYGULAMALARI

Özet

Dijital toprak teknolojileri, toprak yönetimini optimize etmek, tarım, orman ve mera uygulamalarında verimliliği artırmak, sürdürülebilir üretim sağlamak ve toprağın sağlığını korumak için kullanılan, çevresel sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla gelişmiş veri toplama, analiz ve modelleme tekniklerini içeren yenilikçi bir yaklaşımdır dijital araçlar ve yöntemlerdir. Bu teknolojiler, uzaktan algılama (UA), coğrafi bilgi sistemleri (CBS), makine öğrenimi, derin öğrenme, yapay zeka uygulamaları ve nesnelerin interneti (IoT) gibi alanlardan faydalanarak tarım, ormancılık ve çevresel yönetim uygulamalarında büyük bir kolaylık sağlamaktadır. Yapay zeka ve büyük veri analitiği, bu sensörlerden ve diğer veri kaynaklarından elde edilen bilgileri işleyerek daha doğru öngörüler sunmakta ve çiftçilere karar desteği sağlamaktadır. Dijital toprak teknolojilerinin yaygınlaşması, tarımsal üretkenliği artırmanın yanı sıra su ve gübre kullanımında israfı azaltarak çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Bu teknolojilerin geliştirilmesi ve benimsenmesi, gelecekte daha verimli ve iklim değişikliğine dayanıklı tarım ve ormancılık sistemlerin oluşturulmasına büyük olanak tanımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dijital Toprak Teknolojileri, Toprak Sensörleri, Uzaktan Algılama (UA), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Drone, Yapay Zeka

Giriş

Dijital toprak teknolojileri, tarımda verimliliği artırmak, su ve gübre kullanımını optimize etmek, sürdürülebilir üretim sağlamak ve toprağın sağlığını korumak için kullanılan dijital araçlar ve yöntemlerdir. Bu teknolojiler; toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini dijital araçlar kullanarak ölçme, izleme, analiz etme ve yönetmeyi bir araya getirir. Bu teknolojiler, tarımda verimliliği artırmanın yanı sıra, çevresel sürdürülebilirlik, arazi planlaması ve doğal kaynakların etkin kullanımında önemli rol oynar. Bu nedenle dijital toprak teknolojileri, akıllı tarım ve ormancılıkta önemli uygulama alanlarına sahiptir.

Bu teknolojiler, uzaktan algılama (UA), coğrafi bilgi sistemleri (CBS), makine öğrenimi, derin öğrenme, yapay zeka uygulamaları ve nesnelerin interneti (IoT) gibi teknolojilerden faydalanarak tarım, ormancılık ve çevresel yönetim uygulamalarında büyük bir kolaylık sağlamaktadır. Yapay zeka ve büyük veri analitiği, bu sensörlerden ve diğer veri kaynaklarından elde edilen bilgileri işleyerek daha doğru öngörüler sunmakta ve çiftçilere karar desteği sağlamaktadır (URL 2). Dijital toprak teknolojilerinin yaygınlaşması, tarımsal üretkenliğini artırmanın yanı sıra su, gübre ve tarımsal ilaç kullanımında israfı azaltarak çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Bu teknolojilerin geliştirilmesi ve benimsenmesi, gelecekte daha verimli ve iklim değişikliğine dayanıklı tarım ve ormancılık sistemlerin oluşturulmasına da büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Dijital toprak teknolojileri, toprak izleme, haritalama ve arazi yönetimini geliştirmek için gelişmiş dijital araçların, veri analitiğinin ve algılama teknolojilerinin entegrasyonunu içerir. Bu teknolojiler, toprak sağlığı ve özellikleri hakkında gerçek zamanlı bilgiler sağlayarak tarımsal üretkenliği, çevresel sürdürülebilirliği ve arazi kullanım planlamasını iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Temel dijital toprak teknolojileri, nem, organik madde ve besin içerikleri gibi toprak özelliklerini değerlendirmek için uzaktan algılama ve uydu görüntüleme sistemlerindeki multispektral ve hiperspektral görüntüleme teknolojilerini kullanır (URL 2). Sentinel, Landsat ve ticari uydular gibi platformlar, büyük ölçekli toprak haritalama ve izlemede yardımcı olur. Toprak sensörleri, IoT cihazları ve toprağa yerleştirilen kablosuz sensörler; nem, pH, sıcaklık ve besin seviyeleri gibi parametreleri ölçer. Nesnelerin interneti (IoT) ağları, hassas çiftçilik için çiftçilere ve araştırmacılara gerçek zamanlı veri iletir. Dijital toprak teknolojileri ve uygulamalarından bazıları aşağıda sunulmuştur;

1. DİJİTAL TOPRAK TEKNOLOJİLERİ

1.1. Dijital Toprak Sensörleri

Dijital toprak teknolojileri çeşitli toprak sensörlerini içermekte ve buna göre toprakların nem, sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik, besin elementleri (azot, fosfor, potasyum vb.) gibi bazı fiziksel, kimyasal ve hidrolojik özelliklerini gerçek zamanlı olarak ölçmektedir (Yüksel ve ark., 2018). Bu ölçümler ile birlikte akıllı tarım uygulamalarında, topraktaki dijital verilere dayalı olarak otomatik sulama sistemleri devreye girer, su israfını önler ve bitkilerin su ihtiyaçlarını optimize eder (Merdun ve ark., 2008). Bununla birlikte topraktaki bitki besin maddelerinin izlenmesi sayesinde gübre ve pestisit kontrolü daha hassas şekilde uygulanabilmektedir. Bu sensörler ile birlikte sahadan gerçek zamanlı veri akışı oluşur, uzaktan izleme ve veri kaydı ile birlikte uzun vadeli toprak yönetimi hızlı müdahale imkanı sağlamaktadır.



Şekil 1. Akıllı toprak sensör örnekleri

1.2. Uzaktan Algılama (UA)

Uzaktan algılama, fiziksel temas olmadan yer yüzeyinden veri toplanmasını sağlayan bir teknolojidir. Uydu görüntüleri, dronlar ve hava sensörleri gibi araçlarla gerçekleştirilen bu teknoloji, özellikle tarım ve çevre bilimlerinde yaygın olarak kullanılır (Yüksel, 2001). Uydu görüntüleme sistemleri ve insansız hava araçları (İHA) kullanılarak toprak nemi, sıcaklık, organik madde içeriği ve besin değerleri hakkında gerçek zamanlı veri toplanabilir. Bu amaçla, Sentinel-2 ve Landsat uyduları (multi-spektral görüntüler), Dron tabanlı sensörler, Hiperspektral kameralar ve görüntüleri kullanılabilir. Uzaktan Algılamanın Toprak Bilimindeki Kullanım Alanları;

- ✚ Toprak Nem İçeriği Ölçümü: Toprakta ne kadar su bulunduğunu belirleyerek sulama yönetimini optimize eder (Merdun ve ark., 2008).
- ✚ Toprak Erozyonunun Haritalandırılması: Erozyon riski yüksek alanları tespit ederek önleyici tedbirler almayı sağlar (Yüksel ve Avcı, 2015).
- ✚ Toprak Organik Madde Analizi: Toprağın karbon içeriği ve verimliliği hakkında bilgi verir (Hazra ve ark., 2024).
- ✚ Toprak Tuzluluğunun Belirlenmesi: Tarımsal verimliliği azaltan tuzluluk sorunlarını tespit eder (Asfaw ve ark., 2018).
- ✚ Toprak Sıcaklığı Ölçümü: Bitki gelişimi ve mikrobiyal aktiviteler için önemli olan sıcaklık değişimlerini izler (Samanta ve ark., 2011).



Şekil 2. Uzaktan Algılama, tarım ve ormancılık uygulamaları

1.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), dünya üzerindeki mekansal ve konumsal verilerin elde edilmesi, toplanması, depolanması, işlenmesi, yönetimi, mekansal analizi, sorgulaması ve sunulması fonksiyonlarını yerine getiren donanım, yazılım, personel, coğrafi veri ve yöntemler bütünüdür. Bu teknolojiler günümüzde tarımsal alanlar gibi bir çok alanda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. CBS, konumsal ve mekansal analizler yapma imkanı sunmakta ve bu analiz sonuçlarına göre hassas tarımda doğru kararlar vermeyi kolaylaştıran bir sistemdir (Yüksel ve ark., 2008). Coğrafi Bilgi Sistemleri, toprak teknolojilerinin kullanımında en yaygın tekniklerden birisidir. Bu teknoloji sayesinde toprak özelliklerinin belirlenmesi veri tabanının incelenmesi, kullanılması ve sosyo ekonomik değişkenlere entegre edilmesi mümkündür (Ashiagbor ve Fosu, 2012). Bu değişkenlerin eşzamanlı olarak incelenmesi, tarımla ilgili süreçlerin ve bunların uzay-zaman içindeki etkileşimlerinin daha iyi anlaşılmasına yol açmaktadır. Bu verilerin değerlendirilmesi sayesinde güçlü bir mekansal karar destek sistemi ortaya çıkmaktadır (Naraya ve Rao, 2002). Bu veriler ile elde edilen verim bilgilerinin haritalanması, ürün veriminin nerede ve neden değiştiğinin daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır (Seelen, 2003; Kaspar ve ark., 2003).



Şekil 3. CBS ve toprak teknoloji uygulamaları

1.4. Drone Teknolojileri

Drone'lar hali hazırda pek çok sektörde haritalama için kullanılmaktadır (Yüksel ve Avcı, 2015). Uydu ve drone'lar, multispektral ve hiperspektral kameralar kullanarak geniş alanlarda toprak ve bitki sağlığını gözlemleyebilir. Toprak ve bitki durumuna göre bölgesel uygulamalar (gübre, su, ilaç) planlanır. Toprak yapısının haritalanması, erozyon risklerinin belirlenmesi ve su akış düzenlemeleri yapılır. Bitki hastalık belirtileri erken teşhis edilebilir. Geniş alanlarda hızlı ve detaylı veri toplama sağlanarak zaman içinde toprak ve bitki sağlığındaki değişikliklerin izlenebilmesi mümkündür.

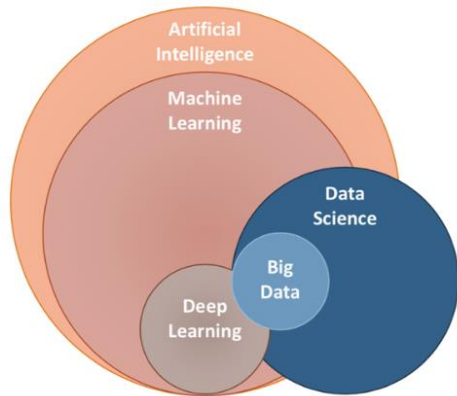


Şekil 4. Drone ve Toprak teknoloji uygulamaları

2. DİJİTAL TOPRAK TEKNOLOJİLERİ UYGULAMALARI

2.1. Yapay Zeka, Makine Öğrenme, Derin Öğrenme ve Veri Analitiği

Toprak sensörlerinden, uydu ve drone verilerinden elde edilen büyük veri setleri, yapay zeka, makine öğrenimi ve derin öğrenme algoritmaları ile analiz edilir. Geçmiş ve güncel verilere dayanarak mahsul verimliliğinin tahmini yapılabilmektedir. Kuraklık, erozyon, hastalık ve zararlı saldırılarına ilişkin erken uyarı sistemleri yapılarak toprak özelliklerine uygun gübreleme, sulama ve diğer tarımsal uygulamaların planlanması etkin bir şekilde yapılabilmektedir. Büyük verilerin işlenmesi ile veri odaklı ve bilimsel karar alma süreciyle birlikte zaman içinde toprak verimliliğindeki değişikliklerin öngörülebilmesi mümkün olmaktadır.

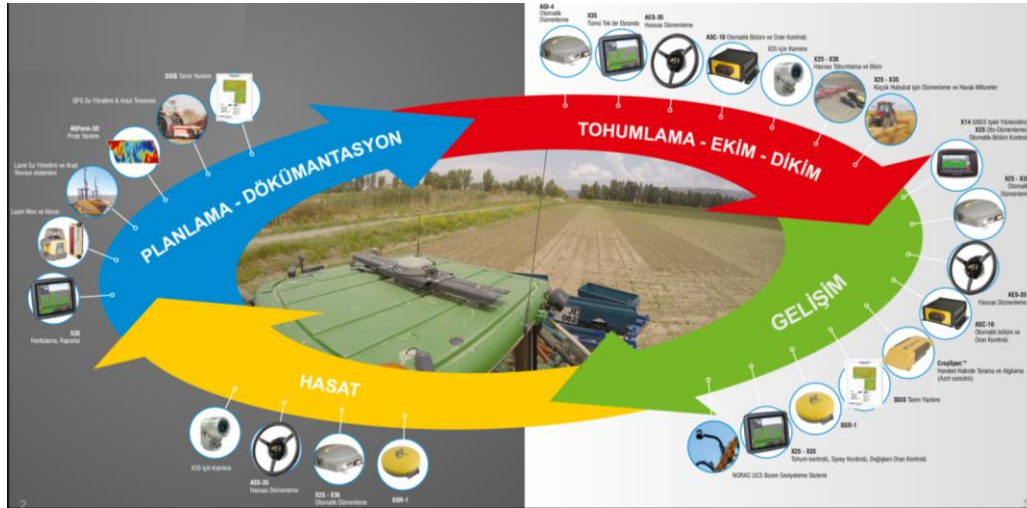


Şekil 5. Yapay Zeka, Makine Öğrenme, Derin Öğrenme ve Yapay Zeka ile Toprak teknoloji uygulamaları

2.2. Akıllı Tarım Uygulamaları Entegrasyonu

Farklı dijital toprak teknolojilerinin entegre edilerek kapsamlı bir tarım yönetimi sistemi

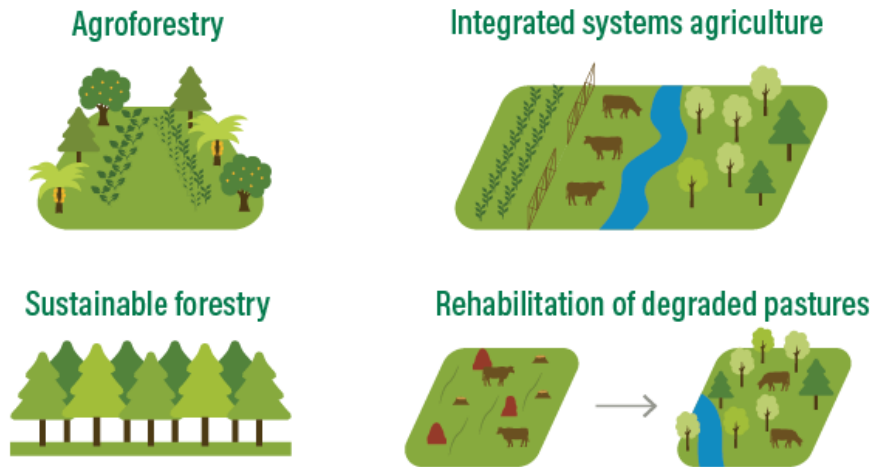
oluşturulması yapılabilmektedir. Çiftçilere toprak, hava ve bitki verilerine dayalı olarak en doğru uygulama ve müdahale önerilerinin sunulması ile karar destek sistemleri oluşturulur (Yüksel ve Meral, 2020). Robotik sistemler ve otonom traktörlerin, toprak verilerine göre yönlendirilmesi ile otomatik dümenleme sistemleri kullanılır (URL 1). Toprak ve mahsul verilerinin şeffaf, güvenli ve izlenebilir bir şekilde kaydedilerek verim artışı ve maliyetlerin düşürülmesi sağlanarak sürdürülebilir tarım uygulamaları gerçekleştirilir.



Şekil 6. Hassas Tarım ve toprak teknolojileri uygulamaları (URL 1)

2.3. İklim Değişikliğine Uyumda Toprak Teknolojilerinin Rolü

İklim değişikliği nedeniyle kuraklık, sel ve toprak bozulması gibi sorunlar yaygınlaşmaktadır. Dijital toprak yönetimi, bu tehditlere karşı dirençli sistemler geliştirilmesine katkı sağlar. Toprak Teknolojilerinin İklim Değişikliğine uyumu için Toprak nem sensörleri ve IoT (Nesnelerin İnterneti) tabanlı sulama sistemleri kullanılır. Uzaktan algılama ile hassas bölgelerde toprak kaybı belirlenerek önleyici tedbirler alınır (Yüksel ve Avcı, 2015).



Şekil 7. İklim değişikliği ve toprak teknolojileri uygulamaları

2.4. Sürdürülebilir Tarım İçin Toprak Sağlığı İzleme

Sürdürülebilir tarımın temel unsurlarından biri toprak sağlığını korumak ve iyileştirmektir (Demirkıran ve ark., 2008). Sağlıklı topraklar, verimli tarım, suyun etkin kullanımı ve karbon tutulumu açısından büyük önem taşır. Günümüzde dijital toprak teknolojileri sayesinde, toprak sağlığını daha verimli şekilde izlemek ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını desteklemek mümkün hale gelmiştir. Toprak sağlığını dijital teknolojilerle izlemek, tarımsal üretimi artırırken çevresel sürdürülebilirliği de korumaya yardımcı olur. Sensörler, yapay zeka ve uzaktan algılama sistemleri, toprak verilerini analiz ederek bilinçli tarım uygulamalarını destekler. Sürdürülebilir tarım teknikleri, toprak bozulmasını önleyerek gelecekte gıda güvenliğini sağlamaya katkı sağlamaktadır.



Şekil 8. Toprak Sağlığı İzleme

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Dijital toprak teknolojileri, hem küçük çiftçiler hem de büyük tarım işletmeleri için verimlilik, sürdürülebilirlik ve maliyet avantajları sağlar. Bu teknolojilerle toprak, sadece bir üretim alanı değil, aynı zamanda akıllı bir ekosistem olarak yönetilebilir hale gelir. Gelecekte Dijital Toprak Teknolojileri ve bu anlamda çalışmalar hız kazanacaktır. Özellikle blockchain tabanlı toprak yönetimi sistemlerinin yaygınlaşması ile birlikte tarım verilerinin şeffaf ve güvenli bir şekilde izlenmesi sağlanacaktır. Aynı şekilde, 5G ile akıllı sensör ağlarının yaygınlaşması daha hızlı ve düşük gecikmeli veri iletişimi ve otonom tarım makineleri kullanılarak toprak analizlerine göre çalışmalara öncelik verilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Asfaw, E., Suryabhadgavan, K. V., & Argaw, M. (2018). Soil salinity modeling and mapping using remote sensing and GIS: The case of Wonji sugar cane irrigation farm, Ethiopia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(3), 250-258.
- Ashiagbor, G., Fosu, C. (2012). GIS Application for Local Government Revenue Mobilization. GSDI 2013, Quebec City, Canada, Pp. 1-24.
- Demirkıran, A. R., Akkaya, A., Türkmener, M. F., Türkmener, M. Ç., & Akkaya, S. (2008). Toprak verimliliğini arttırmada kullanılabilecek alternative organik bir materyal: Gıda (Gyttja), Dünya Su Forumu, Sulama-Tuzlanma Toplantısı, Bildiri Sh. *Şanlıurfa, Türkiye (Turkish)*, 5, 159-168.
- Hazra, U. N., Mahato, A., Deb, S., Chakraborty, S., Datta, D., Santra, P., ... & Choudhury, A. (2024). Integration of GIS with RUSLE to estimate soil, organic matter and nutrient loss from a watershed of eastern Himalayan Terai. *Environmental Earth Sciences*, 83(24), 668.
- Kaspar TC, Colvin TS, Jaynes DB, Karlen DL, James DE, Meek DW. (2003). Relationship Between Six Years Of Corn Yields And Terrain Attributes. *Precision Agriculture*. 2003(4): 87-101.
- Merdun H, Meral R, & Demirkıran AR. (2008). Effect of the initial soil moisture content on the spatial distribution of the water retention. *Eurasian Soil Science*, 41, 1098-1106.
- Narayana MR, Rao NH. (2002). GIS Based Decision Support Systems In Agriculture. National Academy Of Agricultural Research Management. Ragendranagar, Hyderabad.
- Samanta, S., Pal, D. K., Lohar, D., & Pal, B. (2011). Preparation of digital data sets on land use/land cover, soil and digital elevation model for temperature modelling using Remote Sensing and GIS techniques. *Indian Journal of Science and Technology*, 4(6), 636-642.
- Seelan SK. Remote Sensing Application For Precision Agriculture: A Learning Community Approach. *Remote Sensing Of Environment*. 2003(88):157-169.
- URL 1. <https://topconhassastarim.com/> (Erişim Tarihi: 21.02.2025)
- URL 2. <https://ohioline.osu.edu/factsheet/fabe-5541>. (Erişim tarihi: 21.02.2025)
- Yüksel, A., Gundogan, R., & Akay, A. E. (2008). Using the remote sensing and GIS technology for erosion risk mapping of Kartalkaya dam watershed in Kahramanmaraş, Turkey. *Sensors*, 8(8), 4851-4865.
- Yüksel, A., & Avcı, V. (2015). Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama ile Yamaç Havzası'nın (Bingöl) erozyon duyarlılık analizi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 32(2), 116-128.
- Yüksel, A., & Avcı, V. (2015). Erosion Risk Mapping of Capakcur Stream Watershed Using Geographical Information System and Remote Sensing. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24(10).
- Yüksel, A., Meral, A., Demir, Y., & Eroğlu, E. (2018). Yamaç Mikrohavzası'nda (Bingöl) arazi kullanımı durumunun CBS ile belirlenmesi ve agro-turizm potansiyelinin değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(3), 236-244.
- Yüksel, A. (2001). Kahramanmaraş Ayvalı Barajı Yağış Havzasının CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) Ortamında Havza Amenajmanı Bakımından Planlanması Üzerine Araştırmalar (Doctoral dissertation, Doktora Tezi, KT Ü Fen Bilimleri Enst., Trabzon, 2001. Ek şekil 2. Ekim ve dikim haritası).
- Yüksel, A., Meral, A. 2020. Hassas tarımda CBS (coğrafi bilgi sistemleri), UA (uzaktan algılama), GPS (küresel konum belirleme) ve İHA (insansız hava araçları)

teknolojilerinin kullanımı, December 2020, In book: Tarımda Yenilikçi Yaklaşımlar;
Sürdürülebilir Tarım ve Biyoçeşitlilik, Publisher: İKSAD.



T.C.
SİİRT ÜNİVERSİTESİ
Veteriner Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-44401325-200-124362
Konu : Kongre Başkanı Oluru (Doç. Dr. Özgül
GÜLAYDIN)

REKTÖRLÜK MAKAMINA

Üniversitemiz, Ege Üniversitesi ve İktisadi Kalkınma ve Sosyal Araştırmalar Enstitüsü iş birliği ile 14-15 Şubat 2025 tarihleri arasında Adana'da (online ve yüz yüze) düzenlenecek olan 9. Uluslararası Çukurova Tarım ve Veteriner Bilimleri Kongresi'nde **kongre başkanı** olarak gerekli iş ve işlemleri düzenleyebilmek için Fakültemiz akademik personelinden **Doç. Dr. Özgül GÜLAYDIN'ın** kurulda yer alması hususunu;

Olurlarınıza arz ederiz.

Prof. Dr. Mehmet SAĞLAM
Dekan V.

OLUR

Prof. Dr. Nihat ŞINDAK
Rektör

Ek:

- 1- Klinik Öncesi Bilimler Bölüm Başkanlığı Yazısı
- 2- Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Başkanlığı Yazısı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BSUBEZ174C Pin Kodu :94842

Belge Takip Adresi : <https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5481&eD=BSUBEZ174C&eS=124362>

Adres:Batman Yolu 10.km Merkez, 56100 Siirt/Türkiye
Telefon:0 484 212 11 11 Faks:0 484 223 19 98
e-Posta:veteriner@siirt.edu.tr Elektronik ağ:siirt.edu.tr/akademik/veteriner
Kep Adresi:siu@hs01.kep.tr

Bilgi için: Cengiz KURTAK
Unvanı: Yazı İşleri Sorumlusu
Tel No: 0484 212 1111-3238





T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Ziraat Fakültesi Dekanlığı
Basın, Yayın, Halkla İlişkiler ve Projeler Birimi

Sayı :E-83505341-051-2211118
Konu :9. Uluslararası Çukurova Tarım ve
Veteriner Bilimleri Kongresi

23.12.2024

İKTİSADİ KALKINMA VE SOSYAL ARAŞTIRMALAR ENSTİTÜSÜ
BAŞKANLIĞINA (İKSAD)

Siirt Üniversitesi ve İKSAD Enstitüsü işbirliğinde **14-15 Şubat 2025** tarihlerinde Adana'da online ve yüz yüze düzenlenecek olan "**9. Uluslararası Çukurova Tarım ve Veteriner Bilimleri Kongresi**"ne Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nin katılımcı kurum olarak bilimsel destek sunmasını istemekteyiz. Kongre düzenleme kurulunda Dekan Yardımcılarımız Prof. Dr. Gülsüm ÖZTÜRK ve Doç. Dr. Arzu YAZGI ile Fakülte Koordinatörümüz Dr. Öğr. Üyesi Deniz İŞTİPLİLER görevlendirilmiştir. Bilgi edinilmesi ve gereği arz ederim.

Prof. Dr. İsmail Can PAYLAN
Dekan

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BSV367ZY6Z0

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/ege-universitesi-ebys>

Adres:Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi 35100 Bornova/İzmir
Telefon:+90 (232) 311 26 01 Faks:+90 (232) 388 18 64
e-Posta:ziraatdekanlik@mail.ege.edu.tr Web:http://agr.ege.edu.tr/
Kep Adresi:egeuniversitesi@egeuniversitesi.hs03.kep.tr

Bilgi için: Gülay AKBULAK
Unvanı: Bilgisayar İşletmeni

