



**Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi**

**Kırşehir Ahi Evran University  
Faculty of Agriculture**

# **KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ**

**Journal of Kırşehir Ahi Evran University  
Faculty of Agriculture**

**KUZ  
FAD**

**Cilt / Volume: 3**

**Sayı / Number: 2**

**2023**

---



**KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ**  
**ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ**

Journal of Kırşehir Ahi Evran University  
Faculty of Agriculture

e-ISSN 2791-9161

[kuzfad@ahievran.edu.tr](mailto:kuzfad@ahievran.edu.tr)

<https://kuzfad.ahievran.edu.tr/anasayfa>  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad>



Yıl / Year: 2023

Cilt / Volume: 3

Sayı / Number: 2

### DERGİ HAKKINDA

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (KUZFAD), Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nin çift kör hakemli, elektronik ortamda açık erişimli olarak yayımlanan bilimsel yayınıdır. Dergi, 2021 yılında yayın hayatına başlamıştır. Derginin yayın dili Türkçe ve İngilizcedir.

#### Amaç ve Kapsam

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi'nde; Ziraat Bilim'ine ilişkin tüm alanlarda (Bahçe Bitkileri, Bitki Koruma, Biyosistem Mühendisliği, Peyzaj Mimarlığı, Tarım Ekonomisi, Tarımsal Biyoteknoloji, Tarla Bitkileri, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme ile Zootečni konularında ve bunlarla ilişkili alt bilim dallarında) etik kurallara uygun olarak hazırlanmış, güncel ve özgün araştırmalar, derleme makaleler ile teknik not ve editöre mektup türündeki bilimsel çalışmalar yayımlanır.

#### ABOUT JOURNAL

Journal of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture (KUZFAD) is the scientific publication of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture, published as double-blind peer-reviewed, open access electronically. The journal started its publication life in 2021. The publication languages of the journal, which is presented to the reader in the electronic environment, are Turkish and English.

#### Aim and Scope

In Journal of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture; It has been prepared in accordance with ethical rules in all fields related to Agricultural Sciences (Horticulture, Plant Protection, Biosystem Engineering, Landscape Architecture, Agricultural Economics, Agricultural Biotechnology, Field Crops, Soil Science and Plant Nutrition, Animal Science and related sub-disciplines) original research, review articles and scientific studies in the form of technical notes and letters to the editor are published.



**KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ**  
**ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ**

Journal of Kırşehir Ahi Evran University  
Faculty of Agriculture

e-ISSN 2791-9161

[kuzfad@ahievran.edu.tr](mailto:kuzfad@ahievran.edu.tr)

<https://kuzfad.ahievran.edu.tr/anasayfa>  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad>



**Yıl / Year: 2023**

**Cilt / Volume: 3**

**Sayı / Number: 2**

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Adına

On behalf of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture

**Sahibi / Owner**

Prof. Dr. Ahmet KAZANKAYA

**Baş Editör / Editor in Chief**

Prof. Dr. Ahmet KAZANKAYA

**Editörler / Editors**

Dr. Mevlüde Alev ATEŞ

Dr. Kahraman İPEKDAL

**Alan Editörleri / Field Editors**

Prof. Dr. Satı UZUN

Prof. Dr. Suat ŞENSOY

Prof.Dr. Selahattin ÇINAR

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Arzu BERBER

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Caner KOÇ

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Funda ATİLA

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Halil Özcan ÖZDEMİR

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Kadir AKAN

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ramazan BEYAZ

Dr. Bassel DAHER

Dr. Bayrem JEMMALİ

Dr. Fernanda COLOMBARI

Dr. Hakan KIR

Dr. Koray KIRIKÇI

Dr. Mevlüde Alev ATEŞ

Dr. Ömer ERTUĞRUL

Dr. Kahraman İPEKDAL



**KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ**  
**ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ**

Journal of Kirsehir Ahi Evran University  
Faculty of Agriculture

e-ISSN 2791-9161

[kuzfad@ahievran.edu.tr](mailto:kuzfad@ahievran.edu.tr)

<https://kuzfad.ahievran.edu.tr/anasayfa>

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad>



Yıl / Year: 2023

Cilt / Volume: 3

Sayı / Number: 2

**Yabancı Dil Editörleri / Foreign Language Editors**

Dr. Ömer ERTUĞRUL

Dr. Kahraman İPEKDAL

**Türkçe Dil Editörü/ Turkish Language Editor**

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Funda ATİLA

**İstatistik Editörü / Statistics Editor**

Doç.Dr. / Assoc. Prof. Dr.Suna Akkol

Dr. Aslı AKILLI

**Teknik Destek / Technical Support**

Merve GÜLLÜCE

Cihad Said ALP

**Danışma Kurulu / Advisory Board**

Prof. Dr. Adnan DEĞİRMENCİOĞLU

-Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Alma KOKHMETOVA

- Kazakh National Academy of Sciences, Kazakistan

Prof. Dr. Arif Behiç TEKİN

- Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Cengiz SANCAK

- Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Danilo MONARCA

- Engineering for Energy and Environment Department of Agriculture and Forest Sciences (DAFNE), İtalya

Prof. Dr. Muttalip GÜNDOĞDU

- Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Muhammed ASHFAQ

- MNS University of Agriculture, Pakistan

Prof. Dr. Orhan ÖZÇATALBAŞ

- Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Rüştü HATİPOĞLU

- Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye



## KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ

### ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Kırşehir Ahi Evran University  
Faculty of Agriculture

e-ISSN 2791-9161

[kuzfad@ahievran.edu.tr](mailto:kuzfad@ahievran.edu.tr)

<https://kuzfad.ahievran.edu.tr/anasayfa>  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad>



Yıl / Year: 2023

Cilt / Volume: 3

Sayı / Number: 2

Prof. Dr. Satı UZUN	- Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye
Prof. Dr. Selahattin ÇINAR	- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye
Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ	- Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Türkiye
Prof. Dr. Suat ŞENSOY	- Van Yüzüncüyıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Türkiye
Prof. Dr. Tehmina MANGAN	- Sindh Agriculture University, Faculty of Agricultural Social Sciences, Department of Agricultural Economics, Pakistan
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Caner KOÇ	- Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Türkiye
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Levent MERCAN	- Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Türkiye
Dr. Bassel DAHER	- Texas A&M Energy Institute & Adjunct Assistant Professor Department of Biological and Agricultural Engineering Texas A&M University, Amerika Birleşik Devletleri
Dr. Bayrem JEMMALİ	- Mateur Higher School of Agriculture, University of Carthage, Tunus
Dr. Bircan TAŞKIRAN	- Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Türkiye
Dr. Fernanda COLOMBARI	- University of Padova - Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and Environment (DAFNAE), İtalya
Dr. Seher KADIROVA	- Department of Electronics of the University of Ruse, Bulgaristan
Dr. Olfa EZZINE	- National Research Institute of Rural Engineering, Water and Forests (INRGREF), Tunus
Dr. Pelin ACAR	- Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü, TAGEM, Türkiye

## İÇİNDEKİLER

### Araştırma makaleleri

- S2 Kademesindeki Domates Genotiplerinin Morfolojik ve Pomolojik Karakterizasyonu  
Ramazan GÜNGÖR, Hakan BAŞAK, Alim AYDIN.....152-163
- Atıksuların Su Kalite Parametrelerinin Değerlendirilmesi ve Tarımsal Sulama Suyu Olarak Kullanımı: Ankara Örneği  
Hatice BAYRAKTAR, Belda ERKMEN.....164-177
- Chemical Composition and Antimicrobial Efficacy of *Thymus fallax* Essential Oil against Foodborne Spoilage and Pathogenic Microorganisms  
Miyase (ODABASI) YAYLAGUL, Yavuz BEYATLI.....178-189
- *Galleria mellonella*'nın Enzimatik Savunma Sistemi Elemanları, Glutasyon Peroksidaz (Gpx) ve Glutasyon-S-Transferaz (GST) Enzimleri Üzerine Oktadekanoik Asit, Oleik Asit ve N-Hekzadekanoik Asitin Etkilerinin *in silico* Gösterilmesi  
Elif Özlem TORUN, Mehmet Emin KOÇAK, Buse KAYRA, Fahriye SÜMER ERKAN, Serap YALÇIN.....190-199
- Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) Bitkisinin *In vitro* Çoğaltımı Üzerine Farklı Eksplant Kaynaklarının, Metatopolin ve PEG'in Etkisi  
Ali TUNÇ Sevil SAĞLAM YILMAZ.....200-212
- Determination of the Efficiency of the Thermopriming Treatment in Watermelon in High Temperature Stress Conditions  
Ömer Faruk COŞKUN , Cem ÖZYURT, Seher TOPRAK, Kübra ÖZMEN, Kazım MAVİ.....213-221
- Türkiye'deki Tarımsal Kredi Faiz Oranlarının Gübre Tüketim Miktarına Etkisinin Analizi: ARDL Sınır Testi  
Ömer KESKİN .....222-234
- *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. Bitkisinin Bazı Kültür Bitkileri Üzerine Allelopatik Etkisi  
Fatih Kağan KOMBIÇAK, Gürkan ARISOY, Burak KUŞLUK, Melih YILAR.....235-243
- Malta Irkı Oğlakların Bazı Büyüme Özellikleri  
Didem EROĞLU, Mustafa SAATCI.....244-254

- Damage Mitigating Effects Of Salicylic Acid On Some Growth Parameters Of Maize Cultivars (*Zea Mays* L.) Exposed To Salinity Conditions  
Tuğba Hasibe GÖKKAYA, Mehmet ARSLAN.....255-269
- Anadolu Mandaların Bir Yaş Ağırlığı Üzerine Etki Faktörlerin CHAID Algoritması Kullanılarak Belirlenmesi  
Aziz ŞAHİN, Yüksel AKSOY, Arda YILDIRIM, Zafer ULUTAŞ.....270-277
- Ak Keçilerde Klasik Ölçüm ve Görüntü İşleme Metotları ile Vücut Ölçülerinin Karşılaştırılması  
Serdar GENÇ, Birol ERDAL.....278-287

### **Derlemeler**

- The Use and Importance of Nano Fertilizers in Medicinal Aromatic Plants  
Emine BİLGİNOĞLU.....288-296
- Kırşehir Mera Vejetasyonlarında Yaygın Olarak Bulunan Zehirli Bitki Türleri  
Tamer YAVUZ , Sümeyye YÜCE.....297-312
- The Importance of Fatty Acids in Nuts in Terms of Human Health  
Yakup POLAT, Ferit ÇELİK, N. Ebru KAFKAS.....313-338
- İktisat Araştırmalarında Etik Reformu  
Ali Emrah ŞAHİN, Arzu BERBER.....339-345



*Araştırma makalesi*

## S2 Kademesindeki Domates Genotiplerinin Morfolojik ve Pomolojik Karakterizasyonu<sup>a</sup>

Ramazan GÜNGÖR<sup>1\*</sup>, Hakan BAŞAK<sup>1</sup>, Alim AYDIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 40100, Bağbaşı, Kırşehir, Türkiye

<sup>2</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tarım ve Jeotermal Proje Koordinatörlüğü, 40100, Bağbaşı, Kırşehir, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): ramazangungr68@gmail.com

Makale alınış (Received): 18.06.2023 / Kabul (Accepted): 05.09.2023 /Yayınlanma (Published): 31.12.2023

### ÖZ

Bu çalışmada 2021 yılında Kırşehir ilinin farklı bölgelerinden toplanan ve 2022 yılında Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi'ne ait AR-GE serasında S2 kademesinde getirilen domates genotiplerinin bazı morfolojik ve pomolojik özellikleri incelenmiştir. 14 farklı genotipte, incelenen 27 farklı morfolojik ve pomolojik parametrede yapılan kümeleme analizine göre dört ana grup oluşmuştur. Birinci grupta K5, K2 ve K3 genotipler kırmızı meyve rengine sahip ve standart yuvarlak domates tipinde, ikinci grupta kırmızı meyve rengine sahip ancak küçük boyutlu P1, S1, A1, AT1 ve K4 domates genotipleri yer almıştır. Üçüncü grupta kırmızı meyve rengine sahip ve meyve ağırlığı 140 g'ın üzerinde olan beef tipi K1, MS1 D1 ve K6 genotipleri yer alırken, dördüncü grupta ise pembe meyve rengine sahip beef tipi KH1 ve E1 domates genotipleri yer almıştır. Tanımlaması yapılmış farklı morfolojik ve pomolojik özelliklere sahip bu genotipler ileriki ıslah çalışmalarında materyal olarak kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Domates meyve şekli, Gövde rengi, Yaprak tüylülüğü

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

<sup>a</sup> Atf bilgisi / Citation info: Güngör R, Başak H, Aydın A (2023). S2 Kademesindeki Domates Genotiplerinin Morfolojik ve Pomolojik Karakterizasyonu. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 3(2): 152-163



## Morphological and Pomological Characterization of S2 Grade Tomato Genotypes

### ABSTRACT

In this study, some morphological and pomological characteristics of tomato genotypes collected from different regions of Kırşehir province in 2021 and brought at S2 level in the R&D greenhouse of Kırşehir Ahi Evran University in 2022 were investigated. According to the cluster analysis performed on 14 different genotypes and 27 different morphological and pomological parameters examined, four main groups were formed. In the first group, K5, K2 and K3 genotypes had red fruit color and standard round tomato type, while in the second group, P1, S1, A1, AT1 and K4 tomato genotypes had red fruit color but small size. The third group included beef type K1, MS1 D1 and K6 genotypes with red fruit color and fruit weight over 140 g, while the fourth group included beef type KH1 and E1 tomato genotypes with pink fruit color. These identified genotypes with different morphological and pomological characteristics can be used as material in future breeding studies.

**Keywords:** Tomato fruit shape, Stem color, Leaf hairiness

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

### Giriş

Domates (*Solanum lycopersicum* L.), patlıcangiller (Solanaceae) familyasına ait Dünya’da ve ülkemizde en fazla yetiştiriciliği yapılan tek yıllık bir sebze türüdür. (Bergougnoux, 2014). Domatesin anavatanı Güney Amerika (Peru, Ekvator ve Şili’nin dağlık bölgeleri) ülkeleridir (Jenkins, 1948). Günümüzde domates taze olarak tüketilmesinin yanı sıra salça, çorba, meyve suyu, sos, domates kurusu, ketçap ve konserve yapımında kullanılmaktadır (Bergougnoux, 2014). Dünya da toplam domates üretimi 189.133.955 ton iken, en fazla üretim yapan ülke 67.636.724 ton ile Çin’dir. Türkiye ise 13.095.258 ton üretim miktarı ile 4. sırada yer almaktadır (FAO 2021).

Dünya nüfusunun gün geçtikçe artması, hastalık ve zararlıların çoğalması ve iklim değişikliğinin domates üretimine ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Günümüzde bu sorunların üstesinden gelebilmek için farklı ıslah çalışmaları yapılmaktadır. Islah çalışmalarını değerli kılan hastalık ve zararlılara toleranslı, yüksek verimli, yüksek adaptasyon yeteneğine sahip ve istenilen kalite özelliğine sahip çeşitlerin elde edilebilmesidir (Küçük 1996). Islah çalışmalarında ticari olarak yetiştirmek için amacına uygun olarak belirli bazı özelliklerin seçilmesi genetik çeşitliliğin azalmasına neden olmaktadır (Williams ve Clair 1993). Genetik çeşitliliğin ve domates yetiştirilen alanlardaki ilişkinin belirlenerek, domates özelliklerinin sınıflandırılması ve korunması domates gen kaynaklarının daha fazla kullanılması için çok önemlidir (Oduor 2016). Genetik çeşitliliğin artırılması, çeşit geliştirme ve seleksiyon çalışmalarında karakterizasyon için çok önemlidir. Herhangi bir ıslah programına başlamadan

önce mevcut germplazmların tanımlanması gerekmektedir. Morfolojik ve pomolojik karakterizasyon, yüksek oranda kalıtsal olan, çıplak gözle kolayca ayırt edilebilen ve tüm koşullarda ifade edilen karakterlerin kaydedilmesinden oluşmaktadır (Fiorani ve Schurr 2013).

Bu çalışmanın amacı dünya çapındaki standart normlara (Uluslararası Bitki Genetik Kaynakları) göre puanlar ve tanımlayıcılar kullanarak 14 adet domates genotipinde morfolojik ve pomolojik bir tanımlama yapılması, ıslah materyali değerine sahip genotiplerin seçilmesi, yerel popülasyonunun tohum çoğaltımı yapılarak koruma altına alınması ve genotiplerin bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## **Materyal ve Yöntem**

### *Materyal*

Denemede bitkisel materyal olarak, Kırşehir ilinin farklı ilçe ve köylerinden toplanan genotipler içerisinde seçilen ve S2 kademesine getirilen 14 domates genotipleri kullanılmıştır.

### *Yöntem*

Morfolojik ve pomolojik karakterizasyon çalışması 2022-2023 yılında Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi'ne ait jeotermal ısıtım, venlo tip, cam ve tam otomasyonlu Ar-Ge serasında yürütülmüştür. Tohum ekimi 3:1 oranında torf:perlit karışımından oluşan 77 gözlü viyollere yapılmıştır. Bitkiler ilk gerçek yaprak aşamasına kadar serada sulama ve gübreleme işlemleri yapılarak büyütülmüştür. Denemenin kurulacağı sera toprağı 50 cm derinlikte işlenmiştir. Fideler dikim büyüklüğüne gelince sıra üzeri mesafe 50 cm, sıra arası mesafe 100 cm olacak şekilde dikilmiştir. Denemede her parselde aynı domates genotiplerinden 15'er bitki dikilmiştir.

### *Denemede İncelenen Parametreler*

Denemede IPGRI'nin domates için yayınlamış olduğu tanımlama listesi ve UPOV kriterlerine göre (Farklılık, yeknesaklık ve durulmuşluk testleri için protokol, UPOV TG/44/11 Rev. 3) belirtilen parametrelerde bitki ve meyve özellikleri bakımından morfolojik ve pomolojik karakterizasyon yapılmıştır. Morfolojik olarak incelenen 14 kriter ve ölçütleri Tablo 1'de verilmiştir. Meyve ölçümleri ise bitkiler üzerinde ilk meyveler olgunlaştığında tamamlanmıştır. Çiçek açma tarihinden itibaren 60 gün sonra meyvelerde hasat, olgun meyve rengi ölçümleri yapılmıştır. Gözlem, ölçüm ve analizler her genotipten tesadüfi olarak seçilen 5'er adet bitki ve 15'er adet meyvede gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin ortalaması alınmıştır. Çalışmada gözlem ve ölçüm süresi boyunca incelenecek özelliklerin uzunluk ile ilgili olanları cetvel, çap ve kalınlık ile ilgili olanları kumpas, meyve ağırlığı terazi ile ölçülmüştür. Meyve suyu EC ve pH değerleri Extech cihazı ile EC metre ve pH metre ile ölçülmüştür. Meyve eti sertliği PCE-PTR 200 penetrometre cihazı ile ölçülmüştür. SÇKM ölçümü Hanna HI96801 dijital refraktometre cihazı ile yapılmıştır. Meyve eti rengi ise Konica Minolta CR 200 renkölçer ile L, a ve b değerleri olarak ölçülmüştür. L, siyah: 0'dan beyaz: 100'a olacak şekilde rengin açıklık veya koyuluğunu, a ve b ise L'ye dik bir renk düzleminde rengi belirlemektedir. Yatay ekseninde pozitif a kırmızıyı, negatif a yeşili; dikey eksenindeki pozitif b sarıyı ve negatif b ise maviyi göstermektedir.

**Tablo 1.** Domateste kullanılan morfolojik özellikler

No	Gözlenen Özellikler	Skala Değerleri
1	Meyvede damarlılık	(1): Var, (3): Yok
2	Meyvede sap uzunluğu	(1): Uzun, (3): Orta, (5): Kısa
3	Meyvede çiçek izi büyüklüğü	(1): Büyük, (3): Orta, (5): Küçük
4	Meyve rengi	(1): Açık kırmızı, (2): Kırmızı, (3): Turuncu kırmızı, (4): Koyu kırmızı, (5): Pembe, (6): Turuncu; (7): Sarı; (8): Yeşil
5	Çanak iriliği	(1): İri, (3): Orta, (5): Küçük
6	Meyve şekli	(1): Uzun, (3): Orta, (5): Kısa, (7): Oval, (9): Armudi, (11): Yuvarlak
7	Gövde tüylülüğü	(1): Çok, (3): Orta, (5): Az
8	Gövde rengi	(1): Grimsi, (3): Yeşil, (5): Yeşil Mor, (7): Grimsi Yeşil, (9): Grimsi Yeşil Mor
9	Sürgün ucu rengi	(1): Grimsi, (3): Yeşil, (5): Yeşil Mor, (7): Grimsi Yeşil, (9): Grimsi Yeşil Mor (11): Grimsi Mor, (13): Mor
10	Yaprak rengi	(1): Açık yeşil, (3): Yeşil, (5): Koyu yeşil
11	Yaprak iriliği	(1): İri, (3): Orta, (5): Küçük
12	Yaprak tüylülüğü	(1): Çok, (3): Orta, (5): Az
13	Tomurcuk iriliği	(1): İri, (3): Orta, (5): Küçük
14	Tomurcuk tüylülüğü	(1): Çok, (3): Orta, (5): Az

### *İstatiksel analiz*

Çalışmalarında elde edilen veriler, %5 anlamlılık düzeyinde (IBM, Chicago, IL, ABD) SPSS 18.0 istatistik programı kullanılarak veriler tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile analiz edilmiş ve ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Ayrıca veriler XLSTAT Software (XLSTAT, ABD) istatistik programı kullanılarak temel bileşen analizleri (TBA) ve kümeleme analizi yapılmıştır.

### **Bulgular ve Tartışma**

Domates genotiplerinde Tablo 2’de verilen gözlem değerleri incelendiğinde, gövde kalınlığı bakımından K5 (19.25 mm) ve K1 (18.65 mm) genotipleri en yüksek değere sahipken, en düşük gövde kalınlığı ise sırasıyla K6 (11.04 mm), AT1 (12.59 mm) ve D1 (12.86 mm) genotiplerinde elde edilmiştir. Gövde tüylülüğü bakımından 3 genotip çok, 2 genotip orta ve 9 genotip ise az tüylü gövde yapısına sahip olmuştur. Genotipler gövde rengi açısından değerlendirildiğinde, 11 genotipin yeşil ve 3 genotipin yeşil-mor gövde rengine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Sürgün ucu rengi bakımından 9 genotip yeşil, 4 genotip yeşil-mor ve 1 genotip ise mor renkli olduğu tespit edilmiştir. Boğum arası uzunluğunda ise KH1 (6.9 cm) genotipi en yüksek değere sahipken, K1 (3.4 cm) genotipi ise en düşük değere sahip olmuştur. Yaprak rengi bakımından genotipler incelendiğinde 10 genotip koyu yeşil, 1 genotip yeşil ve 3 genotipin ise açık yeşil renge sahip olduğu belirlenmiştir. Yaprak boyutu bakımından genotipler değerlendirildiğinde 8 genotip orta irilikte yaprağa sahipken, 5 genotip iri yapraklı ve 1 genotipin ise küçük yapraklı

olduğu tespit edilmiştir. Yaprak tüylülüğü bakımından 1 genotip çok tüylü, 3 genotip orta tüylü ve 10 genotip ise az tüylü olarak gözlemlenmiştir. Tomurcuk iriliği bakımından 6 genotip iri tomurcuğa sahipken 2 genotip küçük ve 6 genotip ise orta tomurcuk iriliğine sahip olduğu belirlenmiştir. 6 genotip orta tomurcuk tüylülüğüne sahip iken, 3 genotip çok tüylü ve 5 genotip ise az tüylü olarak belirlenmiştir. Kurt (2019), çalışmasında gövde tüylülüğü bakımından hatların %77'si orta tüylü, %20.5'i az tüylü ve %2.5'i çok tüylü olduğunu belirtmiştir. Hatlarda yaprak tüylülüğü %59 oranında az tüylü, %35.8 oranında orta tüylü ve %5.2 oranında çok tüylü olarak belirlemiştir. Gövde rengi bakımında yeşilin 4 farklı tonu tespit etmiştir. Hatların %28.2'si yeşil, %25.6'sı yeşil mor, %28.2'si grimsi yeşil ve %10.2'sinin grimsi yeşil mor renge sahip olduğu tespit etmiştir. Hatların sürgün ucu renklerine baktığında %56.5'inin yeşil mor renkte, %20.5'inin yeşil renkte, %20.5'inin grimsi yeşil renkte ve %2.5'inin grimsi yeşil mor renkte olduğu belirlemiştir. Mutlu vd. (2009), yaprak rengi bakımından açık yeşil (23 adet, %12.43), yeşil (105 adet, %56.76) ve koyu yeşil (57 adet, %30.81) olarak tespit etmişlerdir. Domateste bitki gövde parametreleri ile yapılan bir çalışmada, gövde kalınlığı olarak 70 hat orta gövde kalınlığına sahip iken 12 hat kalın 18 hat ise ince olarak belirlemiştir. Gövde tüylülüğü bakımından 47 hat az 29 hat orta ve 24 hat ise çok tüylü gövde yapısına sahip olduğunu tespit etmişlerdir. 72 hat yeşil, 10 hat yeşil mor, 15 hat grimsi yeşil, 2 hat grimsi yeşil ve 1 hattın grimsi gövde renginde olduğu belirlemiştir. Sürgün ucu rengi bakımından 1 hat grimsi, 25 hat yeşil 35 hat yeşil mor, 21 hat grimsi yeşil mor, 17 hat 47 grimsi yeşil ve 1 hat grimsi mor renktedir. 73 hat orta, 2 hat uzun ve 25 hattın kısa internod uzunluğuna sahip olduğunu tespit etmişlerdir (Topçu vd. 2016).

**Tablo 2.** Genotiplerin bitki gözlemlerindeki skala değerleri

Genotip	Gövde Kalınlığı (mm)	Gövde Tüylülüğü	Gövde Rengi	Sürgün Ucu Rengi	Boğum Arası Uzunluğu(cm)	Yaprak Rengi	Yaprak İriliği	Yaprak Tüylülüğü	Tomurcuk İriliği	Tomurcuk Tüylülüğü
K1	18.65	1	3	5	3.4	5	3	3	1	3
K2	14.66	5	3	3	5.4	5	3	5	3	3
K3	15.24	3	3	3	3.7	5	3	5	3	5
K4	15.80	5	3	3	5.0	5	5	5	3	5
K5	19.25	1	3	3	4.4	5	3	5	3	5
K6	11.04	5	3	3	4.8	5	1	5	1	3
S1	16.66	3	3	5	5.2	5	1	3	5	5
KH1	16.06	5	5	13	6.9	1	3	1	1	5
MS1	14.72	5	3	3	4.3	5	3	5	1	3
AT1	12.59	5	3	3	5.2	3	3	5	3	1
E1	15.56	5	5	5	5.7	5	3	5	1	1
D1	12.86	5	3	3	3.9	5	1	5	1	1
A1	16.41	1	3	5	5.2	1	1	3	5	3
P1	16.22	5	5	3	4.7	1	1	5	3	3

Domates genotiplerinde Şekil 3'te verilen gözlem değerleri incelendiğinde meyvede damarlılık bakımından 7 genotipte meyvede damarlılık tespit edilirken, 7 genotipte ise meyvede damarlılık tespit edilmemiştir. 2 genotip orta meyve sap uzunluğuna sahipken 12 genotip ise kısa meyve sap uzunluğuna sahip olduğu belirlenmiştir. Meyvede çiçek izi büyüklüğüne bakıldığında ise

1 genotipte bu kısmın büyük olduğu ve 13 genotipte ise küçük olduğu tespit edilmiştir. Meyve rengi bakımından 10 genotip kırmızı 1 genotip pembe ve 3 genotip ise açık kırmızı renkli olarak belirlenmiştir. 11 genotip küçük çanak iriliğine sahipken 3 genotipin çanak iriliğinin iri olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 3.** Hatların meyve gözlemlerindeki skala değerleri

Genotip	Meyvede Damarlılık	Meyve Sap Uzunluğu	Meyvede Çiçek İzi Büyüklüğü	Meyve Rengi	Çanak İriliği	Meyve Şekli
K1	1	3	5	Kırmızı	5	11
K2	1	5	5	Kırmızı	5	11
K3	3	5	5	Kırmızı	5	11
K4	3	5	5	Kırmızı	1	5
K5	3	5	5	Kırmızı	5	5
K6	3	3	5	Kırmızı	5	11
S1	1	5	5	Kırmızı	5	9
KH1	1	5	5	Kırmızı	1	11
MS1	3	5	5	Kırmızı	5	11
AT1	3	5	5	Açık Kırmızı	5	9
E1	1	5	1	Pembe	1	11
D1	3	5	5	Açık Kırmızı	1	11
A1	1	5	5	Açık Kırmızı	5	11
P1	1	5	5	Kırmızı	1	7

Meyve şekli bakımından 9 genotip yuvarlak. 2 genotip kısa, 2 genotip armudi ve 1 genotipin oval şeklinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Çeşitleri ayırt etmek için kullanılabilir meyve gözlemlerinin daha umut verici olduğu daha önceki çalışmalarda bildirilmiştir (Natarajan vd. 1994 ; Patel vd. 2001; Aravindkumar vd. 2001). Salim vd. (2020) Meyve şekli ve büyüklüğü sadece tüketici için değil aynı zamanda nakliye için de çok önemlidir. Meyve şekli, çıplak gözle görselleştirilebilen ve tarla denetimi sırasında domates çeşitlerinin kesin olarak tanımlanması için kullanılabilen en umut verici özelliklerden biridir. Khachick vd. (2002) saplarda, çiçeklerde ve meyvelerde gözlenen renk farklılıklarının basilica klorofil, karotenoidler ve antosiyaninler gibi farklı pigment türlerinden kaynaklandığı bildirilmiştir.



**Şekil 1.** Karakterizasyon yapılan genotiplerin meyveleri

Domates genotiplerinde Çizelge 4'te verilen gözlem değerleri incelendiğinde meyve boyunda AT1 (5.97 cm) genotipinde en yüksek değere sahipken, K4 (2.97 cm) genotipi ise en düşük olduğu tespit edilmiştir. Meyve çapı bakımından E1 (10.63 cm) genotipi en yüksek değere sahipken, en düşük değere ise S1 (3.50 g) ve P1 (3.80 g) genotipleri sahip olmuştur. Et kalınlığı en yüksek E1 (6.25 mm) genotipinde ölçülürken, en düşük ise K4 (2.61 mm) ve P1 (3.29 mm) genotiplerinde ölçülmüştür. Genotiplerde meyve eti sertliği 0.56 kg/cm<sup>2</sup> ile 2.61 kg/cm<sup>2</sup> arasında değişmektedir. SÇKM miktarında en yüksek değer K6 (4.93 Briks) genotipinde ölçülürken, en düşük değer ise P1 (3.50 Briks) genotipinde ölçülmüştür. Genotiplerin EC değerleri 2.90 mS/cm ile 5.50 mS/cm arasında değişmektedir. En yüksek EC değeri K1 genotipinde ölçülürken, en düşük EC değeri ise K3 genotipinde ölçülmüştür. Genotiplerin pH değerleri ise 4.64 ile 4.41 arasında değişmektedir. En yüksek pH değeri KH1 genotipinde ve en düşük pH değeri ise K1 genotipinde ölçülmüştür. Domates meyvesinin açıklık-koyuluğunu ifade eden L değeri D1 genotipinde en yüksek olurken, en düşük ise S1 genotipinde ölçülmüştür. Kırmızılığı ifade eden pozitif a değeri en yüksek genotipinde ölçülürken en düşük ise KH1 genotipinde ölçülmüştür. Ortalama meyve ağırlığı en yüksek E1 (354.71 g) ve KH1 (263.21 g) genotiplerinde ölçülürken en düşük ise S1 (34.47 g) genotipinde ölçülmüştür. Salim vd. (2020) Meyve boyunun 3.91 ile 6.57 cm arasında değiştiğini ve en uzun meyveye, VRT003 genotipinin (6.57 cm) en kısa meyvenin ise C51 (3.91 cm) genotipinin sahip olduğunu bildirmişlerdir. Meyve çapı da genotipler arasında önemli ölçüde değişmiştir. Meyve çapı 3.63 ile 8.15 cm arasında değişmektedir. Sonuçlarımız ayrıca Patwary vd. (2013) benzer şekilde kış domatesinde %4.37 ila %5.67 ve yaz domatesinde %3.39 ila %4.77 arasında değişen SÇKM içeriği sonuçları ile paraleldir. Kaya (2012) domates çeşitlerinin meyve rengi kroma değerleri açısından büyük farklılıklar saptamıştır ve bu fark  $p \leq 0.05$  seviyesinde önemli olduğunu bildirmiştir. Yoltaş vd. (1993) domates salçasının kalite özelliklerinden olan pH içeriği de günümüzde önemli pazarlama kriterleri arasında yer almakta olup, salça üretiminde kullanılan

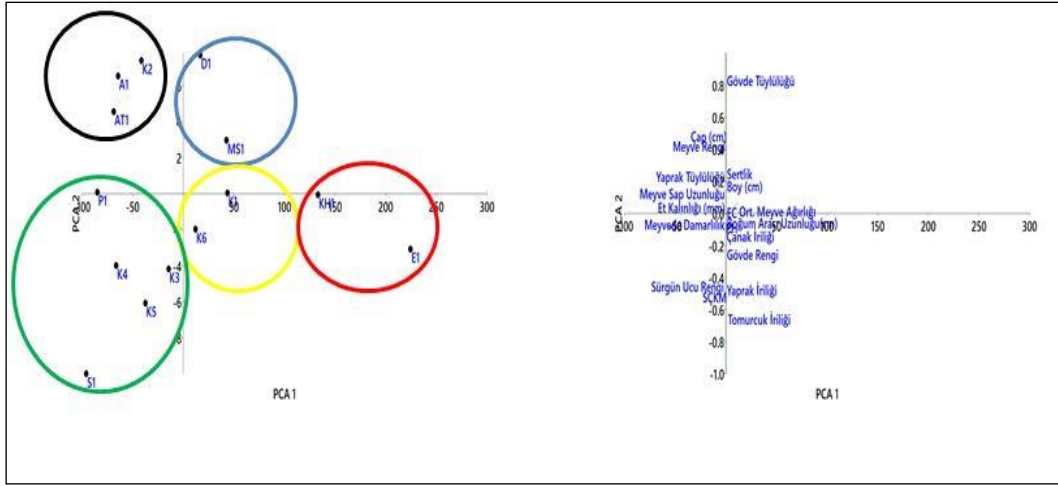
domates çeşidinin özellikleri ile yakından ilişkilidir Hussain vd. (2001) Farklı domates çeşitlerinde ortalama meyve ağırlığının 48.7 ile 85 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bizim sonuçlarımıza paralel olarak Sağlam ve Önder (2016), kiraz tipi Morgal domates çeşidinde ortalama meyve ağırlığını 17.24 g tespit ederken beef tipi Asya domates çeşidinde ise 171 g olarak tespit etmişlerdir.

**Tablo 4.** Hatların meyve analizi ölçümleri

Hatlar	Boy (cm)	Çap (cm)	Et Kalınlığı (mm)	Sertlik	SÇKM	EC	pH	L	A	B	Ort. Meyve Ağırlığı
K1	5.23b	7.37c	4.67b-e	1.31b-d	4.07c-e	5.50a	4.41g	40.59ce	31.93c-f	19.41bc	174.07c
K2	3.70e	6.27de	4.43c-f	1.13cd	3.90 de	4.18b-e	4.50d-g	45.95ab	43.97a	22.39a	89.34e-g
K3	3.90de	6.77cd	5.99ab	1.28b-d	4.70 a-c	2.90g	4.52b-f	36.45ef	36.25b-d	16.61c-f	116.02de
K4	2.97f	5.57e	2.61g	0.99d	4.27 a-d	3.88c-f	4.53b-f	37.96de	37.04b-d	17.41c-e	64.22f-h
K5	3.97de	6.43de	4.96a-e	1.04d	4.23 a-d	4.96ab	4.62ab	36.69ef	39.26ab	16.06e-g	93.21ef
K6	4.43cd	6.97cd	4.81b-e	1.29b-d	4.93a	4.38bc	4.58a-e	37.55de	35.33b-d	16.54d-f	142.49cd
S1	5.37b	3.50g	3.97d-f	0.94 de	4.70 a-c	3.52d-g	4.57a-e	32.93f	30.80d-f	14.14fg	34.47h
KH1	5.00bc	9.33b	5.34a-c	1.66b	4.53 a-d	4.14c-e	4.64a	40.13ce	26.60f	19.09b-d	263.21b
MS1	4.90bc	7.57c	5.22a-d	1.53bc	4.43 a-d	3.41e-g	4.56a-e	41.56bc	36.17b-d	20.76ab	173.15c
AT1	5.97a	4.57f	3.92d-f	1.05d	4.30 a-d	3.27fg	4.52c-f	44.23a-c	32.41c-f	20.97ab	61.74f-h
E1	5.03bc	10.63a	6.25a	1.33b-d	4.87ab	4.53bc	4.45fg	37.43de	33.78b-e	13.67g	354.71a
D1	5.10b	7.40c	5.89ab	2.16a	3.97 de	4.05c-f	4.49e-g	46.68a	28.49ef	22.36a	147.07cd
A1	4.03de	5.60e	3.56e-g	0.56e	4.17b-d	4.30bd	4.59a-d	45.71ab	38.27a-c	23.04a	66.21f-h
P1	5.10b	3.80fg	3.29fg	0.91de	3.40e	3.95c-f	4.61a-c	40.05ce	40.30ab	19.42bc	45.78gh
	**	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**

#### Temel Bileşen Analizi

Denemede IPGRI'nin domates için yayınlamış olduğu tanımlama listesi ve UPOV kriterlerine (Gövde tüylülüğü, gövde kalınlığı, kaliks iriliği, gövde rengi, yaprak iriliği, tomurcuk iriliği, sürgün ucu rengi, yaprak tüylülüğü, meyvede damarlılık, meyve sap uzunluğu, et kalınlığı, meyve rengi, meyve çapı, ortalama meyve ağırlığı, boğum arası uzunluk, SÇKM, EC, pH, sertlik, meyve boyları, L, a, b değerleri) dayalı olarak genotiplerin sınıflandırılması için yapılan temel bileşen analizi Şekil 2'de verilmiştir. Yapılan PCA analize göre, toplam varyasyonun %99.36'sını tanımlayan iki temel bileşen (PC1'e göre %99.02 ve PC2'ye göre %0.34). PCA tablosu incelendiğinde, karakterizasyon kriterlerine göre genotipler 5 farklı grup oluşturduğu belirlenmiştir. Yeşil daire içinde yer alan genotipler (P1, K3, K4, K5 ve S1) SÇKM, sürgün ucu rengi, meyvede damarlılık, et kalınlığı kriterler yönünden diğer genotiplerden ayrılmıştır. Gövde tüylülüğü, sertlik, meyve boyu, renk değeri olan l ve b kriterlerine göre mavi daire içinde yer alan genotipler (D1 ve MS1) diğer genotiplere göre ön plana çıkmıştır. Sarı ve kırmızı daire içerisinde yer alan genotipler (K1, K6, KH1 ve E1) EC, ortalama meyve ağırlığı, boğum arası uzunluk, çanak iriliği, gövde rengi ve yaprak iriliği kriterlerine göre diğer genotiplerden öne çıktığı tespit edilmiştir. Meyve çapı, meyve rengi, yaprak tüylülüğü ve renk değeri olan kriterlerine göre siyah daire içerisinde yer alan genotipler (K2, AT1 ve A1) diğer genotiplere göre ön plana çıktığı belirlenmiştir.

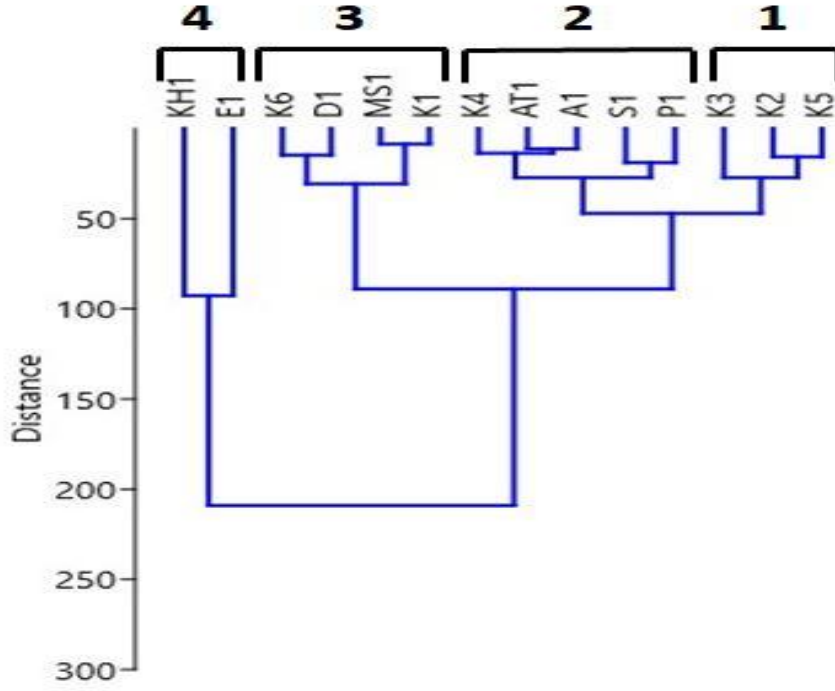


**Şekil 2.** Temel bileşen analizi

### *Kümeleme Analizi*

Denemede IPGRI'nin domates için yayınlamış olduğu tanımlama listesi ve UPOV kriterlerine (Gövde tüylülüğü, gövde kalınlığı, çanak iriliği, gövde rengi, yaprak iriliği, tomurcuk iriliği, sürgün ucu rengi, yaprak tüylülüğü, meyvede damarlılık, meyve sap uzunluğu, et kalınlığı, meyve rengi, meyve çapı, ortalama meyve ağırlığı, boğum arası uzunluk, SÇKM, sertlik, meyve boyları) dayalı olarak genotiplerin sınıflandırılması için yapılan domates genotiplerinde 14 adet domates genotiplerinde karakterizasyon verilerine göre Şekil 3'de dört ana gruba ayrılmışlardır. Kırmızı meyve rengine sahip ve beef tipi olmayan K5, K2 ve K3 genotipleri birinci grupta yer almıştır. İkinci grupta meyve ağırlığı düşük ve küçük boyutları ve kırmızı rengi ile kiraza benzetilen P1, S1, A1, AT1 ve K4 domates genotipleri yer alırken, üçüncü grupta ise ortalama meyve ağırlığı 140 g'ın üzerinde olan ve kırmızı meyve rengine sahip beef tipi K1, MS1 D1 ve K6 genotipleri yer almıştır. Dördüncü grupta ise beef tipi pembe meyve rengine sahip KH1 ve E1 genotipleri yer almıştır (Şekil 3).





**Şekil 3.** Kümeleme analizi

## Sonuç

Denemede IPGRI'nin domates için yayınlamış olduğu tanımlama listesi ve UPOV kriterlerine göre 14 domates genotipin morfolojik ve pomolojik gözlemleri yapılmıştır. İncelenen parametreler sonucunda 14 domates genotipinin birbirinden farklı özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Tanımlaması yapılmış 14 domates genotipin, belirlenen morfolojik ve pomolojik özellikleri, ileriki ıslah çalışmalarında bu materyallerin daha etkin kullanılabilmesine imkan sağlayabilecektir.

## Çıkar Çatışması

Makalenin hiçbir yazarı için bilinen ya da olası bir çıkar çatışması yoktur.

## Kaynaklar

Aravindakumar J S, Mulge R, Patil B R (2001). Stability of yield and its component characters in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 63(01): 63-66.

Bergougoux V (2014). The history of tomato: from domestication to biopharming. Biotechnology advances 32(1). 170-189

FAO (2021). Erişim tarihi: 10.05.2023 <https://www.fao.org/food-agriculture-statistics/en/>

Fiorani F ve Schurr U (2013). Future scenarios for plant phenotyping. Annual review of plant biology 64: 267-291

---

Hussain S I, Khokhar K M, Mahmood T, Laghari M H, Mahmud M M, HRI N (2001). Yield potential of some exotic and local tomato cultivars grown for summer production. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 4(10): 1215-1216

Jenkins J A (1948). The origin of the cultivated tomato. *Economic Botany* 2(4): 379- 392

Kaya S ve Düzyaman E (2012). Yerel Sofralık Domates Populasyonlarının Organik Tarıma Uygunlukları ve Organik Çeşit Geliştirme Amacıyla Kullanım Olanakları Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi

Khachik F, Carvalho L, Bernstein P S, Muir G J, Zhao D Y, Katz N B (2002). Chemistry, Distribution, and Metabolism of Tomato Carotenoids and Their Impact on Human Health. *Experimental Biology and Medicine* 227(10): 845-851.

Küçük A (1996). Plant Genetic resources Activities in Turkey. European Cooperative Programme for Crop Genetic Resources Networks (ECP/GR). In Third Meeting. Rome. Italy (Vol. 69. p. 75).

Kurt T (2019). Yerel Domates Genotiplerinin Seleksiyonu ve Morfolojik Karakterizasyonu. Yüksek Lisans. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Türkiye

Mutlu S, Haytaoğlu M A, Kır A, İçer B (2009). Ulusal Gen Bankası Biber (*Capsicum annuum* L.) Materyalinde Morfolojik Karakterizasyon. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 19(1): 63-91.

Natarajan S, Pappiah C M, Rangaswamy P (1994). Performance of chilli (*Capsicum annum* L.) cultures under semi-dry condition. *South Indian Horticulture*. 42: 93-93.

Oduor K T (2016). Agro-morphological and nutritional characterization of tomato landraces (*Lycopersicon* species) in Africa. Doctoral Dissertation. University of Nairobi. Kenya.

Patel D A, Shukla P T, Jadeja G C (2001). Morphological studies on interspecific hybrids between *Solanum indicum* L. and *Solanum melongena* L. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. 61(02): 180-182.

Patwary M A, Rahman M M, Ahmad S, Miah M K, Barua H (2013). Study of heterosis in heat tolerant tomato (*Solanum lycopersicum*) during summer. *Bangladesh Journal of Agricultural Research* 38(3): 531-544.

Sağlam N ve Önder S (2016). Performances of different type intermediate tomato varieties in open field and greenhouse. *Journal of Applied Biological Sciences* 10(3): 39-42

Salim M M R, Rashid M H, Hossain M M, Zakaria M (2020). Morphological characterization of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) genotypes. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 19(3): 233-240

Topçu V, Boyacı F, Aktaş H (2016). Kendileme yoluyla saflaştırılmış bazı patlıcan hatlarının morfolojik ve moleküler karakterizasyonu. *Ziraat Fakültesi Dergisi* 11(1). 43-53.

---

Williams C E ve Clair D A S (1993). Phenetic relationships and levels of variability detected by restriction fragment length polymorphism and random amplified polymorphic DNA analysis of cultivated and wild accessions of *Lycopersicon esculentum*. *Genome* 36 (3): 619-630.

Yoltaş T, Tuncay Ö, İlbi H, Hepaksoy S, Özzambak E, Eşiyok D, Gürçağlar H (1993). Mustafakemalpaşa yöresinde kübik kesilmiş (diced) domates üretimine uygun çeşitlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Sanayi domatesi üretimini geliştirme projesi. SANDOM çalışma raporu. Yayın. (7)



*Araştırma makalesi*

## Atıksuların Su Kalite Parametrelerinin Değerlendirilmesi ve Tarımsal Sulama Suyu Olarak Kullanımı: Ankara Örneği <sup>a</sup>

Hatice BAYRAKTAR <sup>1\*</sup>, Belda ERKMEN <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Aksaray Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, 68100, Merkez, Aksaray, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): hatice13@gmail.com

Makale alınış (Received): 23.06.2023 / Kabul (Accepted): 12.09.2023 /Yayınlanma (Published): 31.12.2023

### ÖZ

Nüfusun dünya genelinde hızlı bir ivmeyle artış göstermesi su kıtlığını da beraberinde getirmektedir. İklim değişikliği, küresel ısınmanın oluşturduğu zararlar, yerkürenin ısınmasına, mevsimlerin değişmesine ve su kaynaklarının tükenmeye başlamasına neden olmaktadır. Temiz su kaynaklarına ulaşımın zorluğu, atıksu arıtma tesislerinden deşarj edilen suların kullanımını gündeme taşımıştır. Arıtılarak deşarj edilen atıksuların tarımsal sulamada kullanımının yaygınlaştırılması su kıtlığına aynı zamanda da arıtılan atıksuların büyük oranda bertaraf edilmesine olanak sağlayarak çözüm önerileri sunmaktadır. Bu çalışmada; evsel, endüstriyel, hem evsel hem de endüstriyel alanları temsil etmek amacıyla Ankara atıksu arıtma hattı üzerinde üç atıksu taşıyıcı kolektör bacasından, Tatlar Atıksu Arıtma Tesis giriş ve arıtma çıkışından olmak üzere toplam 5 numune noktasından atıksu örnekleri alınmıştır. Yağışlı ve kurak dönemi temsil etmek amacıyla Nisan 2022 ve Ağustos 2022 tarihlerinde atıksu numuneleri alınmıştır. Atıksu numuneleri Ankara Su Kanalizasyon İdaresi (ASKİ) Genel Müdürlüğü laboratuvarlarında numunelerin fiziko kimyasal ve mikrobiyolojik su kalite parametreleri analiz edilmiştir. Analiz edilen suların tarımsal alanların sulanması için uygunluğu Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği, Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği ve Sulama Sularının Kalitesi ve Kullanılmış Suların Yeniden Kullanılması Hakkında Yönetmelikler çerçevesinde değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere göre; sulama sistemlerinde tıkanıklığa neden olan askıda katı madde konsantrasyonu önemli bir parametre olup, sınır değer aralığındadır. Bitkilerin gelişim süreçlerini etkileyen

<sup>a</sup> **Atıf bilgisi / Citation info:** Bayraktar H, Erkmen B (2023). Atıksuların Su Kalite Parametrelerinin Değerlendirilmesi ve Tarımsal Sulama Suyu Olarak Kullanımı: Ankara Örneği. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 3(2): 164-177

elektriksel iletkenlik değerinin sınır değerleri aştığı tuzluluğa toleranslı bitkiler için kullanılabilir olduğu belirlenmiştir. Azot, fosfor konsantrasyonları analiz sonuçlarında sınır değerlerdedir. Gübre niteliği taşıyan besin tuzları bitki büyümesinde yardımcı olmaktadır. Sonuç olarak, bitki türleri, toprağın tipi dikkate alındığında tarımsal alanlarda sulama suyu olarak kullanılabileninin uygun olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Atıksu, tarımsal sulama, su kalitesi, BOİ, KOİ

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

### *Research article*

## **Evaluation of Water Quality Parameters of Wastewater and Its Use as Agricultural Irrigation Water: Ankara Case**

### **ABSTRACT**

The rapid increase in the population throughout the world brings water scarcity problem. Due to the difficulty in obtaining clean water resources, the utilization of discharged water thorough wastewater treatment plants has come to light. It provides a solution by reducing water shortages significantly and the disposal of treated wastewater by expanding the use of treated and discharged wastewater in agricultural irrigation. To represent domestic only, industrial only and, both domestic and industrial areas, wastewater samples were taken from a total of 5 sample points. Wastewater samples were collected in April and August of 2022 to simulate the rainy and dry seasons, respectively. Physicochemical and microbiological water quality characteristics of wastewater are investigated at the Ankara Water Sewage Administration (ASKI) laboratories. The suitability of the analyzed wastewater for agricultural irrigation has been assessed in accordance with the Water Pollution Control Regulation, the Declaration of Wastewater Treatment Plant Technical Procedures, the Urban Wastewater Treatment Regulation, and the Regulations on Irrigation Water Quality and Reuse of Used Water. According to the data obtained; suspended solids concentration, which causes congestion in irrigation systems, is an important parameter and is in the limit value range. It has been discovered that the electrical conductivity value surpasses the limit values, influencing plant development processes. However, it can be utilized for salt-tolerant plants. Nitrogen and phosphorus concentrations promote plant growth and set the path for their usage as fertilizers in agriculture. As a result, considering the plant species and soil type, it has been found that it can be used as irrigation water in agricultural areas.

**Keywords:** Water quality, agricultural irrigation, wastewater, BOI, COI

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

---

## Giriş

Yeryüzündeki su, sürekli döngü içerisinde olmasına rağmen tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de her geçen gün nüfusun artması, bilinçsiz su tüketimi, tarım ve sanayinin gelişmesi, iklim şartlarında meydana gelen değişim su döngüsünün tamamlanmadan tüketilmesine neden olmaktadır.

Dünya Ekonomik Formu tarafından yayımlanan 2023 Yılı Küresel Riskler Raporu'na göre dünya ekonomisinin en çok etkilenmesi beklenen riskin iklim ve çevre odaklı olacağından bahsedilmektedir (Birpınar vd. 2023). Gelecek nesillere sürdürülebilir çevre bırakabilmek için hızla tüketilen doğal kaynakların verimli kullanılması önem arz etmektedir. Su ihtiyacının giderek artması ihtiyaca karşılık evsel ve endüstriyel atıksuların arıtılarak tekrar kullanılmasını ortaya çıkarmıştır.

Tarım ve Orman Bakanlığı'nın yayımlanmış olduğu rehber dokümanda yer alan verilere göre dünya nüfusunun yaklaşık %20'si su kıtlığı yaşamakta yakın gelecekte bu oranın daha da artacağından bahsedilmektedir. Yıl bazında kullanılabilir kişi başına düşen su miktarı 1000 ile 1700 m<sup>3</sup> arasında olması halinde o ülke "su stresli" bir ülke olarak kabul edilmektedir (Pintilie vd. 2016). Ülkemizde geri kazanılan suların peyzaj, bahçe, rekreasyon amaçlı, tarım alanlarında kullanılması 20 Mart 2010 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'ne göre değerlendirilmektedir. Atıksuların kullanılabilmesi atıksuyun hangi arıtma teknikleri ile arıtıldığına ve hangi amaçla kullanılacağına göre değişim göstermektedir (Erdoğan vd. 2009).

Sulama amaçlı kullanılacak atıksuların insan sağlığı açısından da büyük önemi bulunmaktadır (Bingül vd. 2009). Atıksu arıtma yöntemleri tesislerin kurulacağı yerlere, arıtılacak atıksuyun cinsine, karakterizasyonuna bağlı olarak tespit edilmektedir. Ayrıca tarım alanlarında kullanılacak arıtılmış sular alanda bulunan farklı bitki türleri için önemlidir. Arıtılmış atıksuların tarımsal sulamada kullanılmaya uygunluğu iyi araştırılmalıdır (Duman 2017). Bu nedenle tuzluluk, iletkenlik, pH, askıda katı madde (AKM), toplam çözünmüş maddeler gibi kriterlerin değerlendirilmesi önemlidir. En önemli indikatörler ise patojen mikroorganizma konsantrasyonlarını içermektedir. Evsel atıksular iklim farklılıkları, insan popülasyonunun farklı kültürel alışkanlıkları, askıda katı maddeler atıksu özelliklerini etkilemektedir. Bu durum atıksuyun özelliklerini kentten kente, yerleşim alanlarına bağlı olarak değişkenlik göstermesine neden olmaktadır (Çay 2013). Tarımın gelişmesi toprak ve su kaynaklarının etkin ve etkili kullanımını ortaya çıkarmaktadır.

Bu çalışmalar multidisipliner bilimin koordinasyonu eşliğinde sağlanmalıdır. Kullanılan atıksuyun kalitesi arıtma bağlı olarak değişim gösterir ve maliyete etkisi de yadsınamaz ölçüdedir. (Çakmacı vd. 2016). Su kaynaklarının gün geçtikçe azalması, su ihtiyacının giderek artması alternatif arayışları beraberinde getirmiş, arıtılmış atıksuların kullanımının önemini ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmanın amacı; ülkemizin başkenti Ankara'nın merkezi arıtma tesisi giriş ve çıkış noktaları ile tesise gelen yükün temsili tespiti için üç farklı noktadan alınan atıksuların fiziko kimyasal ve mikrobiyolojik değişkenlerine ait su kalitesinin belirlenmesi ve arıtma sularının farklı amaçlarla yeniden kullanılabilirliğinin ortaya konulmasıdır.

## Materyal ve Yöntem

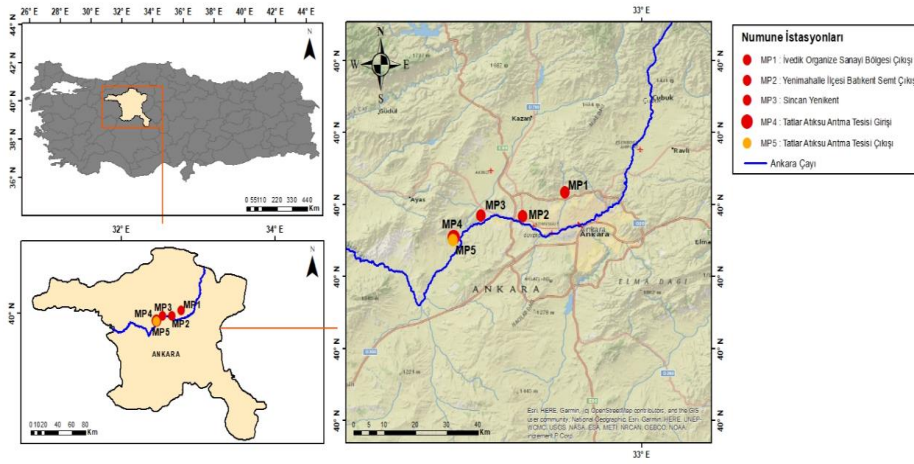
### Çalışma Alanı

Türkiye'nin Başkenti Ankara İli 9 merkez, 16 çevre ilçeler olmak üzere toplam 25 ilçe, bu ilçelere bağlı 1425 mahalleden oluşmaktadır. Yüzölçümü 25.632 km<sup>2</sup> olan Ankara ilinin nüfusu TÜİK 2021-2022 yılları arası verilerinde 5.782.285 olarak açıklanmıştır. Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü'nün (ASKİ) resmi sitesi ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan 2015-2023 dönemini kapsayan Atıksu Arıtımı Eylem Planı'nda yer alan bilgilere göre Ankara'nın il bazında 11 ilçesinde toplam 15 atıksu arıtma tesisi (Tablo 1) bulunmaktadır. Atıksu arıtma tesislerinden çıkan atıksuların Kızılırmak ve Sakarya havzalarına deşarjı yapılmaktadır.

**Tablo 1.** Ankara ili arıtma tesisleri

İlçe	Belediye/Mahalle	AAT Adı	Arıtma Türü	Havza
Akyurt	Akyurt	ASKİ Karaköy AAT	İleri Arıtma	Sakarya
Ayaş	Ayaş	ASKİ Ayaş-Sinanlı AAT	İleri Arıtma	Sakarya
Çamlıdere	Çamlıdere	Çamlıdere AAT	Paket Arıtma	Sakarya
Çubuk	Çubuk	ASKİ Çubuk AAT	İleri Arıtma	Sakarya
Gölbaşı	Gölbaşı	Karagedik AAT	Paket Arıtma	Sakarya
Kazan	Kazan	ASKİ Kazan AAT	Fiziksel Biyolojik	Sakarya
Nallıhan	Nallıhan	Nallıhan AAT	Fiziksel Biyolojik	Sakarya
Nallıhan	Nallıhan	Çayırhan AAT	Fiziksel Biyolojik	Sakarya
Sincan	Sincan	ASKİ Tatlar AAT (MERKEZ)	Fiziksel Biyolojik	Sakarya
Yenimahalle	Yenimahalle	Turkuaz AAT	Fiziksel Biyolojik	Sakarya
Elmadağ	Elmadağ	ASKİ Elmadağ AAT	İleri Arıtma	Kızılırmak
Elmadağ	Elmadağ	Hasanoğlan AAT	İleri Arıtma	Kızılırmak
Elmadağ	Elmadağ	Lalahan AAT	İleri Arıtma	Kızılırmak
Evren	Evren	ASKİ Evren AAT	Fiziksel Biyolojik	Kızılırmak
Kalecik	Kazan	ASKİ Kalecik AAT	İleri Arıtma	Kızılırmak

Çalışmamızda Ankara Merkezi Atıksu Arıtım Tesisi Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi (AAT) tercih edilmiştir. Tatlar AAT'ye güney ve kuzey kuşaklama olmak üzere iki ana hat üzerinden atıksular ulaşmaktadır. Tesise ulaşan atıksular Ankara Çayı'na deşarj edilmektedir. Ankara ilini ikiye böldüğü düşünülen Ankara Çayı Nallıhan İlçesi, Beypazarı ve Ayaş ilçelerinden geçerek şehri ortadan ikiye böler ve Sincan İlçesi sınırlarında Çubuk Çayı ile birleşip akış devamlılığı sağlar. Bu çalışmada arıtma tesisine gelen noktalardan atıksu numuneleri alınarak su kalite kriterlerine ait parametrelerin tespiti yapılmıştır. Atıksu örnekleri Ankara Çayı'nın kuzeyinde kalan "Kuzey Kuşaklama Hattı" üzerinde evsel, endüstriyel, hem evsel hem de endüstriyel alanları temsil edebilen üç atıksu taşıyıcı kolektör bacasından, Tatlar Atıksu Arıtma Tesis giriş suyu ve arıtma çıkış suyu olmak üzere toplam 5 noktadan alınmıştır (Şekil 1).



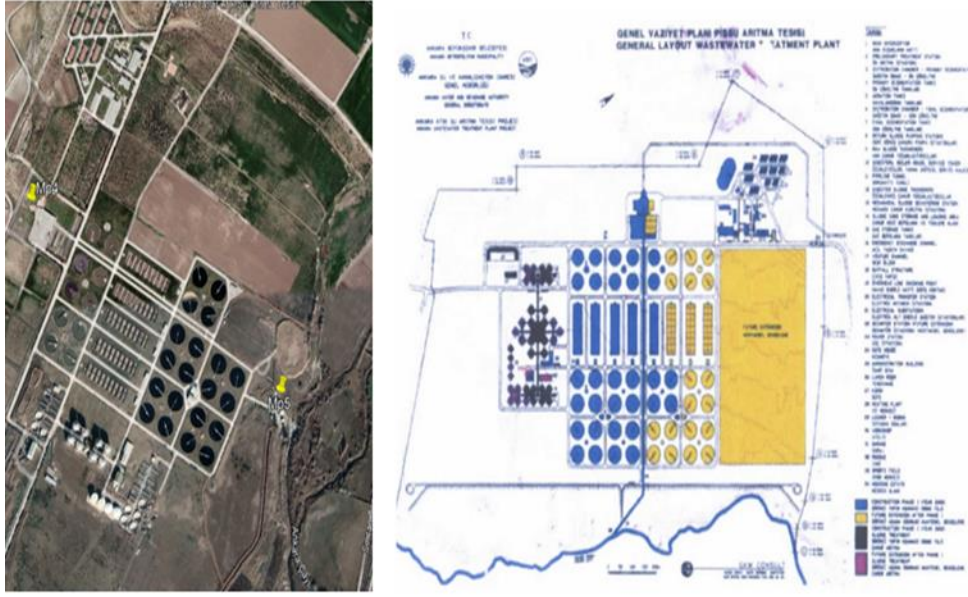
**Şekil 1.** Çalışma alanı ve örnekleme istasyonları.

Şehir şebeke kanalizasyon sistemi üzerinde belirlenen kollektör noktalarından atıksular dalgıç pompa yardımıyla alınmıştır. Bu kollektörlerden ilki; Yenimahalle ilçe sınırlarında yer alan İvedik Organize Sanayi Bölgesi çıkışı 1 nolu istasyon (MP-1) olarak belirlenmiştir. Endüstriyel faaliyetin fazla olduğu bölgeden gelebilecek yükün temsili karşılaştırılmasına imkan sağlaması için tercih edilmiştir. İvedik OSB çıkışında yer alan 1 numaralı (MP-1) kollektör hattındaki bacanın boru çapı 1000 (Ø), derinliği 7,5 metre boyutlarında ve 10 lt/sn akış debisine sahiptir. İkinci örneklem istasyonumuz Yenimahalle Batıkent mevki 2 numaralı (MP-2) istasyon olarak belirlenmiştir.

Kollektör hattındaki baca 600 (Ø) boru çapında ve derinliği 6,5 metredir. 5 lt/sn akış debisine sahip istasyondan alınan evsel nitelikli atıksu örnekleri değerlendirilerek çalışmalar yapılmıştır. Hem evsel hem de endüstriyel atıksulardan oluşan alandan alınan numuneler 3 numaralı (MP-3) istasyon olarak belirlenmiştir. Kollektör hattındaki bacanın boru çapı 1800 (Ø), derinliği 12,5 metre boyutlarında ve 25 lt/sn akış debisine sahiptir.

MP-1, MP-2 ve MP-3 istasyonlarından alınan atıksu örneklerinden sonra Tatlar Atıksu Arıtma Tesis giriş noktası ve çıkış noktasından numuneler alınmıştır. Tesis giriş noktası 4. nokta (MP-4) olarak belirlenmiş olup, giriş bacası betonarme yapılı, kanal ölçüleri 3,45 m x 4,6 m boyutlarındadır. Son numune alım noktası arıtma tesisinin çıkış kolektöründen alınan MP-5 istasyonu olarak tamamlanmıştır. Arıtma tesisi 2.000.000 m<sup>2</sup> açık alan 90.000 m<sup>2</sup> kapalı alana sahiptir (Şekil 2).





**Şekil 2.** Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi genel vaziyet planı (ASKİ,2023).

Türkiye'nin en büyük atıksu arıtma tesisi Tatlar AAT 765.000 m<sup>3</sup>/gün kapasiteli “Klasik Aktif Çamur Prosesi” ile dizayn edilmiştir. Kanalizasyon kollektör sistemi vasıtasıyla 250 milyon m<sup>3</sup>/yıl atıksu arıtılıp Sakarya havzasına deşarj edilmektedir. Merkezi atıksu arıtma tesisi Tatlar AAT'ye il genelinde kanalizasyon sisteminde toplanan atıksuların tamamı cazibe ile ulaşmaktadır. Belirlenen istasyonlardan alınan atıksu numunelerinin fiziksel ve fiziko kimyasal analizleri Ankara Su Kanalizasyon İdaresi (ASKİ) Genel Müdürlüğü laboratuvarları aracılığı ile yapılmıştır.

Laboratuvardan alınan atıksu numune kapları ile yağmurlu ve kurak dönemde alınan su numuneleri analiz için laboratuvara taşınmıştır. Laboratuvara taşınan atıksu numunelerinin iletkenlik, nitrit, nitrat, pH, kimyasal oksijen ihtiyacı, biyolojik oksijen ihtiyacı, toplam azot ve fosfor konsantrasyonları ile askıda katı madde, fekal koliform konsantrasyonlarına ait kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerine bakılarak suyun evsafı hakkında bilgi edinilmesi sağlanmıştır, ASKİ laboratuvarlarında analizler Tablo 2'de verilen metotlar kullanılarak yapılmıştır.

**Tablo 2.** Parametrelere ait analiz metotları

Parametre	Metot
Elektriksel İletkenlik	TS 9748 EN 27888
Nitrat (NO 3)	SM 4110 B
Nitrit (NO 2)	SM 4110 B
pH	TS EN ISO 10523
Kimyasal oksijen ihtiyacı	SM5220 B
Biyolojik oksijen ihtiyacı	SM5210 D
T.Azot	ISO 29441
T.Fosfor	TS EN ISO 15681-2
Askıda Katı Madde	TS EN 872
Fekal koliform	SM 9223 B

---

## Bulgular ve Tartışma

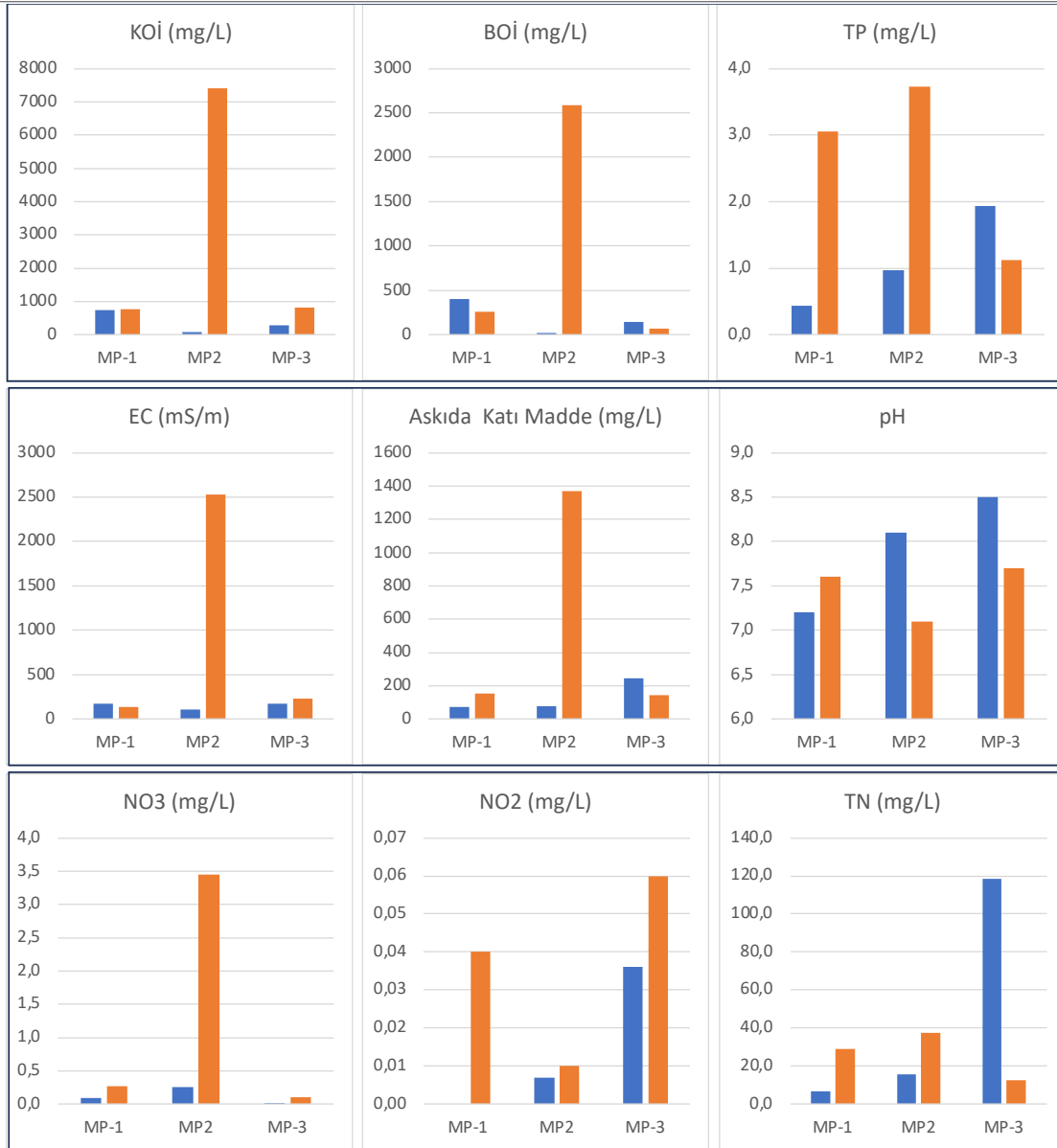
Ülkemizde yayımlanan “Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği (AATTUT), “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)”, “Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği” ve “Taslak Sulama Sularının Kalitesi ve Kullanılmış Suların Yeniden Kullanılması Hakkında Yönetmelik” ler çerçevesinde belirtilen usul ve esaslar ile su kalitesi kriterleri dikkate alınarak yapılan çalışmalarda kullanılmış suların gerekli arıtmadan geçirilerek tarım alanlarında kontrollü kullanılmasının önü açılmıştır.

Buna göre; MP-1, MP-2 ve MP-3 istasyonları arıtma tesisine gelen yükün temsili tespiti amacıyla örneklenmiş olup, deşarj sınırından ne ölçüde yüksek olduğunun tespiti yapılmaya çalışılmıştır. Bu nedenle bu üç istasyonun karşılaştırılması ayrı olarak değerlendirilmiştir. Ankara Su Kanalizasyon İdaresi (ASKİ) laboratuvarlarında yapılan yağışlı ve kurak döneme ait atıksu analiz sonuçlarına göre veriler incelendiğinde; MP-1 ve MP-2 istasyonlarında AKM ve pH konsantrasyon değerlerinin birbirine yakın değerler olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3).

Yağışlı döneme ait AKM konsantrasyonunun MP-3 istasyonunda en yüksek değerde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca hem evsel hem de endüstriyel atıkların bir arada bulunduğu kollektör olup, aynı zamanda tesis girişine en yakın taşıyıcı kollektördür (Şekil 3). Toplam azot, toplam fosfor değeri yine MP-3 istasyonunda en yüksektir. MP-1 ve MP-2 istasyonlarında konsantrasyon değerleri birbirine yakındır.

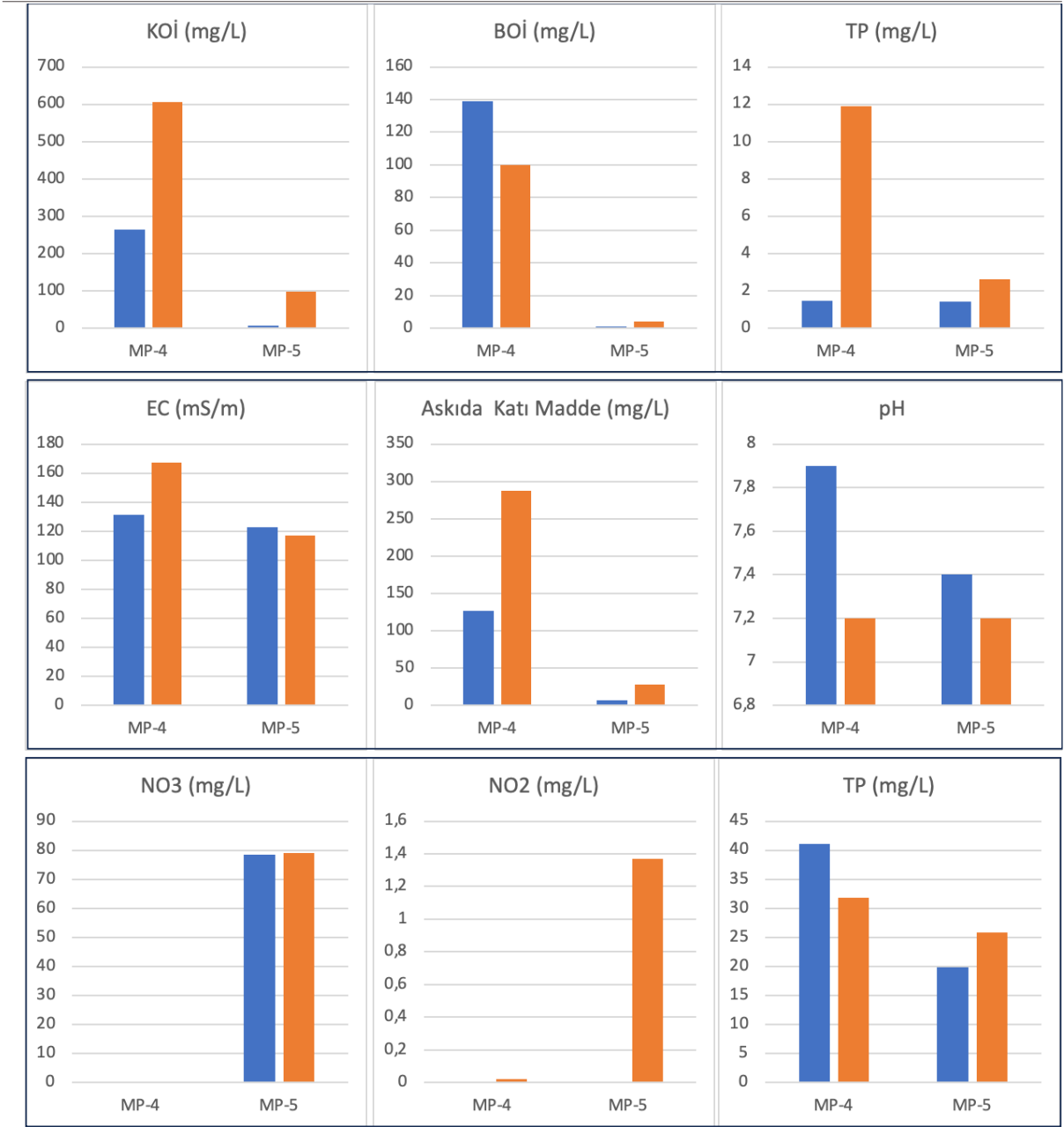
En önemli parametrelerden olan fekal koliform konsantrasyonu ise evsel nitelikli atıksuların taşındığı MP-2 istasyonunda en yüksek, MP-1 ve MP-3 istasyonlarında ise aynı seviyede tespit edilmiştir. Bu durum tesis girişine gelen atıksuların karakteristikleri hakkında da bilgi edinilmesini ortaya çıkarmaktadır. Su kaynaklarının kirlenme derecelerinin belirlenmesinde kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve biyolojik oksijen ihtiyacı da (BOİ) etkili rol oynayan iki parametredir (Şekil 3). Bu iki parametrenin MP-1 ve MP-3 istasyonlarda yüksek olduğu MP-2 istasyonunda ise daha az değerde olduğu tespit edilmiştir. Atıksuların kimyasal özellikleri atıksuyun karakteristiğini ortaya çıkarmak için araç olarak kullanılan veriler arasında yer almaktadır.

Kurak dönemde üç istasyona ait veriler değerlendirildiğinde ise AKM konsantrasyonunun evsel nitelikli atıksuların toplandığı MP-2 istasyonunda en yüksek istasyon olduğu, yine BOİ, KOİ ve elektriksel iletkenliğin en yüksek MP-2 istasyonunda olduğu görülmektedir (Şekil 3). Arıtma tesislerinin şehirlerde planlaması yapılırken ham atıksuyun karakteristiği göz önüne alınarak su kalitesi belirlenir. Üç istasyonda yapılan su analizleri tesis proseslerinin seçiminde yol gösterici olmaktadır.



**Şekil 3.** Yağışlı ve kurak dönemde MP-1, MP-2 ve MP-3 istasyonlarında ölçülen değişkenler. Turuncu: kurak, mavi: yağışlı dönemi temsil etmektedir.

Sonuç olarak karakteristiği belirlenen atıksular ile arıtma tesislerinin tasarım kriterlerinin belirlenmesi, proses seçimlerinin oluşturulması, arıtma dereceleri gibi ön fizibilite çalışmalarına altlık oluşturmaktadır. Tarımsal sulama için yağışlı ve kurak döneme ait veri değerlendirmeleri arıtma tesisi giriş ve çıkış suları baz alınarak yapılmıştır (Şekil 4).



**Şekil 4.** Yağışlı ve kurak dönemde MP-4 ve MP-5 istasyonlarında ölçülen değişkenler. Turuncu: kurak, mavi: yağışlı dönemi temsil etmektedir.

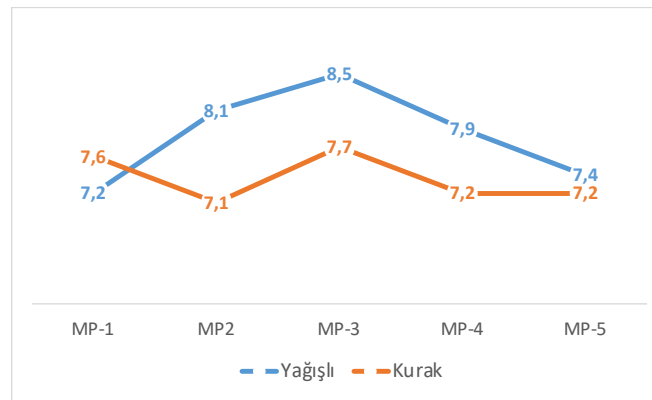
AATTUT’de yer alan geri kazanılmış atıksuda olabilecek besin tuzu seviyelerine bakıldığında azot, fosfor oranları istenilen seviyelerdedir. Azot bitki büyümesini etkileyen parametreler arasındadır. Atıksular aynı zamanda içerdiği besin elementleri nedeniyle bitkilerin büyümesine katkı sağlamaktadır (Adalı vd. 2020). Arıtma tesislerinin deşarj sularında bulunan besin elementlerinin tarım arazilerinde gübre olarak kullanımının yaygınlaştırılmasıyla birlikte gübre kullanımında tasarruf sağlanmasına ve gübre ihtiyacının azalmasına imkan sağlamaktadır (Kukul vd. 2007). Fakat ihtiyaçtan fazla olması bitkilerin aşırı büyümesine, olgunlaşma süreçlerinde düzensizliğe, üretilen bitkilerin hastalığa elverişli hale gelmesine ve ekosistemde ötrofikasyon oluşmasına neden olmaktadır (Ak vd. 2018). Azot ve fosfor toprakta gübre olarak

kullanılabilir ancak yönetmelikler çerçevesinde bitki türleri ve toprak yapısı dikkate alınarak tarımsal sulama yapılmalıdır. Atıksular birçok kalıcı organik kirletici içermektedir. Tarım alanlarında atıksuların arıtılmadan uzun süreli kullanımı ile toprağın flora ve faunasındaki biyolojik faaliyetleri olumsuz etkilemekte ve bitkide birikime neden olmaktadır. Bu durum atıksulardaki organik kirleticilerin besin zinciri yoluyla taşınarak insana kadar ulaşmasını sağlamaktadır (Aydın vd. 2015). Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği BOİ konsantrasyonunun 25 mg/L, AKM konsantrasyonunun 35 mg/L altında değeri sağlaması önerilmekte olup; yapılan analizlerde yağışlı dönem çıkış suyu analiz sonuçlarında BOİ konsantrasyonu ve AKM konsantrasyonunun değerleri sağladığı görülmüştür. Kurak döneme ait çıkış suyu analiz sonuçlarına bakıldığında BOİ konsantrasyonu sınır değeri sağladığı AKM konsantrasyonunun sınır değerlere yaklaştığı görülmektedir. SKKY'ne göre KOİ parametresi konsantrasyon değerinin alıcı ortam standartı 180 mg/L olması gerektiği belirtilmekte olup yapılan analizlerde yağışlı dönemde 7 mg/L, kurak dönemde ise 99 mg/L olduğu analiz edilmiştir. Bu durum tarımsal alanların sulanmasında bir sakınca olmadığını ortaya çıkarmaktadır. Tesis çıkış suyu mikrobiyolojik analizleri değerlendirildiğinde yönetmelik çerçevesinde *E.coli* (*E. coli* sayısı/100 mL) tüm bitki türleri için etki <1, çiğ tüketilmeyen bitkiler için 1-1000, park bahçe gibi direk su ile temasın olmadığı durumlarda > 1000 sınır değerleri içerdiği belirtilmekte olup; yağışlı dönem çıkış suyu analiz sonuçları sınır değerlerin çok üstünde olduğu, kurak dönem analiz sonuçlarının ise sınır değerlerin altında kaldığı görülmüştür (Tablo 3).

**Tablo 3.** Fekal koliform değerleri (EMS/100ml).

İstasyonlar	Yağışlı	Kurak
MP-4	408200000	100
MP-5	11400000	0

Tebliğde yer alan sulamada geri kullanılacak atıksuların sınıflandırılmasına göre pH sınır değeri 6-9 arasında olup yağmurlu ve kurak dönemlere ait pH değerleri sınır değerler içerisinde kaldığı görülmektedir (Şekil 5).



**Şekil 5.** Yağışlı ve kurak dönemlere ait pH değerleri.

Yönetmelikler çerçevesinde yağışlı ve kurak dönemlerde yapılan analizler Tablo 4’de karşılaştırmalı verilmiş olup elde edilen giderim verimi değerlendirilmiştir. Yağışlı ve kurak dönemde AKM, BOİ ve KOİ konsantrasyonlarında giderim verimliliği yeteri kadar sağlanırken, EC, TN ve TP konsantrasyonlarının daha az giderim verimiyle deşarj edildiği görülmektedir. Deşarj edilen atıksuyun elektriksel iletkenlik giderim verimliliğinin az olması sulamada toprağın verimliliğini düşürmekle birlikte hidrolik iletkenliğinde azalmasına neden olmaktadır (Becerra vd. 2015). Elektriksel iletkenlik tuzluluğun göstergesi olup, suyun kalitesini ortaya çıkaran parametrelerdendir. EC’nin sınır değerlerin üzerinde oluşu bitkinin büyüme faktörlerine engel teşkil etmektedir. Tuzlar toprakta osmatik basıncın oluşmasına neden oldukları için bitkilerin su kullanım ihtiyaçlarını ortaya çıkarmaktadır (Topaç vd. 2020). Tarımsal sulamada tuzluluk oranları çevresel ve sağlık sorunlarına neden olabilmektedir.

**Tablo 4.** Yağışlı döneme ait elde edilen çıkış suyu giderim verimleri.

	Parametre	Giriş Değer (mg/L)/(mS/m)	Çıkış Değer (mg/L)/(mS/m)	Elde edilen verim %
<b>Yağışlı</b>	AKM	127	7	94,7
	BOİ	139	1	99,2
	KOİ	265	7	97,4
	Toplam N	41,04	19,81	68,3
	Toplam P	1,49	1,41	51,4
	Elektiriksel İletkenlik	131,5	123	51
<b>Kurak</b>	AKM	287	28	91,1
	BOİ	100	4	96,1
	KOİ	606	99	85,9
	Toplam N	31,8	25,8	55,2
	Toplam P	11,9	2,61	82,0
	Elektiriksel İletgenlik	167,2	117,3	58

Suya ihtiyaç duyulması su kaynaklarının korunmasını ve geri kazanımının önemini ortaya çıkarmaktadır. Arıtma tekniklerine, arıtım tesislerindeki proses seçimlerine göre deşarj limitleri farklılar göstermekle birlikte ulusal ve uluslararası yayımlanmış yönetmelikler çerçevesinde sulama yapılmaktadır. Su kalite kriterleri ile aynı zamanda sosyal, ekonomik düzenlemelerde dikkate alınarak yapılan arıtma çalışmalarında analiz edilen suyun tarım alanlarında sulama suyu olarak kullanılmasının doğru sonuçları çıkaracağı düşünülmelidir.

## Sonuç

Atıksuların arıtılmadan kontrolsüzce kullanılması hem kullanıldığı alanlarda hem de insan sağlığı açısından tehdit oluşturmaktadır. Yeniden kullanılabilir atıksular, atıksuyun özelliğine, hangi amaçla nerelerde kullanılacağına bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Atıksu arıtma tesislerinden çıkan geri kazanılmış atıksular park, bahçe ve rekreasyon alanlarının sulamasında tarım alanlarında ya da endüstride proses suyu için kullanılmaktadır. Tarım alanları su tüketiminin en üst seviyede olduğu alanlardır. Geçmişte arıtılmış sular tarım arazilerinde gelişigüzel kullanılmaktaydı. Bu durum hem tarım alanlarında üretilen bitkiler hem de tüketiciler üzerinde oluşabilecek bilinmeyenleri de beraberinde getirmekte ve atıksuyun su kalite parametrelerinin incelenmesinin önemini ortaya çıkarmaktadır. İklim değişikliğinin

etkileriyle azalan temiz su kaynaklarının verimli kullanılması ve atıksuların kullanılabilir olması için uygulanan arıtma teknolojileri önemli kriterlerdir. Arıtılmış atıksuların tarımsal sulamada kullanılabilmesi ve standart değerlere ulaşması için hem filtrasyon hem de dezenfeksiyon gibi arıtımlar ön plana çıkarılmalıdır. Atıksuların arıtma yöntemleri kullanılacak alanlara bağlı olarak farklılıklar göstermekle birlikte arıtılacak atıksuyun niteliğinin içme suyuna yakın olması istenmektedir. Azot ve fosfor gibi bitki besin elementlerinin varlığı arıtma tesislerinde azot ve fosfor giderim ünitelerinde yapılacak yatırımda daha düşük maliyetlerde olmasını sağlayacaktır. Maliyet açısından değerlendirildiğinde de arıtılmış atıksu ile sulaması yapılacak tarım alanlarının yakın mesafede olması tercih edilmelidir. Ayrıca sucul ortamlarda yaşayan organizmalara olan etkinin azalmasında da arıtılmış atıksuların önemli bir rolü bulunmaktadır. Tarımsal alanlarda atıksuların kullanımında en önemli parametre patojenler olup, patojenlerden kaynaklanan risklerin iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. Halk sağlığının olumsuz etkilerini minimum seviyeye indirmek için tesis çıkışlarına dezenfeksiyon ünitelerinin entegresinin yapılmasını zorunlu hale getirmektedir. Askıdaki katı madde miktarları tarımsal alanlarda kullanılacak nozulların gözeneklerinin tıkanmasına neden olacağı düşünüldüğünde maliyet hesaplamalarında dikkat edilmesi gerekliliğini de ön plana çıkarmalıdır. Elektriksel iletkenlik konsantrasyonunun yüksek olması topraktaki tuz konsantrasyonunun artışına, ekili arazilerde bulunan tuza hassas türlerin üretimine engel teşkil etmesine, aynı zamanda da toprağın yapısında bozulmaların oluşmasına neden olacaktır. Doğru deşarj yöntemleri ile bitki büyümesine yardımcı olmak için iletkenliği yüksek deşarj sularının temiz su kaynaklarıyla birleştirilerek tarım alanlarında kullanılması doğru sonuçları ortaya çıkaracaktır. Arıtılmış atıksuların yeniden kullanılmasıyla yüzey ve yeraltı sularının su kalite kriterlerinde iyileşmelere, göller, göletler, dereler, akarsular ve denizlere ulaşan kirlilik yükünde azalmalara ve temiz su kaynaklarının tasarrufuna imkan sağlayacaktır. Planlı ve uygun toplanan atıksuların ilgili yönetmelik ve tebliğler çerçevesinde arıtımı yapılarak deşarj suyu kalitesinin mevzuat hükümlerine uygunluğu değerlendirilmeli, tarım alanlarında kullanılması teşvik edilmelidir.

### **Teşekkür**

Bu çalışma; Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda yapmakta olduğum "Atıksu Arıtımında Mikroplastik Uzaklaştırma Potansiyelinin Araştırılması: Ankara Örneği" başlıklı Doktora Tez çalışmasından üretilerek oluşturulmuştur. Çalışma sırasında verilerin değerlendirmesindeki desteklerinden dolayı Ülkü Nihan Yazgan Tavşanoğlu ve Gökben Başaran Kankılıç'a teşekkür ederiz.

### **Çıkar Çatışması**

Makalenin hiçbir yazarı için bilinen ya da olası bir çıkar çatışması yoktur.

### **Kaynaklar**

Adalı S, Yalılı Kılıç M, (2020). Arıtılmış atıksuların tarımsal sulamada kullanımı: iznik örneği, Uluslararası Biyosistem Mühendisliği Dergisi, 1(1):12-23.

Ak M, Top İ, (2018). Arıtılmış kentsel atıksuların tarımsal sulama amaçlı kullanımı, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 24(6), 1161-1168.

ASKİ (2023). Ankara Su kanalizasyon idaresi genel müdürlüğü Erişim tarihi: 19.06.2023 <https://www.aski.gov.tr/tatlar-atiksu-aritma-tesisi/30/22>

AATTUT, (2010). Atıksu arıtma tesisi teknik usuller tebliği, T.C. Resmi Gazete, 27527

Aydın ME, Aydın S, Bedük F, Tekinay A (2015). Atıksuların sulamada kullanımı: toprak ve üründe kalıcı organik kirleticiler, Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt 20, Sayı 2.

Becerre-Castro C, Lopes AR, Vaz-Moreira I, Silva EF, Manaia CM, Nunes OC, (2015). Wastewater reuse in irrigation: A microbiological perspective on implications in soil fertility and human and environmental health. *Environment International*,75: 117-135.

Birpınar M.E, Gürtepe, E. (2023). Türkiye yüzyılında sürdürülebilir çevre. Çevre, şehir ve iklim dergisi. Yıl: 2. Sayı: 3. ss. 1-22.

Bingül Z, Altıkat A (2017). Evsel nitelikli atıksu arıtma tesisi çıkış sularının tarımsal Sulamada kullanılabilirliği. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 7(4):69-75

Çakmakçı T, Şahin Ü, Kuşlu Y, Kızıloğlu FM, Tüfenkçi Ş, Okuroğlu M (2016). Van ili tarım alanlarında temiz ve atık su kaynaklarının yönetimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*. 26(4): 662-667

Çay Ş, (2013). Konya atıksularının tarımsal sulamada kullanılması ve mısır bitkisi yetiştiriciliğine etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Sulama Anabilim Dalı, Adana,

Çed, İzin ve denetim genel müdürlüğü çevre envanteri ve bilgi yönetimi dairesi başkanlığı çevre durum raporları şube müdürlüğü (2022), Ankara ili 2021 yılı çevre durum raporu, Türkiye Cumhuriyeti Ankara Valiliği Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, 2022, Ankara

Dünya Ekonomik Forumu (2023), Küresel Riskler Raporu, [https://www.weforum.org/docs/WEF\\_Global\\_Risks\\_Report\\_2023.pdf](https://www.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2023.pdf)

Erdoğan R, Mansuroğlu S, Atik M, Gülyavuz P (2009). Turizm kentlerinde suyun yeniden kullanımı: Antalya Örneği. 1. Kuraklık ve çölleşme sempozyumu, Konya.

Duman H (2017). Arıtılmış kentsel atıksuların sulamada yeniden kullanımı: Kayseri atıksu arıtma tesisi örneği, Uzmanlık Tezi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.

Pintilie L, Torres C.M, Teodosiu C, Castells F (2016). "Urban wastewater reclamation for industrial reuse: An LCA case study, *Jounral of Cleaner Production*, 139:1–14.

SSKKSYPHY, (2015). Sulama sularının kalitesi ve kullanılmış suların yeniden kullanılması hakkında yönetmelik taslağı, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2015.



---

SKKY, (2004). Su kirliliği kontrolü yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete, 25687, 31.12.2004

Kullanılmış Suların Yeniden Kullanım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi Projesi Ankara İli Değerlendirme Raporu (2020), Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020 Ankara

Kullanılmış Suların Yeniden Kullanım Uygulamalarına İlişkin Rehber Doküman (2019), Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2019, Ankara

Topaç FO, Acar ÖÖ (2020). Paket atıksu arıtma tesisi çıkış sularının sulama suyu olarak kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Sayı 19, S. 858-865.

TUİK (2023). "Türkiye İstatistik Kurumu." Erişim tarihi: 19.06.2023 <https://www.tuik.gov.tr/>



*Research article*

**Chemical Composition and Antimicrobial Efficacy of *Thymus fallax*  
Essential Oil against Foodborne Spoilage and Pathogenic Microorganisms<sup>a</sup>**

**Miyase (ODABASI) YAYLAGUL<sup>1\*</sup> , Yavuz BEYATLI<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Health Services Vocational School, Aksaray University, Aksaray 68100, Türkiye

<sup>2</sup> Department of Biology, Faculty of Science and Art, Gazi University, Ankara 06500, Türkiye (emekli)

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): miyaseyaylagul@aksaray.edu.tr

Makale alınış (Received): 03.10.2023 / Kabul (Accepted): 13.10.2023 /Yayınlanma (Published): 31.12.2023

**ABSTRACT**

The essential oil extracted from *Thymus fallax* Fisch. Fisch. & C.A.Mey., a plant traditionally employed in folk medicine, underwent chemical composition analysis through both gas chromatography (GC) and gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS) techniques. A total of 28 components were identified, collectively constituting 79.0% of the total detected constituents. The predominant compounds were determined to be 1,8 cineol (9.9%), linalool (8.8%), and camphor (8.1%).

The antimicrobial potential of essential oils extracted from the aerial parts of the plant was assessed against various microorganisms, encompassing both foodborne spoilage and pathogenic bacteria and yeast. The essential oil demonstrated notable antibacterial and antifungal efficacy, with the level of activity increasing in proportion to the quantity of essential oil applied.

**Keywords:** *Thymus fallax*, essential oil, chemical composition, antimicrobial activity.

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

<sup>a</sup> **Atf bilgisi / Citation info:** Yaylagül Odabaşı M, Beyatlı Y (2021). Essential Oil against Foodborne Spoilage and Pathogenic Microorganisms. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 3(2): 178-189

## ***Thymus fallax* Esansiyel Yağının Kimyasal Bileşimi ve Gıda Kaynaklı Bozulmaya ve Patojenik Mikroorganizmalara Karşı Antimikrobiyal Etkinliği**

### **ÖZ**

Geleneksel olarak halk tıbbında kullanılan bir bitki olan *Thymus fallax* Fisch. & C.A.Mey.'den elde edilen uçucu yağ hem gaz kromatografisi (GC) hem de gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC/MS) teknikleri ile kimyasal bileşim analizine tabi tutuldu. Tespit edilen bileşenlerin %79,0'ını oluşturan toplam 28 bileşen tanımlandı. Baskın bileşiklerin 1,8 sineol (%9,9), linalool (%8,8) ve kafur (%8,1) olduğu belirlendi.

Bitkinin toprak üstü kısımlarından ekstrakte edilen uçucu yağın antimikrobiyal potansiyeli, hem gıda kaynaklı bozulmalara sebep olan hem de patojenik bakteri ve mayaları da kapsayan çeşitli mikroorganizmalara karşı değerlendirildi. Esansiyel uçucu yağ, uygulanan esansiyel yağın miktarıyla orantılı olarak artan aktivite seviyesi ile dikkate değer bir antibakteriyel ve antifungal etkinlik göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Thymus fallax*, esansiyel yağ, kimyasal kompozisyon, antimikrobiyal aktivite.

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

### **Introduction**

Essential oils play a vital role in safeguarding plants by offering protection against bacterial, viral, fungal, and insect threats, as well as deterring herbivore attacks. Presently, there is a recognition of around 3,000 distinct essential oils, among which 300 hold significant commercial value within various industries, including pharmaceuticals, agriculture, food production, sanitation, cosmetics, and perfumery (Bakkali et al. 2008).

Foodborne diseases, arising from either foodborne infection or intoxication, stand as the predominant sources of global foodborne illnesses. These diseases stem from the infiltration of foodborne pathogens into consumable items, often facilitated by processes like cross-contamination, improper handling, and temperature mishandling. Notable among these pathogens are *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* species, and *Escherichia coli*, recognized for their roles in foodborne infection and intoxication. In contrast, the quality of food products is compromised by food spoilage microorganisms, rendering them unsuitable for consumption. The limited shelf life of food items due to spoilage presents a major problem within the food industry (Jay 2000; Ray 2001; Tian et al. 2014; Dwivedi et al. 2017 ). Preventing the proliferation of pathogenic and spoilage microorganisms in food traditionally relies on the use of chemical preservatives, which function as antimicrobial agents to hinder the growth of

---

undesirable microorganisms. Nevertheless, the growing demand for minimally-processed, longer-lasting food products and concerns about potential toxicities associated with chemical preservatives have prompted food manufacturers to explore alternative sources of antimicrobial compounds (Conner 1993; Nychas 1995; da Cruz Cabral et al. 2013; Burt 2004; Awad et al. 2022; Hou et al. 2022; Przybylska-Balcerek et al. 2022). Consequently, essential oils and plant extracts have emerged as promising natural antimicrobial agents, with potential applications in the food and pharmaceutical industries for the management of both pathogenic and spoilage microorganisms. In Türkiye, the genus *Thymus* is richly represented, comprising a total of 41 species, of which 24 are exclusive to the region. Referred to as "kekik" in Turkish, *Thymus* species find extensive use for their dried herbal parts, serving various purposes in herbal teas, culinary condiments, and traditional medicinal practices (Bagci and Baser 2005). Among these, Thyme (*T. fallax* Fisch & C.A.Mey), a member of the *Lamiaceae* family, stands out as a fragrant, perennial shrub that thrives in multiple regions worldwide, including the Western Mediterranean, Southern Italy, and Türkiye (Davis 1982; Baytop 1997; Gieto 2017, Maciel et al. 2022).

Prior research has examined the antimicrobial effects of the essential oil from *T. fallax* (Sokmen et al. 1999; Ozturk and Ercisli 2005; Unal et al. 2008; Goze et al. 2009; Kotan et al. 2010; Küçükbay 2014; Moshaverinia et al. 2022) and various other *Thymus* subspecies (Kim et al. 1995; Smith-Palmer et al. 1998; Millezi et al. 2012; Sateriale et al. 2022) in previous studies. However, there is a notable absence of reports concerning the antimicrobial properties of *Thymus fallax* essential oils against foodborne spoilage and pathogenic microorganisms. The findings of the current study may serve as a valuable resource in the realm of food quality control. Therefore, the objective of this investigation was to assess the antimicrobial attributes of *T. fallax* essential oil, harvested in Türkiye, against a spectrum of foodborne and spoilage microorganisms, encompassing *Listeria*, *Enterococcus*, *Lactobacillus* and *Pedicoccus* spp., as well as the pathogenic microorganisms.

## **Materials and Methods**

### *Plant Material*

Wild *T. fallax* plants, classified within the *Lamiaceae* family, were harvested during the flowering phase on Mount Ali (at an elevation of 1650 meters) in Talas, Kayseri, Türkiye. A voucher specimen (Collector number MO 1002) has been officially preserved in the Herbarium of the Department of Biology, Faculty of Science, University of Gazi. Post-collection, the plant was promptly identified and subsequently air-dried at room temperature in preparation for subsequent analysis.

### *Isolation of the Essential Oil*

The essential oils from the air-dried aerial sections of the plant samples were extracted through hydrodistillation employing a Clevenger-type apparatus. Following extraction, the oil was subjected to drying with anhydrous sodium sulfate and subsequently preserved at a temperature of +4°C until the time of analysis.

## Chemical Composition of the Essential Oil

The chemical composition of the essential oil derived from *T. fallax* was analyzed at the Medicinal and Aromatic Plant and Drug Research Center (TBAM), situated within Anadolu University at Eskisehir, 26470, Türkiye, utilizing Hewlett-Packard GC/MS and GC instrumentation (Table 1).

**Table 1.** Antimicrobial activity of *T. fallax* essential oil against bacteria

Strains	<i>T. fallax</i> essential oil		Standard antibiotic discs	
	Inhibiton zone (mm)			
	10µl	20µl	Cefadroxil	Amikasin
<i>P. vulgaris</i> RSKK 96026	7.95±0.45	10.7±0.2	16.2	18.2
<i>B. cereus</i> RSKK 863	23.5±1.2	27.2±0.8	24.0	17.5
<i>E. coli</i> ATCC 11230	8.45±0.5	10.7±1.1	25.4	9.0
<i>E. aerogenes</i> RSKK 720	12.3±3.3	14.0±0.0	12.7	10.0
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	13.0±1.0	15.0±0.2	24.6	16.3
<i>S. epidermidis</i> MU 30	8.0±0.0	8.2±0.0	17.3	7.8
<i>S. typhimurium</i> CCM 5445	7.2±0.0	9.5±0.0	21.8	9.0
<i>P. fluorescens</i> RSKK 240	7.9±0.2	10.0±0.2	22.6	15.0
<i>S. enteritidis</i> RSKK 171	7.3±0.4	10.0±0.0	20.0	17.3
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 29212	7.4±0.25	8.4±0.4	20.0	14.0
<i>S. sonnei</i> RSKK 877	10.0±0.0	13±0,0	28.0	-
<i>M. luteus</i> NRLL B-4379	10.4±1.15	15.3±0.7	37.3	19.0
<i>Y. enterocolitica</i> ATCC 1501	10.7±0.2	12.7±1.6	21.0	11.0
<i>B. subtilis</i> ATCC 6633	16.4±1.1	20.3±0.3	19.4	15.0
<i>L. monocytogenes</i>	14.5±0.0	15.7±0.0	19.0	13.0
<i>A. hydrophila</i>	8.1±0.1	10.8±0.2	16.7	-
<i>E. faecalis</i> E. 27	9.6±0.5	10.3±0.2	15.0	10.6

## GC- MS

The analysis was performed using a Hewlett-Packard GC/MS system with an Innowax FSC column (60 m x 0.25 mm diameter and a 0.25 µm film thickness). Helium was employed as the carrier gas. The initial GC oven temperature was maintained at 60°C for 10 minutes, then programmed to increase to 220°C at a rate of 4°C per minute, where it remained constant for an additional 10 minutes, and finally increased to 240°C at a rate of 1°C per minute. The split flow rate was adjusted to 50 mL/min, and the injector temperature was set at 250°C. Mass spectrometry was conducted at 70 eV with a mass range covering m/z 35 to 425. For library search purposes, the Wiley GC/MS Library and the BASER Library of Essential Oil Constituents were utilized.

## Gas Chromatography

Gas chromatography analysis was conducted using a Hewlett Packard 6890 system equipped with an HP-Innowax FSC column (60 m x 0.25 mm □ , and a 0.25 µm film thickness). Nitrogen was employed as the carrier gas at a flow rate of 1 mL/min. The temperature within the GC oven was initially held at 60°C for 10 minutes, then ramped up to 220°C at a rate of 4°C/min, maintained at 220°C for an additional 10 minutes, and subsequently programmed to increase to

---

240°C at a rate of 1°C/min. The injector was set at a temperature of 250°C. To determine the percentage compositions, electronic integration measurements were performed using flame ionization detection (FID) at a temperature of 250°C.

#### *Microorganisms and Condition for Cultivation*

In this study, a diverse array of microorganisms were employed, including *Proteus vulgaris* RSKK 96026, *Bacillus cereus* RSKK 863, *Escherichia coli* ATCC 11230, *Enterobacter aerogenes* RSKK 720, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* MU 30, *Salmonella typhimurium* CCM 5445, *Pseudomonas fluorescens* RSKK 240, *Salmonella enteritidis* RSKK 171, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 29212, *Shigella sonnei* RSKK 877, *Micrococcus luteus* NRLL B-4379, *Yersinia enterocolitica* ATCC 1501, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Listeria monocytogenes*, *Aeromonas hydrophila*, *Enterococcus faecalis* E. 27, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* ATCC 11842, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum* ATCC 2024, *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus pentosaceus*, *Streptococcus cremori*, *Streptococcus durans*, *Streptococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus* 986, *Saccharomyces carlsbergensis* 8090, *Candida tropicalis*, *Candida albicans* ATCC 10239, and *Candida krusei*.

The pathogenic bacterial strains were cultivated overnight at  $37 \pm 0.1^\circ\text{C}$  on Nutrient agar (NA) (Oxoid). Lactic acid bacteria (LAB) were cultured overnight at  $37 \pm 0.1^\circ\text{C}$  on Lactic Agar (LA), while yeasts were grown overnight at  $30 \pm 0.1^\circ\text{C}$  on Yeast Pepton Dextrose Agar (YEPD) (Oxoid). Detailed lists of these microorganisms can be found in Tables 1, 2, and 3. All microorganisms were sourced from the Biotechnology Laboratory, Department of Biology, Faculty of Science and Arts, Gazi University, Ankara, Türkiye.

#### *Antimicrobial Assay*

The antimicrobial activity of the plant's essential oils was assessed using the disc diffusion method, as outlined in previous studies (Collins et al. 1995; Murray et al. 1995). The inoculum for both bacterial and yeast cultures was prepared using No. 0.5 McFarland tubes, resulting in a concentration of  $1 \times 10^8$  bacteria and  $1 \times 10^6$  yeast per milliliter.

Sterilized Nutrient Agar (NA), Yeast Pepton Dextrose Agar (YEPD), and Lactic Agar (LA), maintained at a temperature of 45-50°C, were distributed into sterile petri dishes with a diameter of 9 cm (15 ml) after the addition of bacterial and yeast cultures (0.5 ml), ensuring even distribution across the medium. The plates were allowed to sit at room temperature for 15-20 minutes.

Subsequently, 10 µl and 20 µl of each essential oil were applied to sterile 6 mm discs (Schleicher and Schuell) using suction, and these discs were gently placed on the solid agar medium within the petri dishes. The plates containing yeast cultures were then incubated at 30°C for 48 hours, those with pathogenic bacterial strains were incubated at 37°C for 24 hours, and those with lactic acid bacteria were incubated at 30°C for 24 hours. Following the respective incubation periods, the diameters of the inhibition zones on the NA, YEPD, and LA were measured in millimeters.

To serve as positive reference standard antibiotics, amikacin (30 µg), cefadroxil (30 µg), and nystatin (30 µg) were employed. All experiments were conducted in triplicate, and the average and standard deviation (SD) were calculated for the inhibition zone diameters.

## Results and Discussion

In this present study, the antimicrobial effectiveness of two distinct concentrations of *T. fallax* essential oil was investigated against foodborne spoilage and pathogenic microorganisms. The assessment of potency was quantitatively determined by observing the presence or absence of inhibition zones and measuring their respective diameters. For this reason 27 bacteria and 4 yeasts were used. The results are given in Table 1, 2 and 3.

**Table 2.** Antimicrobial activity of *T. fallax* essential oil against yeasts

Strains	<i>T. fallax</i> essential oil		Standard Antibiotic disc
	10µl	20µl	Nystatin
	Inhibiton zone (mm)		
<i>S. carlsbergensis</i> 8090	14.6±0.0	20.2±0.0	19.4
<i>C. tropicalis</i>	23.5±0.0	26.3±0.0	15.7
<i>C. albicans</i> ATCC 10239	16.7±0.0	17.7±0.0	18.7
<i>C. krusei</i>	6.5±0.0	7.2±0.0	11.4

**Table 3.** Antimicrobial activity of *T. fallax* essential oil against LAB.

Strains	<i>T. fallax</i> essential oil	
	10µl	20µl
	Inhibiton zone (mm)	
<i>L. acidophilus</i>	-	7.3±0.2
<i>L. bulgaricus</i> ATCC 11842	7.7±0.5	13.4±0.2
<i>L. casei</i>	8.0±0.1	8.8±0.8
<i>L. plantarum</i> ATCC 2024	10.2±0.5	11.3±0.1
<i>Leu. mesenteroides</i>	9.0±0.0	13.0±1.2
<i>P. pentosaceous</i>	9.0±0.9	10.0±0.2
<i>S. cremoris</i>	9.0±0.0	9.2±0.4
<i>S. durans</i>	-	7.4±0.5
<i>S. lactis</i>	8.6±0.6	10.6±0.1
<i>S. thermophilus</i> 986	9.3±0.7	9.7±0.1

Both doses of essential oil displayed antibacterial activities on all the bacteria. In addition, different doses of essential oil showed different antibacterial effects on these strains, but the differences were not excessive. However, no effect was observed for *Lactobacillus acidophilus* and *Streptococcus durans*.

---

*Pseudomonas fluorescens* RSKK 240 and *Salmonella typhimurium* CCM 5445 have been the most resistant bacteria against thyme essential oil. However, the highest activity was obtained from the essential oil on *Escherichia coli* ATCC 11230. As shown in Table 1, cefadroxil had similar effect on the growth of *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. Furthermore, the inhibition effect of amikacin were much lower than the essential oil on *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Listeria monocytogenes* and *Aeromonas hydrophila*.

The overwhelming majority of documented cases of foodborne illnesses with identified causes can be attributed to bacterial agents. Among these bacterial pathogens are *Campylobacter jejuni*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* O157:H7, *Shigella*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, and *Clostridium botulinum*. These bacterial pathogens, which are linked to human food poisoning, may originate in production animals, making them potential sources of contamination. The sequence of events spanning from the stages of slaughter, processing, storage, and food preparation can facilitate the proliferation of these contaminating microorganisms. According to assessments by experts in public health and food safety, millions of cases of illness, both domestically and globally, can be directly attributed to foodborne pathogens each year (Oliver et al. 2005).

The worldwide impact of foodborne illnesses is challenging to quantify accurately. Nevertheless, it is estimated that approximately 2.1 million children in developing countries succumb to diarrheal-related diseases annually, with suspicions that food or water serves as the transmission vehicle for a significant portion of these illnesses (WHO 2002).

Ten  $\mu$ l and 20 $\mu$ l of the essential oil inhibited the growth of all LAB tested and the inhibition zones ranged between 7.7-10.2 mm and 7.3-13.4 mm, respectively. However, the essential oil (10 $\mu$ l) showed no inhibition effect on *Lactobacillus acidophilus* and *Streptococcus durans*. The most sensitive LAB to the essential oil in the present study were *Lactobacillus bulgaricus* and *Leu. mesenteroides*. The diameters of maximum inhibitory zones at the highest essential oil dosage (20 $\mu$ l) were as large as 13.4 mm for *Lactobacillus bulgaricus* and 13.0 mm for *Leu. mesenteroides*. The least sensitive LAB to the essential oil was *Lactobacillus acidophilus*, and the diameter of inhibitory zones at the highest essential oil was 7.3 mm.

Moreover, all the fungi were inhibited by the essential oil. The inhibition zones of its essential oil (10 $\mu$ l and 20 $\mu$ l) on *Candida albicans* were 16.7 and 17.7 mm, respectively. The essential oil (10 $\mu$ l and 20 $\mu$ l) inhibited the growth of *Saccharomyces carlsbergensis* and the inhibition zones were 14.6 and 20.2 mm, respectively. The most effect of its essential oil was on *Candida tropicalis* and the inhibition zones ranged between 23.5 and 26.3 mm. However, it is interesting to note that the strains of *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Saccharomyces carlsbergensis* and *Candida krusei*, which are present in food as spoilage and pathogen bacteria, were found to be affected at test concentrations in our study.

The results indicate that the essential oil of *T. fallax* has a capacity to inhibit the growth of foodborne spoilage and pathogen microorganisms. For this reason, the chemical composition of its essential oil was determined. A total of 28 compounds were detected by using GC and



GC-MS method (Table 4). The major compounds of the essential oil of this plant were 1,8-cineole (9.9%), linalool (8.8%) and camphor (8.1%) detected, respectively (Table 4). 1,8-cineole (Bosnić et al. 2006; Vuuren and Viljoen, 2007; Hendry et al. 2009), linalool (Bagamboula et al. 2004; Krist et al. 2008) and camphor (Santoyo et al. 2005; Safaei-Ghomi and Batooli 2010) are also known to exhibit antibacterial activity.

**Table 4.** The chemical composition of the essential oil from *T. fallax*.

	<b>Compound</b>	<b>Percentage (%)</b>
1	1,8-cineole	9.9
2	linalool	8.8
3	camphor	8.1
4	$\beta$ -caryophyllene	6.2
5	spathulenol	4.5
6	(E)- $\beta$ -ocimene	4.3
7	$\alpha$ -terpineol	3.7
8	borneol	3.4
9	bicyclogermacrene	3.2
10	germacrene D	3.1
11	(E)-nerolidol	3.1
12	elemol	3.0
13	$\alpha$ -cadinol	2.2
14	trans-cadinol	1.7
15	bornyl acetate	1.6
16	camphene	1.4
17	alloaromadendrene	1.3
18	myrcene	1.2
19	(Z)- $\beta$ -farnesene	1.2
20	Germacrene D-4-ol	1.2
21	$\delta$ -cadinene	1.1
22	caryophyllene oxide	1.1
23	<i>p</i> -cymene	0.9
24	trans- $\alpha$ -bergamotol	0.9
25	$\alpha$ -pinene	0.8
26	$\beta$ -bisabolene	0.8
27	carvacrol	0.2
28	thymol	0.1
	<b>Total</b>	<b>79</b>

There are some studies in the literature examining the chemical composition and antimicrobial effectiveness of the *T. fallax* species found in Türkiye (Öztürk and Ercişli et al. 2005, Göze et al. 2009, Moshaverinia et al. 2022, Bozhüyük and Kordalı, 2022). From a broader perspective, these studies not only focus on different aspects of *T. fallax* but also use different methodologies and produce different results. Although their common denominator is the discovery of the medical use of *T. fallax*, the research goals, approaches, and findings of each differ significantly. While this study placed great emphasis on examining the antibacterial and antifungal effects of the plant, Göze et al. (2009) took a more comprehensive approach and tested the antimicrobial activity of a wider range of microorganisms. Similarly, while Öztürk and Ercişli's (2005) study focused on the antibacterial effect of the methanol extract of the plant, while this study examined the chemical composition of the plant's essential oil and its antimicrobial and antifungal effects in detail. In conclusion, the essential oil of *T. fallax* showed

---

strong activities against *Candida tropicalis*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes* and *Aeromonas hydrophila* in this study. Moreover, it's worth noting that the dosages of essential oil we applied were notably lower than those of conventional antibiotics. This in vitro investigation furnishes substantial evidence suggesting that this plant is a promising reservoir of antimicrobial compounds with efficacy against the foodborne spoilage and pathogenic microorganisms under examination. Consequently, the essential oil extracted from *T. fallax* presents the potential to serve as a source of preservatives that may find utility in the realms of both the food and pharmaceutical industries.

### **Acknowledgments**

The authors wish to thank Hayri Duman (Chairman, Department of Biology, Faculty of Art and Science, Gazi University), K. Husnu Can Baser and Mine Kurkcuoglu (Lecturers, Faculty of Pharmacy, Anadolu University, Eskisehir) for their advice and technical help and Aysel Uğur (Faculty of Dentistry, Gazi University, Ankara) for her advice in this study. This study was supported by TUBITAK (The Scientific and Technical Research Council of Türkiye) under the Master Fellowship.

### **Conflict of Interest**

No known or potential conflict of interest exist for any author.

### **Kaynaklar**

Awad A M, Kumar P, Ismail-Fitry M R, Jusoh S, Ab Aziz M F, Sazili A Q (2022). Overview of plant extracts as natural preservatives in meat. *J. Food Process. Preserv.* 46, e16796

Bagamboula C F, Uyttendaele M, Debevere J (2004). Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and p-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. *Food Microbiology* 21: 33-42

Bagci E and Baser K H C (2005). Study of the essential oils of *Thymus haussknechtii* Velen and *Thymus kotschyanus* Boiss. et Hohen var. *kotschyanus* (Lamiaceae) taxa from the eastern Anatolian region in Turkey. *Flavour and Fragrance Journal* 20: 199-202

Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M (2008). Biological effects of essential oils: a review. *Food and Chemical Toxicology*.46: 446-475 PMID:17996351

Baytop T (1997). *Türkçe Bitki Adlari Sozlugu*. Ataturk Kultur, Dil Ve Tarih Yuksek Kurumu, Turk Dil Kurumu Yayinlari, Ankara

Bosnić T, Softić D, Grujić-Vasić J (2006). Antimicrobial Activity of Some Essential Oils and Major Constituents of Essential Oils. *Acta Medica Academica* 35: 19-22

Burt S. (2004). Essential Oils: Their Antibacterial Properties and Potential Applications in Foods—A Review. *Int. J. Food Microbiol.* 94: 223-253

Collins C H, Lyne P M, Grange J M (1995). *Microbiological methods* (7th ed.). Butterworths, London

---

Conner D E (1993). Naturally occurring compounds. In P.M. Davidson and A.L. Branen (eds.). *Antimicrobials in Foods*. 2nd ed. Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 441-468

da Cruz Cabral L, Fernández Pinto V, Patriarca A (2013). Application of Plant Derived Compounds to Control Fungal Spoilage and Mycotoxin Production in Foods. *Int. J. Food Microbiol.* 166: 1-14

Davis P H (1982). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 7. Edinburgh University Press, Edinburgh

Dwivedi S, Prajapati P, Vyas N, Malviya S, Kharia A (2017). A Review on Food Preservation: Methods, Harmful Effects and Better Alternatives. *Asian J. Pharm. Pharmacol.* 3: 193-199

Goze I, Alim A, Cetinus S A, Durmus N, Vural N, Goze H M (2009). Chemical composition and antioxidant, antimicrobial, antispasmodic activities of the essential oil of *Thymus fallax* Fisch. *Mey. Journal of Medicinal Plants Research.* 3(3): 174-178

Hendry E R, Worthington T, Conway B R, Lambert P A (2009). Antimicrobial efficacy of eucalyptus oil and 1,8-cineole alone and in combination with chlorhexidine digluconate against microorganisms grown in planktonic and biofilm cultures. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 64(6): 1219-1225

Hou T, Sana S S, Li H, Xing Y, Nanda A, Netala V R, Zhang Z (2022). Essential oils and its antibacterial, antifungal and anti-oxidant activity applications: A review. *Food Biosci.* 47: 101716

Jay J M (2000). *Modern Food Microbiology*. 6th ed. Aspen Publishers, Inc., Maryland

Kotan R, Cakir A, Dadasoglu F, Aydin T, Cakmakci R, Ozer H, Kordali S, Mete E, Dikbas N (2010). Antibacterial activities of essential oils and extracts of Turkish *Achillea*, *Satureja* and *Thymus* species against plant pathogenic bacteria. *J Sci Food Agric.*, 90(1): 145-160

Krist S, Sato K, Glasl S, Hoeflerl M, Saukel J (2008). Antimicrobial effect of vapours of terpineol, (*R*)-(-)-linalool, carvacrol, (*S*)-(-)-perillaldehyde and 1,8-cineole on airborne microbes using a room diffuser. *Flavour and Fragrance Journal* 23(5): 353-356

Küçükbay F Z, Kuyumcu E, Çelen S, Azaz A D, Arabacı T (2014) . Chemical Composition of the Essential Oils of Three *Thymus* Taxa from Turkey with Antimicrobial and Antioxidant Activities, A.C.G. Publications, *Rec. Nat. Prod.* 8(2): 110-120.

Maciel M S P, Reis A S, Fidelis Q C (2022). Antileishmanial potential of species from the family Lamiaceae: chemical and biological aspects of non-volatile compounds. *Acta Trop.* 106309.

Millezi A F, Caixeta D S, Rossoni D F, Cardoso M G, Piccoli R H (2012). In vitro antimicrobial properties of plant essential oils thymus vulgaris, *Cymbopogon citratus* and *Laurus nobilis* against five important foodborne pathogens, *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas*, 32(1): 167-172

- 
- Moshaverinia M, Sahmeddini S, Lavee F, Zareshahrabadi Z, Zomorodian K (2022). Antimicrobial and Anti-Biofilm Activities of *Thymus fallax* Essential Oil against Oral Pathogens. Hindawi, BioMed Research International Volume, Article ID 9744153
- Murray P R, Baron E J, Pfaller N A (1995). Manual of clinic microbiology. ASM Press, Washington
- Nieto G (2017). Biological activities of three essential oils of the Lamiaceae family. *Medicine* 4(3): 63
- Nychas G J E (1995). Natural antimicrobials from plants. In G.W. Gould (ed.). *New Methods of Food Preservation*. Chapman and Hall, Glasgow, pp. 58-89.
- Oliver S P, Jayarao B M, Almeida R A (2005). Foodborne Pathogens, Mastitis, Milk Quality, and Dairy Food Safety. NMC Annual Meeting Proceedings, Pennsylvania.
- Ozturk S and Ercisli S (2005). Broad-Spectrum Antibacterial Properties of *Thymus fallax*. *Pharmaceutical Biology*. 43(7): 609-613
- Przybylska-Balcerek A, Szablewski T, Cegielska-Radziejewska R, Góral T, Kurasiak-Popowska D, Stuper-Szablewska K (2022). Assessment of Antimicrobial Properties of Phenolic Acid Extracts from Grain Infected with Fungi from the Genus *Fusarium*. *Molecules* 27: 1741
- Ray B (2001). *Fundamental Food Microbiology*. 2nd ed. CRC Press LLC, Florida
- Safaei-Ghomi J and Batooli H (2010). Determination of Bioactive Molecules from Flowers, Leaves, Stems and Roots of *Perovskia abrotanoides* Karel Growing in Central Iran by Nano Scale Injection. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures* 5(2): 551-556
- Santoyo S, Cavero S, Jaime L, Ibañez E, Señoráns F J, Reglero G (2005). Chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil obtained via supercritical fluid extraction. *Journal of Food Protection* 68(4): 790-795
- Sateriale D, Forgione G, Anna De Cristofaro G, Facchiano S, Boscaino F, Pagliuca C, Colicchio R, Salvatore P, Paolucci M, Pagliarulo C (2022). Towards Green Strategies of Food Security: Antibacterial Synergy of Essential Oils from *Thymus vulgaris* and *Syzygium aromaticum* to Inhibit *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* Pathogenic Food Isolates. *Microorganisms* 10: 2446
- Sokmen A, Jones B M, Erturk M (1999). The in vitro antibacterial activity of Turkish medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology* 67: 79-86
- Tian F, Decker E A, McClements D J, Goddard J M (2014). Influence of Non-Migratory Metal-Chelating Active Packaging Film on Food Quality: Impact on Physical and Chemical Stability of Emulsions. *Food Chem.* 151: 257-265

---

Unal E L, Mavi A, Kara A A, Cakir A, Şengül M, Yildirim A (2008). Antimicrobial and Antioxidant Activities of Some Plants Used as Remedies in Turkish Traditional Medicine. *Pharmaceutical Biology* 46(3): 207-224

Vuuren S F and Viljoen A M (2007). Antimicrobial activity of limonene enantiomers and 1,8-cineole alone and in combination. *Flavour and Fragrance Journal* 22(6): 540-544

WHO (2002). Fact Sheet 237: Food Safety and Foodborne Illness. World Health Organization, Geneva, Switzerland. [www.who.int/mediacentre/factsheets/fs237/en/](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs237/en/), accessed 5/5/04



*Araştırma makalesi*

***Galleria mellonella*'nın Enzimatik Savunma Sistemi Elemanları,  
Glutasyon Peroksidaz (Gpx) ve Glutasyon-S-Transferaz (GST) Enzimleri  
Üzerine Oktadekanoik Asit, Oleik Asit ve N-Hekzadekanoik Asitin  
Etkilerinin *in silico* Gösterilmesi<sup>a</sup>**

**Elif Özlem TORUN<sup>1</sup>, Mehmet Emin KOÇAK<sup>1</sup>, Buse KAYRA<sup>1</sup>, Fahriye SÜMER  
ERCAN<sup>1</sup> , Serap YALÇIN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 40100, Bağbaşı, Kırşehir, Türkiye

<sup>2</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji, 40100, Bağbaşı, Kırşehir, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): fahriye.ercan@ahievran.edu.tr

Makale alınış (Received): 20.11.2023 / Kabul (Accepted): 29.11.2023 /Yayınlanma (Published): 31.12.2023

**ÖZ**

*Galleria mellonella*, büyük bal mumu güvesi olarak da bilinir ve arı kovanlarında peteklerin üzerinde gal yaparak verimin düşmesine yol açar. Hem zararlı olması hem de model böcek olarak kullanılması laboratuvar çalışmalarında tercih edilmesini sağlamıştır. Günümüzde, üretimde verimin düşmesine yol açan zararlı böceklerle mücadelede kimyasal mücadelenin olumsuz etkilerini ortadan kaldıracak alternatif yöntemlerin kullanılma gerekliliği bilinen bir gerçektir. Bu yöntemlerden biri de bitkisel kaynaklı ürünlerdir. Bitkiler çok çeşitli organik bileşikler üretmektedir ve bu bileşikler onların çeşitli hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı olmasında rol oynayabilmektedir. Bu çalışmada *Aronia melanocarpa* bitkisinin yaprak özütü içeriğinde en fazla miktarda bulunan üç maddenin (oktadekanoik asit, oleik asit, n-hekzadekanoik asit) *G. mellonella*'nın enzimatik savunma sistemi elemanlarından olan glutasyon peroksidaz (GPx) ve glutasyon-S-transferaz (GST) enzimleri üzerine etkileri moleküler kenetleme ile *in silico* olarak gösterilmiştir. Kenetlenme sonuçları, Autodock Vina, VMD ve Maestro programları kullanılarak elde edilmiştir. En yüksek bağlanma değeri, protein ve ligand arasındaki sıkı bağlanmayı temsil eder. Çalışmamızda en yüksek bağlanma değeri, GPx enzimi ile oktadekanoik asit molekülü arasında elde edilirken (-7.2 kcal/mol) en düşük bağlanma değeri GPx enzimi ile n-

<sup>a</sup> **Atf bilgisi / Citation info:** Torun EÖ,Koçak ME, Kayra B,Sümer Ercan F,Yalçın S (2023). *Galleria mellonella*'nın enzimatik savunma sistemi elemanları, glutasyon peroksidaz (GPx) ve glutasyon-S-transferaz (GST) enzimleri üzerine oktadekanoik asit, oleik asit ve n-hekzadekanoik asitin etkilerinin *in silico* gösterilmesi. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 3(2): 190-199

hegzadekanoik asit arasında gerçekleşmiştir (-3.8 kcal/mol). GST enzimi ile üç madde arasında oktadekanoik asit molekülü en yüksek bağlanmayı göstermiştir (-5.7 kcal/mol).

**Anahtar Kelimeler:** *Galleria mellonella*, GPx, GST, moleküler kenetlenme

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

### *Research article*

## **In silico demonstration of the effects of octadecanoic acid, oleic acid and n-hexadecanoic acid on the enzymatic defense system elements of *Galleria mellonella*, glutathione peroxidase (GPx) and glutathione-S-transferase (GST) enzymes**

### **ABSTRACT**

*Galleria mellonella*, also known as the greater wax moth, causes galls on honeycombs in beehives, causing a decrease in productivity. Being both harmful and used as a model insect has made it preferred in laboratory studies. Nowadays, it is a known fact that alternative methods must be used to eliminate the negative effects of chemical control of harmful insects that cause a decrease in production efficiency. One of these methods is using plant-derived products. Plants produce a wide variety of organic compounds, and these compounds may play a role in their resistance to various diseases and pests. In this study, the effects of the three most abundant substances in the leaf extract of *Aronia melanocarpa* (octadecanoic acid, oleic acid, n-hexadecanoic acid) on glutathione peroxidase (GPx) and glutathione-S-transferase (GST), which are members of the enzymatic defense system of *G. mellonella*, were demonstrated in silico by molecular docking. Docking results were obtained using Autodock Vina, VMD and Maestro programs. The highest binding value represents tight binding between the protein and the ligand. In our study, the highest binding value was obtained between the GPx enzyme and octadecanoic acid molecule (-7.2 kcal/mol), while the lowest binding value was obtained between the GPx enzyme and n-hexadecanoic acid (-3.8 kcal/mol). Among the three substances, the molecule most bound by the GST enzyme was octadecanoic acid (-5.7 kcal/mol).

**Keywords:** *Galleria mellonella*, GPx, GST, molecular docking

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

### **Giriş**

*Galleria mellonella* (Büyük balmumu güvesi), arı kovanlarında petekler üzerine yerleşerek verimin düşmesine neden olan zararlı bir türdür. Zararlı olmasının yanı sıra laboratuvarında kolay kültüre alınması ve model böcek olarak kullanım olanağının ortaya konmuş olması entomolojik çalışmalarda kullanımını cazip hale getirmiştir. Tarımda kullanılan kimyasal böcek ilaçlarının insan sağlığı, çevre ve hedef dışı organizmalar üzerine olumsuz etkileri uzun yıllardır bilinen bir gerçektir. Bu nedenle son yıllarda çeşitli alanlarda doğal ve biyolojik kökenli insektisitler üzerine yapılan çalışmalar artmıştır. Birçok bitkinin farklı kısımları biyolojik özelliklerinden dolayı böcek ilacı ve tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır (Ercan ve ark., 2013). Bitkisel kökenli

uçucu yağlar ve ekstraktların hedef dışı organizmalara karşı nispeten daha az zararlı olmaları, doğada hızlı parçalanabilmeleri ve yine hedef dışı omurgalılar tarafından ölümcül olmayan dozlarının kolaylıkla metabolize edilebilmesi gibi üstünlükleri vardır (Weinzierl, 2000). Bitkisel kökenli ürünlerin bileşimi ve etkinliği kullanılan bitki kısımlarına, ekstraksiyon yöntemine, bitki yaşı, bitki genotipi gibi bitki ile ilgili özelliklere oldukça bağlıdır (Angioni ve ark., 2006). Dolayısıyla bitkinin yaprağından elde edilen bileşim meyvesinden elde edilenden farklı olacaktır ve herhangi bir zararlı üzerine etkileri de değişecektir. Bitkisel kökenli ürünlerin zararlı böceklerle karşı kullanımına yönelik pek çok çalışma mevcuttur (Ayvaz ve ark., 2009; Bachrouch ve ark., 2010; Ercan ve ark., 2018).

*Aronia melanocarpa*, Rosaceae familyasına ait çalimsı bir bitkidir ve son yıllarda ülkemiz de dahil dünyanın pek çok yerinde meyve üretimi için kültürü yapılmaktadır. Ülkemizde, 2019 yılı verilerine göre toplamda 78 ha alanda Aronya yetiştirildiği bilinmektedir. Kırklareli (240 da), Bursa (141 da), Manisa (90 da), Kırşehir (48 da) ve Yalova (48 da) illerinde üretimi yapılmaktadır (Yılmaz ve ark. 2021). Antioksidan aktivitesinin yüksek olması birçok hastalığın önlem ve tedavisinde kullanılmasını sağlamış ve Dünya genelinde üretimi ve kullanımını yaygınlaştırmıştır (Oszmiański ve Lachowicz, 2016). Antikanser, antimutajenik, antibakteriyel aktiviteleri ile ilgili yapılan pek çok çalışma bulunmaktadır (Jurikova ve ark., 2017). Başta kanser olmak üzere pek çok hastalığa karşı kullanılabileceği öngörülen bu bitki tıbbi önemi sebebiyle “süper/mucize bitki” olarak anılmaktadır. Bu önemli bitkinin böcekler üzerine etkileri ile ilgili bilgi sınırlıdır. Aronya kaynaklı ürünlerin böcek öldürücü potansiyelinden ziyade bu bitki üzerinde zarar yapan böceklerin mücadelesine yönelik çalışmalar daha yoğun yürütülmüştür.

Moleküler kenetlenme yöntemi, bir ligandın makromoleküllere en iyi eşleşen bağlanma modunu tahmin etmek için kullanılan bir yöntemdir. Teknoloji sayesinde artık çeşitli bileşiklerin 3D yapıları elektronik ortamda tasarlanıp fizikokimyasal yapıları belirlenerek biyolojik aktiviteleri hakkında yorum yapılabilmektedir. Tıp, farmakoloji, kimya gibi alanlarda özellikle ilaç tasarımı konusunda protein-ligand kenetlenme (docking) yöntemi oldukça önemlidir (Aysan ve Dede, 2020). Zirai ilaçların olumsuz etkileri göz önüne alındığında alternatif mücadele yöntemleri arasında yer alan bitkisel kökenli biyopestisitlerin içeriklerindeki etken maddelerin de bir ligand olarak değerlendirilerek hedef zararlı böceğin enzimatik savunma sistemi elemanlarına bağlanma özelliklerinin aydınlatılması aynı bakış açısı ile söz konusu maddelerin ilaç olarak kullanım potansiyelini ortaya koyacaktır.

Bu çalışmada, söz konusu bitkinin yaprak özütünün içeriği GC-MS ile analiz edilmiş ve içerikte bulunan primer üç madde ligand olarak kullanılarak böcek antioksidan enzimlerinden; glutatyon peroksidaz (GPx) ve glutatyon-S-transferaz (GST)) ile bağlanma özellikleri *in silico* olarak ortaya konmuştur. Böylece, bitkisel kökenli bir özütün, *in silico* elde edilen verilerle desteklenerek, kimyasal mücadeleye alternatif, etkili bir biyopestisit olma potansiyeli araştırılmıştır.



---

## Materyal ve Yöntem

### *Bitki Materyali*

Çalışmada kullanılan *A. melanocarpa*, Kırklareli bölgesinde üretimini yapan Aronia Sante firmasından teşhisi yapılmış halde satın alınmıştır. Satın alınan bitki materyallerinin yaprakları kurutulmuş ve öğütme işleminin ardından 4 °C’de saklanmıştır. Yaprak özütünün hazırlanması için, Katı-sıvı ekstraksiyonu yöntemi kullanılmıştır. Ekstraksiyon için çözücü olarak su kullanılmıştır (Tosun, 2009).

### *İçerik Analizi*

Yaprak özütünün içerik analizi GC-MS ile hizmet alımı yoluyla gerçekleştirilmiştir. Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi molekül yapısı sıcaklığa dayanabilen ve uçucu hale geçebilen maddelerin bulunduğu karışımların ayrıştırılması, tanımlanması ve miktarının belirlenmesi amacı ile kullanılan oldukça etkili bir cihazdır. Karışımı oluşturan moleküllerin kolonla olan etkileşimlerindeki farklılıklardan dolayı kolonu terketme süreleri değişiklik gösterir. Kolondan ayrılan moleküller değişen sürelerde kütle spektrometresine ulaşır. GC/MS; enjeksiyon ünitesi, kolon, dedektör ve fırın kısımlarından oluşur. GC-MS, hava, toprak ve su analizlerinde (fenol, aldehit tayinleri), tarım ve gıda güvenliği ile ilgili düzenlemelerde (herbisit, pestisit, hidrokarbon tayinleri), ilaç geliştirme ve üretim süreçlerinde, polimer ve petrokimyasal analizlerde (doymuş ve doymamış hidrokarbon tayinleri) hatta gezegenlerin atmosfer bileşenlerinin tanımlanması amacı ile astrokimya alanlarında kullanılmaktadır (Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Merkezi Araştırma ve Uygulama Laboratuvarı, Thermo Scientific Trace 1300 GC/ ISQ MS).

### *Moleküler Kenetlenme ve Simülasyon Çalışmaları*

Çalışma kapsamında Aronya yaprak özütünün içindeki etken maddelerin böcek savunmasında rol oynayan antioksidan enzimlere nasıl ve ne kadar süreli bağlandığı *in silico* olarak belirlenmiştir. Bunun için öncelikle ligand hazırlığı yapılmıştır. Ligand hazırlığı için; bitki yaprak özütünün GC-MS sonucunda elde edilen içerik analizi ile belirlenen başlıca maddelerin BIODRAW ve GAUSSIAN programlarında 3D çizimleri tamamlanmıştır. Hedef protein olarak, *G. mellonella*’ya ait antioksidan enzimler seçilmiştir. Enzimlerin dizileri UniProt’tan alınmıştır (<https://www.uniprot.org/>) (Glutathione peroxidase: LOC113509396; Glutathione S-transferase: LOC113515752). Protein yapı modelleri Phyre2 ve Itasser çevrimiçi veri tabanları kullanılarak yapılmıştır (Zheng ve ark. 2021; Kelly ve ark. 2015; Yang ve ark. 2015a; Yang ve ark. 2015b). Homoloji modelinin stereokimyasal analizleri, <https://zlab.umassmed.edu/32> adresinden elde edilen Ramachandran grafiği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Son olarak, enzimlerin aktif bölgelerini analiz etmek için enzimlerin 3 boyutlu yapısının detaylı analizi, CASTp 3.0 sunucusu ([http://sts.bioe.uic.edu/castp/index.html?j\\_61c5a569932c0](http://sts.bioe.uic.edu/castp/index.html?j_61c5a569932c0)) kullanılarak yapılmıştır. Kenetleme işlemleri için Autodock Vina programı kullanılmıştır (Trott ve Olson, 2010). Protein-Ligand etkileşimlerinin saptanması için, Autodock Vina programının çıktısı olan protein-ligand dosyası (.pdbqt) VMD ve Maestro (Academic free) programı ile ligand ve protein ayrı ayrı seçilerek ardından aminoasit düzeyinde 2 ve 3 boyutlu protein-ligand

etkileşimleri gözlemlenmiştir (Humphrey ve ark., 1996). Simülasyon çalışmaları ise NAMD programı kullanılarak yapılmıştır (Phillips ve ark., 2005).

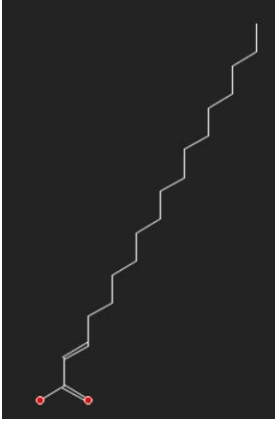
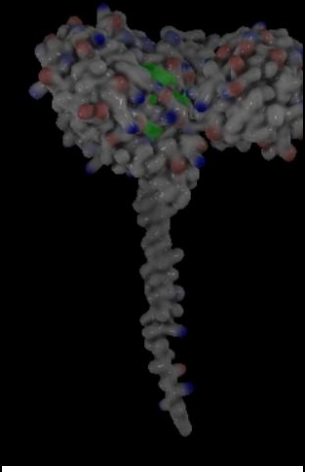
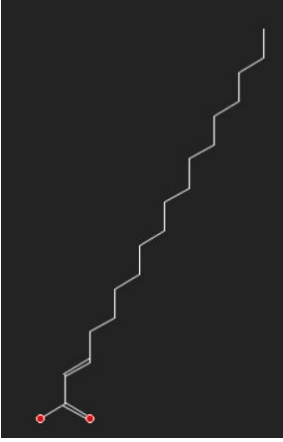
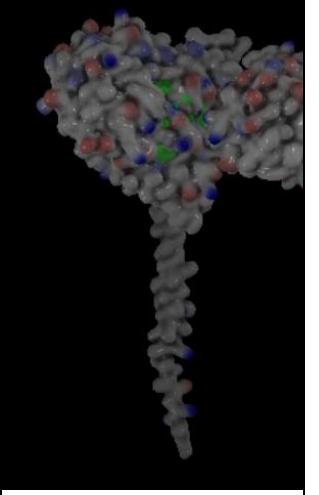
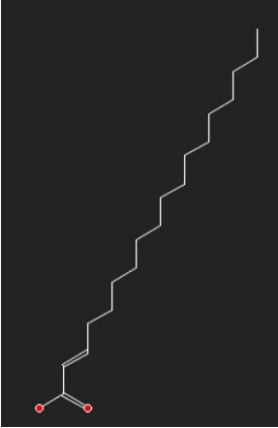
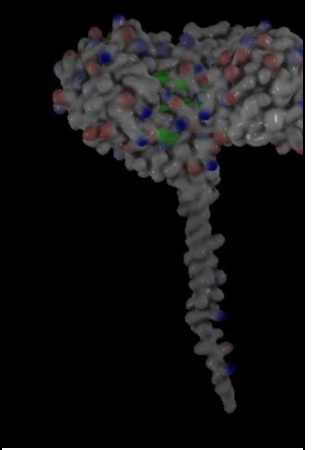
## Bulgular ve Tartışma

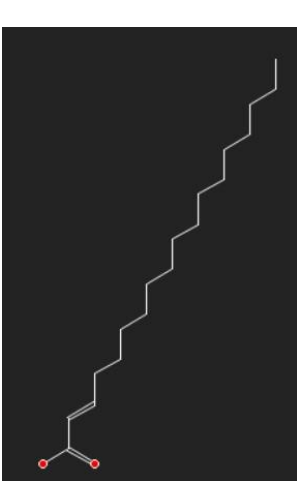
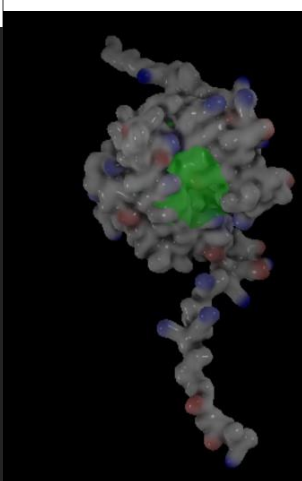
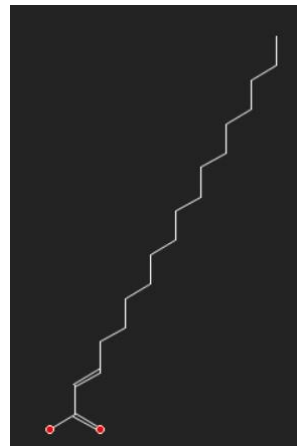
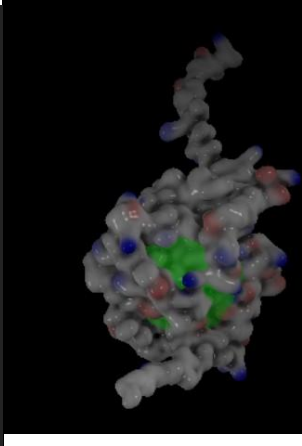
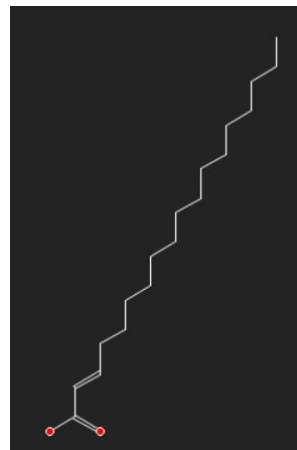
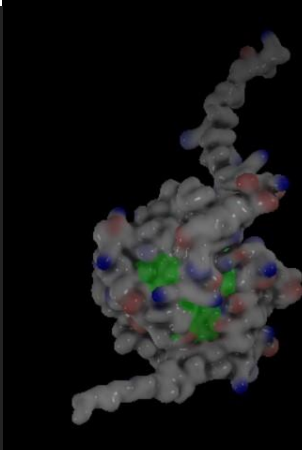
Yaprak özütünün GC-MS analizi sonucu Tablo 1’de gösterilmiştir. Buna göre, Oleik Asit, Oktadekanoik asit, n-Hexadekanoik asit maddelerinin yüksek oranda içerikte yer aldığı tespit edilmiştir. Böceklerde de omurgalılarda olduğu gibi enzimatik ve enzimatik olmayan savunma sistemleri bulunmaktadır. Enzimatik sistemin başlıca elemanları arasında, glutatyon peroksidaz (GPx), glutatyon-S-transferaz (GST) enzimleridir.

**Tablo 1. A. melanocarpa** yaprak özütünün GC-MS sonucu

Kimyasal içerik adı	% miktar
1,2,3-Propanetriol (CAS)	1.33
Ethyl aminomethylformimidate	0.45
Acetic acid, hydroxy-, methyl ester (CAS)	0.41
1,2,3-Propanetriol (CAS)	4.95
Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS)	1.12
<b>n-Hexadecanoic acid</b>	<b>10.22</b>
9,12-Octadecadienoic acid (Z, Z)-	0.37
9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester	3.10
Methyl stearate	1.00
6-Octadecenoic acid	0.46
<b>Oleic Acid</b>	<b>38.73</b>
<b>Octadecanoic acid</b>	<b>25.17</b>
9,12-Octadecadienoic acid (Z, Z)-(CAS)	3.45
9-Octadecenoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester, (E, E, E)-	3.38
Cyclohexanecarboxylic acid, 2-methylpentyl ester	0.43
Octadecanoic acid, (2-phenyl-1,3-dioxolan-4-yl) methyl ester (CAS)	0.33
9,12-Octadecadienoic acid (Z, Z)-	0.16
Eicosanoic acid	0.48
Oleoyl chloride	1.33
Octadecanoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester	0.44
9-Octadecenal, (Z)-	0.51
Ethanol, 2-(9-octadecenyloxy)-, (Z)-	1.14
Oleoyl chloride	1.04

**Tablo 2.** Böcek antioksidan enzimleri ile seçilen ligandlar arasındaki moleküler kenetlenme sonuçları

PROTEİN	LİGAND	ENERJİ DEĞERLERİ	HİDROJEN BAĞI	HİDROJEN BAĞ GÖRÜNTÜ	PROTEİN+LİGAND GÖRÜNTÜ
GPx	n-Hexadecanoic acid	-3.8 kcal/mol	2		
GPx	Octadecanoic acid	-7.2 kcal/mol	-		
GPx	Oleic Acid	-6.0 kcal/mol	-		

Tablo 2 devam					
GST	n-Hexadecanoic acid	-5.0 kcal/mol	2		
GST	Octadecanoic acid	-5.7 kcal/mol	-		
GST	Oleic Acid	-4.8 kcal/mol	-		

Yaprak özütü içeriğinde tespit edilen 3 madde ligand olarak kullanılmak suretiyle böcek antioksidan enzimleri GPx ve GST ile bağlanma özellikleri *in silico* olarak ortaya konmuştur (Tablo 2).

Kenetlenme sonuçları, Autodock Vina, VMD ve Maestro kullanılarak elde edilmiştir. Serbest bağlanma enerjisi, elektrostatik, hidrojen bağı ve van der Waals etkileşimlerini içerebilir. En yüksek bağlanma değeri, protein ve ligand arasındaki sıkı bağlanmayı temsil eder. Çalışmamızda en yüksek bağlanma değerleri, GPx proteini ile Octadecanoic acid molekülü arasında elde edilmiştir (-7.2 kcal/mol) (Tablo 2). Söz konusu ligandlar GST proteinine nispeten daha düşük enerjilerle bağlanmıştır.

## Sonuç

Bitkiler çok zengin biyoaktif kimyasal kaynaklar oluşturdukları için mevcut kullanılan kimyasal temelli böcek mücadele ajanlarına karşı potansiyel alternatifler olarak karşımıza çıkar. Bu şekilde daha güvenli böcek kontrolü geliştirilmesine kaynak oluşturulabilirler. Biyolojik aktivitesi açısından araştırılan çok sayıda bitkisel ürün vardır. *A. melanocarpa* da bu ürünlerden birisidir. Son yıllarda popüler olmasına rağmen bu bitkinin zararlılar üzerine etkinliği ile ilgili çok fazla çalışma yapılmadığı görülmektedir. Bu çalışmada, *A. melanocarpa* yaprak özütünün içerik analizi yapılmış ve içerikte en fazla bulunan 3 maddenin *in silico* analizi sayesinde böceğin antioksidan enzimleri ile kenetlenme özellikleri ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlar, Aronya kaynaklı ürünlerin biyopestisit geliştirme çalışmalarına katkıda bulunacağını göstermektedir.

## Çıkar Çatışması

Makalenin hiç bir yazarı için bilinen ya da olası bir çıkar çatışması yoktur.

## Teşekkür

Bu çalışma TUBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmiştir.

## Kaynaklar

Angioni A, Barra A, Coronco V, Dessi S, Cabras P (2006). Chemical composition, seasonal variability and antifungal activity of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* essential oils from stem/leaves and flowers. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54: 4364-4370.

Aysan Ö, Dede B (2020). Bazı Oksim Bileşiklerinin Bağlanma Özelliklerinin Moleküler Kenetlenme Yöntemiyle İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt 24, Sayı 2, 333-339.

Ayvaz A, Karaborklu S, Sagdic O (2009). Fumigant toxicity of five essential oils against the eggs of *Ephestia kuehniella* Zeller and *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). Asian Journal of Chemistry 21:596-604.

---

Bachrouch O, Jemaa J M B, Chaieb I, Talou T, Marzouk B (2010). Insecticidal activity of *Pistacia lentiscus* essential oil on *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) as alternative to chemical control in storage. *Tunisian Journal of Plant Protection* 5: 63–70.

Ercan F S, Baş H, Koç M, Pandır D, Öztemiz S (2013). Insecticidal activity of essential oil of *Prangos ferulacea* (Umbelliferae) against *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Trichogramma embryophagum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 37: 719-725.

Ercan F, Bas H, Ercan N, Vural C, Özcan S (2018). Fumigant Toxicity of Essential Oils from *Thymus argaeus* Boissier & Balansa and *Thymus sipyleus* Boissier (Lamiaceae) Against *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *International Journal of Scientific and Technological Research* 4(3), 54-60.

Humphrey W, Dalke A, Schulten K (1996.) "VMD-Visual Molecular Dynamics" *Journal of Molecular Graphics* 14.1, 33-38.

Jurikova T, Mlcek J, Skrovankova S, Sumczynski D, Sochor J, Hlavacova I, Snopek L, Orsavova J (2017). Fruits of black chokeberry *Aronia melanocarpa* in the prevention of chronic diseases. *Molecules* 22(6), 1–23.

Kelley L A, Mezulis S, Yates C M, Wass M N, Sternberg M J E (2015). The Phyre2 web portal for protein modeling, prediction and analysis. *Nature Protocols* 10(6): 845-58.

Oszmiański J, Lachowicz S (2016). Effect of the production of dried fruits and juice from chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) on the content and antioxidative activity of bioactive compounds. *Molecules* 21, 1098.

Phillips, J C, Braun R, Wang W, Gumbart J, Tajkhorshid E, Villa E, Chipot C, Skeel R D, Kale L, Schulten K (2005). Scalable molecular dynamics with NAMD" *Journal of Computational Chemistry*, 26:1781-1802.

Tosun G (2009). Üzüm Çekirdeğinden Monomerik Flavan-3-ol Bileşiklerinin Ekstraksiyonunun Optimizasyonu ve Kütle Transfer Parametrelerinin İncelenmesi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 102p.

Trott O, Olson A J (2010). AutoDock Vina: improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading. *Journal of Computational Chemistry* 31: 455-461.

Yang J, Yan R, Roy A, Xu D, Poisson J, Zhang Y. (2015a). The I-TASSER Suite: Protein structure and function prediction. *Nature Methods* 12: 7-8.

Yang J, Zhang Y. (2015b). I-TASSER server: new development for protein structure and function predictions. *Nucleic Acids Research* 43: 174-181.

---

Yılmaz A, Güler E, Soydemir H E, Demirel S, Mollahaliloğlu S, Karadeniz T, ifti V (2021., Mucize Bitki: Aronya (*Aronia melanocarpa*), MAS Journal of Applied Sciences 6(1): 83-94.

Zheng W, Zhang C, Li Y, Pearce R, Bell E W, Zhang Y (2021). Folding non-homology proteins by coupling deep-learning contact maps with I-TASSER assembly simulations. Cell Rep Meth 1: 100014.

Weinzierl R A (2000). Botanical insecticides, Soaps and Oils. In: Biological and Biotechnological Control of Insect Pests (JE Rechcigl, NA Rechcigl, eds), Lewis publishers, Boca Raton, New York, USA, 110-130.



*Araştırma makalesi*

**Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) Bitkisinin *In vitro* Çoğaltımı  
Üzerine Farklı Eksplant Kaynaklarının, Metatopolin ve PEG'in Etkisi<sup>a</sup>**

Ali TUNÇ<sup>1</sup> , Sevil SAĞLAM YILMAZ<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji A.B.D., 40100, Merkez,  
Kırşehir, Türkiye

<sup>2</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Bitkisel Biyoteknoloji  
A.B.D., 40100, Bağbaşı, Kırşehir, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): [ssaglam@ahievran.edu.tr](mailto:ssaglam@ahievran.edu.tr)

Makale alımı (Received): 30.11.2023 / Kabul (Accepted): 18.12.2023 /Yayınlanma (Published): 31.12.2023

**ÖZ**

Anacardiaceae (Sakızağacıgiller) familyasından olan menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) bitkisi küçükbaş hayvanların beslenmesinde, akaryakıt amaçlı biyodizel yapımında, kozmetik sanayinde, çevre kirleticilerinin önlenmesinde, kahve yapımında, kuruyemiş ve gıda boyası olarak gıda sanayinde, antibakteriyel ve antioksidan üretiminde tıbbi ve aromatik bitki olarak geniş bir kullanım alanına sahiptir. Ancak bu kadar çok alanda kullanıma sahip olan menengiç gerek bilinçsiz otlatma ve sökümler, gerekse küresel iklim değişiklikleri vb. sebeplerden dolayı yokolma tehlikesi altındadır. Yokolma tehlikesi altında olan bitki gen kaynaklarının gerek klasik yöntemlerle gerekse biyoteknolojik yöntemlerle çoğaltılması sağlanmalıdır. Ayrıca menengiç bitkisi ülkemizde yabani olarak yetişmekte olduğundan ve aşılansak Antep fıstığına dönüştürölme potansiyeli olmasından dolayı çoğaltma yöntemlerinin araştırılması ve geliştirilerek üretiminin sağlanması son derece önemlidir. Bu çalışmada menengiç tohumlarının *in vitro* ve *in vivo* koşullarda çimlendirme denemeleri kurulmuş ve PEG polimerinin çimlenmeye etkisi araştırılmıştır. Bitkinin sürgün ucu, boğum ve yaprak eksplantlarından sürgün rejenerasyonu üzerine 2,4,5-T (2,4,5-Triclorophenoxyacetic acid) ve metatopolinin etkileri araştırılmıştır. Elde edilen veriler menengiç bitkisinin gerek çoğaltım ve ıslah çalışmalarına gerekse sekonder metabolitlerin üretimi amacıyla yapılması planlanan yeni çalışmalara ışık tutacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Menengiç, mikroçoğaltım, doku kültürü, menengiç gen kaynağının korunması

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

<sup>a</sup> **Atf bilgisi / Citation info:** Tunç A, Sağlam Yılmaz S (2023). Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) Bitkisinin *In vitro* Çoğaltımı Üzerine Farklı Eksplant Kaynaklarının, Metatopolin ve PEG'in Etkisi . Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 3(2): 200-212



## Effect of Different Explant Sources, Metatoplin and PEG on *In Vitro* Propagation of Terebinth (*Pistacia terebinthus* L.)

### ABSTRACT

Terebinth (*Pistacia terebinthus* L.) plant, which is from the Anacardiaceae family, is used as a forage plant in the nutrition of small ruminants; as an industrial plant in the production of biodiesel for fuel oil, in the cosmetic industry, in the prevention of environmental pollutants; it has a wide range of uses in coffee making, in the food industry as nuts and food coloring, in the production of antibacterial and antioxidants, and as a medicinal and aromatic plant. However, terebinth, which is used in so many areas, can be affected by unconscious grazing and harvesting, global climate changes, etc. it is in danger of extinction for various reasons. Plant genetic resources that are in danger of extinction should be reproduced using both classical and biotechnological methods. In addition, since the terebinth plant grows wild in our country and has the potential to be transformed into pistachios by grafting, it is extremely important to research and develop propagation methods and ensure its production. In this study, firstly, terebinth seeds were tried to germinate both *in vitro* and *in vivo*. Then, the effect of Metatoplin and PEG polymer on *in vitro* regeneration were investigated with different explants of the plant (shoot tip, node, leaf). The data obtained will shed light on new studies planned to be carried out both in the propagation and breeding studies of the terebinth plant and in the production of secondary metabolites.

**Keywords:** Terebinth, micropropagation, tissue culture, protecting genetic resources of terebinth

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

### Giriş

Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) 600 adetten fazla türe sahip olan Anacardiaceae familyasına dahil bir bitkidir. Çok yıllık, çalı ve küçük ağaç şeklindedir. Türkiyede İstanbul, Zonguldak, Balıkesir, Bursa, Çanakkale, Tekirdağ, İzmir, Isparta, Burdur, Antalya, Elazığ, Şırnak ve Türkiye'nin kuzey ve Batı Anadolu Bölgeleri ile Doğu ve Güney Anadolu bölgelerinde doğal olarak yetişmektedir (Tubives 2023; Gülsoy vd. 2013). Tıbbi amaçlı kullanımının yanında gıda sanayinde aroma verici madde ve atıştırılmalık yemiş olarak da kullanılmaktadır (Çakır ve Ergenekon 2021). Fenolik bileşikler, terpenoidler, monoterpenler, flavonoidler, alkaloidler, saponinler, yağ asitleri, steroller ve lif açısından çok zengin olan bu cins, son zamanlarda farmasötik açıdan büyük ilgi görmeye başlamıştır (Çiftçi vd. 2009). Bilimsel çalışmalar bu türlerin geleneksel olarak astım, romatizma, hipertansiyon, diyabet, ishal ve hemoroid gibi pek çok yaygın hastalığın tedavisinde kullanıldığını göstermektedir. *Pistacia* türlerinin aynı zamanda antibakteriyel, antioksidan, antimikrobiyal, antiviral, antikolinesteraz, antiinflamatuvar, antinosiseptif, antidiyabetik, antitümör, antihiperlipidemik, antiaterosklerotik ve hepatoprotektif aktivitelere de sahip olduğu bildirilmiştir (Abdulrahman 2017; Akpulat vd.

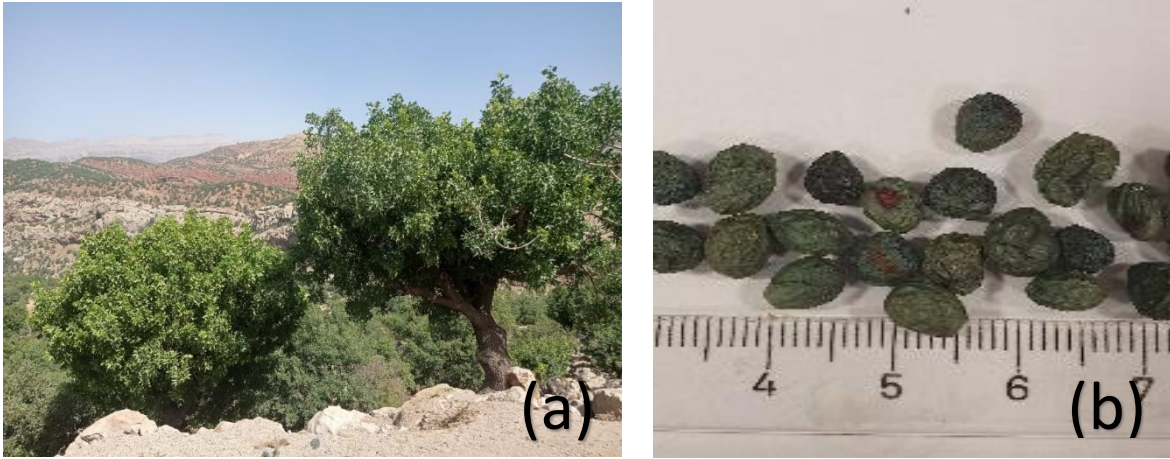
2021; Altunova 2016; Çoban vd. 2017; Özyurt vd. 2021). *Pistacia* türleri dünya ekonomisinde önemli bir ticari değere sahip olup, Türkiye; uygun ekolojik koşulları nedeniyle dünyanın önemli fıstık (*Pistacia vera*) üreten ülkeleri arasında yer almaktadır. Menengiç pekçok faydası yanında Antepfıstığı için iyi bir anaçtır (Guerrero vd. 2004). Aşılama işlemi iki yıllık anaç büyümesinden sonra yapılmaktadır. Menengiç tohumdan üretilen ve soğuk bölgelere uyumu ve aynı zamanda toprak hastalıklarına karşı dayanıklılığı bilinen bir türdür (Guerrero vd. 2002). Türkiye’de *P. vera*, *P. atlantica*, *P. terebinthus* ve *P. eurycarpa* gibi farklı türler kullanılarak anaç ıslah programları yürütülmektedir (Kafkas vd. 2006, Atlı ve Kaşka 2002). Avustralya’da fıstık anaçlarının %58’i *P. terebinthus* türünden oluşmaktadır (Zhang 2006). *Pistacia* türlerinin çoğaltımı, köklenmesi oldukça zordur. Anaçlarının büyük bir bölümü generatif olarak tohumla üretilmekte ancak türün yabancı tozlanmasından dolayı tohumdan üretimlerde genetik açılmalar meydana gelmektedir. Bu durum morfolojik olarak farklı bireylerin meydana gelmesinin yanında anaç-kalem performansını da düşürmektedir. Klonal anaç üretiminde kullanılan en önemli tekniklerden biri bitki doku kültürü tekniğidir. Bu nedenlerle son yıllarda doku kültürü yöntemleri ile *pistacia* türlerinin üretimi ile ilgili dünyada ve ülkemizde araştırmalar yoğunluk kazanmıştır. Bazı araştırmacılar, *pistacia* türlerinin vejetatif olarak çelikle çoğaltımında başarı elde edilemediği için *in vitro* koşullarda klonal çoğaltma yöntemleri ile kitlesel anaç üretiminin en ideal yöntem olduğunu bildirmişlerdir (Guerrero vd. 2002a; Gijón vd. 2010). Bu çalışmada, oldukça önemli bir tür olan menengicin hem *in vitro* hem *in vivo* koşullarda çoğaltılabilme olanakları araştırılmış ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak gözden geçirilmiştir.

## **Materyal ve Yöntem**

Çalışma Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü Bitki Biyoteknolojisi Laboratuvarında 2022-2023 yıllarında yürütülmüştür.

## **Bitki Materyali**

Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) doğada 4-5 metreye kadar boylanabilen, çalı veya küçük ağaç formunda herdem yeşil bir bitkidir. Bu çalışmada Şırnak ili Yeniaslanbaşar köyü vejetasyonunda doğal olarak bulunan olgun menengiç ağaçlarından elde edilen tohum ve çeliklerden alınan sürgün ucu eksplantları ile iklim odasında viyollerde çimlendirilen iki aylık bitkiciklerden izole edilen boğum ve yaprak eksplantları eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır. Araziden çelikler Mart, Mayıs ve Temmuz aylarında olmak üzere üç farklı dönemde alınmıştır. *In vitro* ve *in vivo* ortamlarda çimlendirme amacıyla kullanılan tohumlar çeliklerin alındığı aynı ağaca ait bir önceki yılın tohumlarıdır. Bitki materyallerine ait görüntüler Şekil 1.’de verilmiştir. Tohumların bir kısmı denemeler kuruluncaya kadar laboratuvarında oda sıcaklığında, bir kısmı da soğuklamanın çimlenmeye etkisini gözlemlemek amacıyla +4 °C’de buzdolabında saklanmıştır.



**Şekil 1.** (a) Şırnak ili Yeniaslanbaşar köyü vejetasyonunda doğal olarak bulunan menengiç ağaçları (b) menengiç tohumları

### **Besin Ortamlarının Hazırlanması**

Besin ortamı olarak MS, MS Gamborg B5 ve WPM ortamları kullanılmıştır. Besin ortamlarına karbon kaynağı olarak 30 g/l sukroz, jelleştirici olarak ise 6 g/l plant agar ilave edilmiştir. Ortam pH'sı 5.6-5.8'e ayarlanmıştır. Hazırlanan ortamlar 121 °C'de 20 dk otoklavda steril edilmiştir. Giberellik asit (GA<sub>3</sub>) ve metatoplin dışındaki tüm kimyasallar ve bitki büyüme düzenleyiciler besin ortamına otoklavlanmadan önce eklenmiştir. GA<sub>3</sub> ve metatoplin ise sıcaklıkla bozulma özelliğine sahip olmaları sebebi ile filtre sterilizasyonundan sonra ortamlara ilave edilmiştir.

### **Tohumların *in vivo* Koşullarda Çimlendirilmesi**

Tohumların *in vivo* çimlendirilmesinde altı farklı uygulama denenmiştir. Bu uygulamalara ait bilgiler Tablo 1.'de verilmiştir. Bütün uygulamalarda ekimden önce bir gece tohumlar su içinde bekletilmiş ve meyve kabuğu uzaklaştırıldıktan sonra her uygulama için 200'er adet tohum kullanılmıştır. Yalnızca altıncı uygulamada her altı uygulama için 20 adet tohum olmak üzere toplam 120 adet tohum kullanılmıştır. Dördüncü uygulama hariç diğer bütün uygulamalarda tohumlar haftada iki kez musluk suyu ile sulanmıştır. Yine dördüncü uygulamada 0.1 gr GA<sub>3</sub> bir kaç damla etanol ile çözdürüldükten sonra saf su ile 100 ml'ye tamamlanarak kullanılmıştır.

### **Tohumların *in vitro* Yüzeysel Sterilizasyonu ve Çimlendirilmesi**

Tohumların *in vitro* yüzeysel sterilizasyonunda yedi farklı uygulama denenmiştir. Bu uygulamalara ait bilgiler Tablo 2.'de verilmiştir. Bütün uygulamalarda ekimden önce bir gece tohumlar su içinde bekletilmiş ve meyve kabuğu uzaklaştırıldıktan sonra kullanılmış ve tohumlar yüzeysel sterilizasyonundan sonra 1.-5. uygulamalarda MS; 6. ve 7. uygulamalarda WPM besin ortamlarına ekilmiştir. Her uygulamada en az 20 adet tohum kullanılmıştır.

**Tablo 1.** Menengiç tohumlarının *in vivo* çimlendirilmesinde kullanılan yöntemler

Yöntem No	Yöntemin Uygulanışı
1	Tohumlar iklim odasında torf: bahçe toprağı (1:1) içeren plastik viyollere doğrudan ekilmiştir.
2	Tohumlar +4 °C'de iki (2) ay soğuk katlanmaya tabi tutulmuş ve çatlamış tohumlar iklim odasında torf: bahçe toprağı (1:1) içeren plastik viyollere doğrudan ekilmiştir.
3	Tohumlar herhangi bir işleme tabi tutulmadan arazi şartlarında toprağı ekilmiştir.
4	GA <sub>3</sub> petri kaplarında filtre kâğıtları arasında bulunan tohumlara uygulanmıştır.
5	Tohumlar +4 °C'de iki (2) ay soğuk katlanmaya tabi tutulmuş ve GA <sub>3</sub> ile 24 saat muamele edilmiştir. Ardından %100 ticari çiçek toprağı bulunan viyollara ekimi yapılmıştır.
6	Tohumlar PEG-6000 (-1.0 MPa -273 gr/L) ile 0, 1, 2, 3, 4, 5 gün süreyle muamele edildikten sonra iklim odasında torf: bahçe toprağı (1:1) içeren plastik viyollere ekilmiştir.

**Tablo 2.** Menengiç tohumlarının *in vitro* yüzey sterilizasyonunda kullanılan yöntemler

Yöntem No	Yöntemin Uygulanışı
1	%20 NaOCl solüsyonunda 1, 5, 10 ve 20 dakika sterilizasyon yapılmıştır. Aynı uygulamada bu doz ve sürelerle ilave olarak ortamlara otoklavdan sonra 1 ml/l eklenmiştir.
2	2 ay +4 °C'de soğuk katlanmaya tabi tutulan ve çatlamış tohumlar %50 NaOCl ile 5 dk muamele edilmiş ve 5'er dk 3 kez durulama yapılmıştır. Besin ortamlarına 200 µl/100 ml eklenmiştir.
3	3 ay +4 °C'de soğuk katlanmaya tabi tutulan ve çatlamış tohumlar %50 NaOCl ile 5 dk muamele edilmiş ve 5'er dk 3 kez durulama yapılmıştır.
4	3 ay +4 °C'de soğuk katlanmaya tabi tutulan ve çatlamış tohumlar %70 etanolde 1 dk bekletilmiştir. %100 NaOCl ile 5 dk muamele edilmiş ve 5'er dk 3 kez durulama yapılmıştır. Besin ortamlarına 1.0 ml/l eklenmiştir.
5	3 ay +4 °C'de soğuk katlanmaya tabi tutulan çatlamış tohumlar %70 etanolde 1 dk bekletilmiştir. % 0.1 HgCl <sub>2</sub> ile 10 dk muamele edilmiştir. % 0.3 CaCl <sub>2</sub> ile 10 dk 2 kez muamele edilmiştir. 5'er dk 3 kez durulama yapılmıştır. Tohumlar 24 saat bidistile su içerisinde bekletildikten sonra embriyoları çıkarılarak ekimi yapılmıştır.
6	4 ay +4 °C'de soğuk katlanmaya tabi tutulan tohumlar %70 etanolde 2 dk. muamele edilmiştir. % 0.1 HgCl <sub>2</sub> 'de 10 dk daha sonra % 0.3 CaCl <sub>2</sub> 'de 10 dk. çalkalanarak 5'er dk. 3 kez durulama yapılmıştır.
7	Soğuk katlanmaya tabi tutulmaksızın tohumlar, %70 etanolde 2 dk., % 0.1 HgCl <sub>2</sub> 'de 10 dk., % 0.3 CaCl <sub>2</sub> 'de 10 dk. çalkalandıktan sonra 5'er dk 3 kez durulama yapılmıştır.

### Çeliklerden İzole Edilen Eksplantların *in vitro* Yüzey Sterilizasyon

Yaklaşık otuz yaşında ya da daha yaşlı olduğu tahmin edilen menengiç ağacından alınan çelikler 2022 yılının Mart, Mayıs ve Temmuz aylarında toplanmış ve bu çeliklerden izole edilen sürgün ucu eksplantları başlangıç materyali olarak kullanılmıştır. İlk olarak laboratuvara getirilen yeşil çelikler üzerindeki yapraklar temizlenmiş ve musluk suyu altında yıkanarak ön sterilizasyona tabi tutulmuştur. Ardından biyogüvenlik kabininde asıl sterilizasyon ve steril saf su ile 5'er dakika 3 kez durulama işlemi yapılmıştır. Her bir uygulama için 20 adet eksplant kullanılmıştır. Tüm sterilizasyon işlemlerinden sonra eksplantlar bistüri ve pens yardımıyla yaklaşık 1-2 cm uzunluğunda kesilerek kültür ortamlarına dikilmiştir. Dikimden sonra

eksplantlar  $24 \pm 1$  °C'de 3000 lüks ışık şiddetinde 16/8 h fotoperiyodunda iklim dolabına alınmıştır.

Mart çeliklerinden izole edilen eksplantların *in vitro* yüzey sterilizasyonunda altı farklı uygulama denenmiştir. Çelikler 5-10 dk. akan musluk suyu altında ön yıkamaya tabi tutulmuştur. Bulaşık deterjanı ile yıkanmış ve durulanmıştır. Sürgün ucu eksplantları budama makası ile izole edilmiş ve ön sterilizasyon amacıyla % 70 etanolde 1 dk tutulmuştur. Her sterilizasyon uygulamasında 100 ml'ye 2 damla Tween-20 eklenmiştir. MS Gamborg B5 ortamına ekim yapılmıştır (Tablo 4.)

Mayıs çeliklerinden izole edilen eksplantların *in vitro* yüzey sterilizasyonunda eksplantlar 5-10 dk akan musluk suyu altında 5 dk. deterjanlı su ile yıkanmış ve durulanmıştır. Eksplantlar önce 1 gr/l (%50 Captan WP) fungusit ile 20 dk. muamele edilmiştir. Sonra 2 gr/l başka bir fungusit (Moncera) ile 20 dk. muamele edilmiştir. %70 etanolde 1 dk tutulmuştur. Ardından 6 farklı yüzey sterilizasyonu protokolü uygulanmıştır. 5'er dk 3 kez durulama yapılmıştır. MS Gamborg B5 ortamına ekim yapılmıştır (Tablo 4).

Temmuz çeliklerinden izole edilen eksplantların *in vitro* yüzey sterilizasyonunda çelikler akan musluk suyu altında 1 saat yıkanmıştır. Ardından eksplantlar 1 gr/l Captan WP ve 1 gr/l Moncera karışımı ile ilk üç uygulamada sırasıyla 20, 10 ve 5 dk. fungusit ile muamele edildikten sonra %70 etanolde 30 sn. bekletilmiş ve asıl sterilizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Ancak 6., 7. ve 8. uygulamalarda fungusit uygulaması 10 dk. yapılmış ve eksplantlar daha sonra benzer şekilde %70 etanolde 30 sn tutulmuştur. 4. ve 5. uygulamalarda ön sterilizasyon yalnızca %70 etanolde 30 sn. bekletilerek sağlanmıştır. Asıl sterilizasyondan sonra eksplantlar 5'er dk. 3 kez durulandıktan sonra filtre kağıtları üzerinde kurutulduktan sonra MS besin ortamına dikilmiştir. Kararmayı önlemek için ortamlara 5 gr/l aktif karbon eklenmiştir (Tablo 4.).

### **PEG-6000 Uygulaması**

Tohumların *in vivo* çimlendirme denemelerinden biri olan PEG uygulamasında tohumlar PEG-6000 (-1.0 MPa-273 gr/L) ile 0, 1, 2, 3, 4, 5 gün süreyle muamele edilmiş ardından viyollere ekilerek iklim odasına alınmıştır. Ekimden önce bir gece tohumlar su içinde bekletilmiş ve meyve kabuğu uzaklaştırıldıktan sonra her uygulamada 20 adet tohum olacak şekilde kullanılmıştır. Tohumlar haftada iki kez musluk suyu ile sulanmıştır. Haftalık ve aylık gözlemleri yapılmıştır.

### ***In vitro* Köklendirme ve Aklimatizasyon**

Denemede MS besin ortamlarına köklendirme amacıyla 2.0 mg/l 2,4,5-T (2,4,5-Triclorophenoxyacetic acid) ilave edilmiştir. Kültür başlangıcından iki hafta sonra genç bitkicikler şeffaf plastic bardaklarda bahçe toprağı:torf (1:1) karışımına dikilerek ve dışına şeffaf poşet geçirilerek aklimatizasyonu sağlanmaya çalışılmıştır. Tüm kültürler  $24 \pm 1$ °C'de 3000 lüks ışık şiddetine ayarlı iklim odasında 16/8 h fotoperiyodunda tutulmuştur.

## Bulgular ve Tartışma

### Çimlendirme Bulguları

*In vivo* çimlendirmede meyve kabukları uzaklaştırılmış olan tohumlar (Şekil 2a.) kullanılmış ve bir ay sonunda gözlemler yapılarak veriler elde edilmiştir. 1. uygulamada bir (1) adet bitki elde edilmiştir (Şekil 2b.). 2., 3. ve 5. uygulamalarda herhangi bir çimlenme gözlemlenmemiştir. 4. uygulamada petri kaplarında kontaminasyon meydana gelmiştir. Kontaminasyonu engellemek için tohumlar %70 etanol ile muamele edilmiş ancak kontaminasyon sorununun ortadan kalkmadığı görülmüştür. Kontaminasyonu aşmak için tohumlar biyogüvenlik kabinde % 20 NaOCl ile 20 dk muamele edilip 5'er dk 3 kez durulanmış ve aynı uygulama tekrarlanmış ancak kontaminasyon engellenememiştir. Abu-Qaoud (2007), pistacia anaçlarının tohum çimlendirmesinde tohumlara uygulanan skarifikasyon, stratifikasyon ve gibereellik asite daldırma uygulamalarının çimlenme başarısını artırdığını ifade etmiş olsa da, bizim çalışmamızda bu uygulamada kontaminasyondan dolayı herhangi bir çimlenme gözlenmemiştir. 6. uygulamada kontrol grubunda 5, 1. gün uygulamasında 3, 2. gün uygulamasında 4, 3. gün uygulamasında 1, 4. gün uygulamasında 1 ve 5. gün uygulamasında 0 adet olmak üzere toplam 14 adet tohum çimlenmiştir. Uygulamaların genelinde toplam ekili tohumların yalnızca %11.6'sının çimlendiği gözlenmiştir (Şekil 2c). Çalışmamızdan elde edilen çimlendirme verileri Hashim (2017)'in çalışması ile benzerlik göstermektedir.



**Şekil 2.** (a) Meyve kabukları uzaklaştırılmış ve ekime hazır menengiç tohumları (b) iklim odasında torf:bahçe toprağı (1:1) içeren saksıda çimlenen bir aylık menengiç bitkisi (c) PEG uygulamasında viyollerde çimlenen bir aylık menengiç bitkileri

### Tohumların *In Vitro* Yüzeysel Sterilizasyonuna Ait Bulgular

Meyve kabukları bir gün önceden suda ıslatılarak uzaklaştırılmış tohumlar yüzeysel sterilizasyonu amacıyla NaOCl ve ppm (Plant Preservative Mixture) ile birlikte ve ayrı ayrı 1, 5, 10 ve 20'şer dk. muamele edilmiştir (Şekil 3a.). Uygulamalar içinde en az kontaminasyon (% 26 kontaminasyon) 6. uygulamada gözlenmiştir (%20 NaOCl solüsyonunda 5 dk. ve ppm ilave edilmiş uygulama). Ancak bir ay sonunda yapılan gözlemlerde tohumlarda herhangi bir çimlenme meydana gelmemiştir. 1. ve 4. uygulamalar yani ppm'in kullanılmadığı yalnızca NaOCl solüsyonunda sterilizasyon yapılmış olan uygulamalarda %100 oranında kontaminasyon gözlemlenmiştir. Bir hafta sonunda yapılan gözlemlerde en düşük ve en yüksek kontaminasyon oranlara %26-100 arasında değişmiştir. Ancak uygulamaların hiçbirinde tohum çimlenmesi

meydana gelmemiştir. Tohumların *in vitro* yüzey sterilizasyonuna ait veriler Tablo 3.'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Tohumların *in vitro* yüzey sterilizasyonunda meydana gelen kontaminasyon oranları (%)

Uygulama No	NaOCl (%)	Süre (dk.)	1 ml/l ppm (% 0.1)	Kontaminasyon Oranı (%)
1	20	1	-	100
2	20	5	-	100
3	20	10	-	100
4	20	20	-	100
5	20	1	+	86
6	20	5	+	26
7	20	10	+	86
8	20	20	+	93

### **Sürgün Ucu Eksplantlarının *In Vitro* Yüzey Sterilizasyonuna Ait Bulgular**

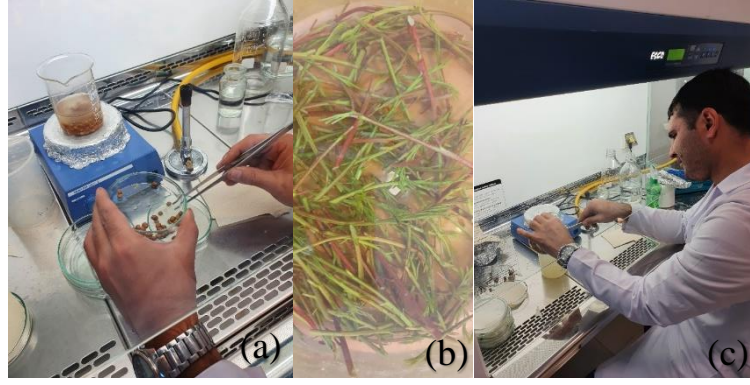
Çeliklerden izole edilen sürgün ucu eksplantlarının *in vitro* yüzey sterilizasyonuna ön sterilizasyon ile başlanmış ve bir haftalık veriler kayıt altına alınmıştır. Mart, Mayıs ve Temmuz aylarına ait kontaminasyon ve kararma sonuçlarına ait veriler Tablo 4.'te verilmiştir.

Tabloya göre, Mart ayında alınan çeliklerden izole edilen eksplantlarda en düşük kontaminasyon % 60 ile 15 dk. % 100 NaOCl uygulamasından elde edilmiştir. En az kararma ise 10 dk. % 100 NaOCl ardından 24 h 4 °C'de bekletme uygulamasında %6.66 olarak gözlemlenmiştir. Mayıs ayında alınan çeliklerden izole edilen eksplantlarda, %0.1'lik HgCl<sub>2</sub>'de 1 ve 10 dk. uygulamalarında hiç kontaminasyon meydana gelmemiş, en az kararma %20.0 ile % 0.1'lik HgCl<sub>2</sub>'de 10 dk. uygulamasında gözlenmiştir. Temmuz ayında alınan çeliklerden izole edilen eksplantlarda ise %6.6 oranında kontaminasyon oranı ile en iyi sonucu veren uygulama birinci uygulama (5 dk. %50 NaOCl) olmuştur. Bütün uygulamalarda %100 kararma meydana gelmiştir.

**Tablo 4.** Çeliklerin alınma zamanına göre sürgün ucu eksplantlarının yüzey sterilizasyonunda meydana gelen kontaminasyon ve kararma oranları (%)

No	Mart	Kont. oranı (%)	Kararma oranı (%)	Mayıs	Kont. oranı (%)	Kararma oranı (%)	Temmuz	Kont. oranı (%)	Kararma oranı (%)
1	5 dk. % 100 NaOCl	100.00	21.43	10 dk. % 10 NaOCl	20.0	20.0	5 dk. %50 NaOCl	6.6	100
2	5 dk. % 100 NaOCl suda bekletme	100.00	21.43	20 dk. % 10 NaOCl	80.0	100.0	10 dk. %50 NaOCl	26.6	100
3	5 dk. %100 NaOCl +4 °C bekletme	100.00	7.14	30 dk. % 10 NaOCl	60.0	100.0	20 dk. %50 NaOCl	46.6	100
4	10 dk. % 100 NaOCl	83.33	41.66	1 dk. % 0.1 HgCl <sub>2</sub>	0.0	33.3	5 dk. % 0.1 HgCl <sub>2</sub> + 5 dk. % 0.3 CaCl <sub>2</sub>	20.0	100
5	10 dk. % 100 NaOCl suda bekletme	93.33	26.66	5 dk. % 0.1 HgCl <sub>2</sub>	33.3	100.0	5 dk. % 0.2 HgCl <sub>2</sub> + 5 dk. % 0.3 CaCl <sub>2</sub>	26.6	100
6	10 dk. % 100 NaOCl +4 °C bekletme	86.66	6.66	10 dk. % 0.1 HgCl <sub>2</sub>	0.0	20.0	1 dk. %100 NaOCl	80.0	100
7	15 dk. % 100 NaOCl	60.00	60.00				5 dk. %100 NaOCl	53.3	100
8	15 dk. % 100 NaOCl suda bekletme	80.00	20.00				10 dk. %100 NaOCl	73.3	100
9	15 dk. % 100 NaOCl +4 °C bekletme	66.66	26.66						





**Şekil 3.** (a) Yeşil meyve kabukları uzaklaştırılmış menengiç tohumlarının biyogüvenlik kabininde yüzey sterilizasyonu (b) Yaprakları uzaklaştırılmış genç menengiç sürgünlerinin ön sterilizasyonu (c) Sürgünlerin biyogüvenlik kabininde asıl sterilizasyonu

### PEG 6000 Uygulaması'nın Çimlenmeye Etkisine Dair Bulgular

Tohumlara PEG-6000 (-1.0 MPa-273 gr/l) 0, 1, 2, 3, 4, 5 gün süreyle uygulanmış ve uygulama süresi sona eren tohumlar aynı gün toprağa ekilmiştir. 1 ay sonunda elde edilen veriler Tablo 5.'de verilmiştir.

**Tablo 5.** Tohumlara PEG 6000 uygulamasında çimlenen tohum sayısı (adet), çimlenme oranı (%), bitki boyu (cm) ve yaprak sayısına (adet) ait veriler

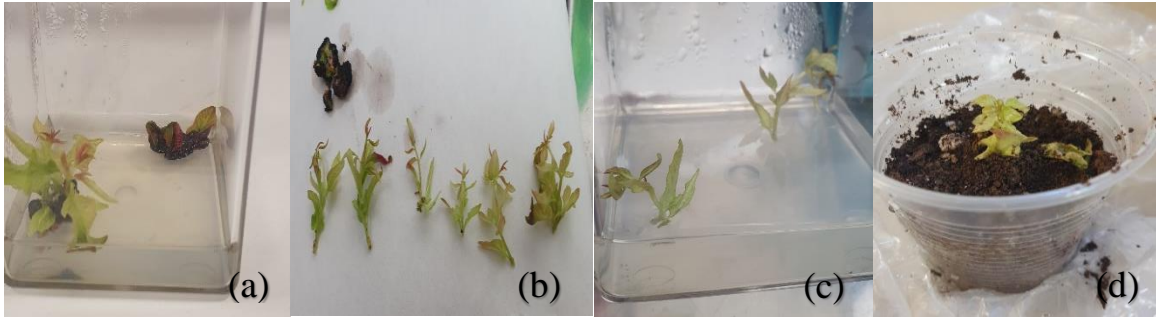
Uygulama No	Uygulama Süresi	Çimlenen Tohum Sayısı (adet)	Çimlenme Oranı (%)	Ortalama Bitki Boyu (cm)	Ortalama Yaprak Sayısı (adet)
Kontrol	0 gün	5	25.0	6.4	2.4
1	1 gün	3	15.0	4.0	1.6
2	2 gün	4	20.0	3.5	2.8
3	3 gün	1	5.0	2.0	2.0
4	4 gün	1	5.0	6.5	5.0
5	5 gün	0	0.0	0.0	0.0

PEG-6000 uygulamasında kontrole en yakın çimlenme oranına sahip uygulama olan 2 gün uygulaması tekrarlanarak elde edilen iki aylık bitkiciklerden izole edilen boğum ve yaprak eksplantları ile önce yüzey sterilizasyonu yapılmış ardından rejenerasyon denemesi kurulmuştur.

### 2,4,5-T ile Metatopolinin Yaprak ve Boğum Eksplantlarının Sürgün Rejenerasyonuna Etkisine Ait Bulgular

Boğum ve yaprak eksplantlarının yüzey sterilizasyonunda eksplantlar %70 etanolde 5 sn tutulmuş ardından steril saf su ile üçkez durulanmıştır. Rejenerasyon denemesinde ise; 0.5 mg/l 2,4,5-T tüm uygulamalarda sabit tutularak metatopolinin 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 ve 5.0 mg/ l dozlarının birlikte etkileri incelenmiştir. Boğum eksplantından rejenerasyon sağlanamazken, yaprak eksplantlarından yalnızca 0.5 mg/l 2,4,5-T ve 4.0 mg/l metatopolin içeren MS besin

ortamından %40 oranında sürgün rejenerasyonu gözlemlenmiştir. Elde edilen sürgünler 2.0 mg/l 2,4,5-T içeren MS besin ortamında köklendirmeye alınmıştır. Köklenen sürgünler saksılarda iklim odasında aklimatizasyon amacıyla dış koşullara alınmıştır (Şekil 4.).



**Şekil 4.** (a) Yaprak eksplantından sürgün rejenerasyonu (b) 0.5 mg/l 2,4,5-T ve 4.0 mg/l metatopolin içeren MS besin ortamından elde edilen sürgünler (c) 2.0 mg/l 2,4,5-T içeren MS besin ortamında köklene almış sürgünler (d) Köklenmiş sürgünlerin aklimatizasyonu

## Sonuç

*In vitro* koşullarda doku kültürü teknikleri vasıtasıyla menengiç bitkisinin çoğaltımına yönelik denemelerin yapıldığı bu çalışmada tohumlar hem *in vivo* hem *in vitro* koşullarda çimlendirmeye çalışılmış ancak *in vivo* koşullarda çimlendirmenin daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. En başarılı bulunan *in vivo* çimlendirme uygulaması olan PEG-6000 denemesinden elde edilen veriler ışığında boğum ve yaprak eksplantları kullanılmış ancak bu eksplantlardan yalnızca yaprak eksplantından sürgün rejenerasyonu sağlanmıştır. Şırnak Yeniaslanbaşar köyünden temin edilen ve otuz yaş civarında olan menengiç ağaçlarından temin edilen çeliklerden sürgün ucu eksplantları izole edilmiş ancak kontaminasyon ve yoğun kararmanın etkisi ile sürgün rejenerasyonu sağlanamamıştır. Bu çalışma bize *in vitro* koşullarda menengiç bitkisinin mikroçoğaltımında yaşlı bitkilere göre genç bitkilerin tercih edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Denemelerde kullanılan MS, MS Gamborg B5 ve WPM besin ortamları arasındaki fark sterilizasyon aşamasında kontaminasyonun aşılammış olmasından dolayı ortaya konulamamıştır. Rejenerasyon çalışmasında ise yalnızca MS temel besin ortamı kullanılarak çalışmalara devam edilmiştir. Rejenerasyona etkisi gözlemlenmeye çalışılan metatopolinin ise en uygun dozunun 0.5 mg/l 2,4,5-T ilave edilmiş 4.0 mg/l metatopolin dozu olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan bu çalışmada menengiç bitkisinin *in vitro* kitlesel üretiminin uygun çimlendirme, sterilizasyon yöntemleri ve uygun konsantrasyon ve kombinasyonlarda bitki büyüme düzenleyicilerin kullanımı ile mümkün olabileceği belirlenmiştir.

## Teşekkür

Bu çalışma Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından (ZRT.A4.23.014 numaralı proje) desteklenmiştir. Destekleri için teşekkür ediyoruz. Çalışma Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji A.B.D.'nda devam eden "Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.)'in *In Vitro* Rejenerasyonu Üzerine Araştırmalar" adlı Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

---

## Çıkar Çatışması

Makalenin hiç bir yazarı için bilinen ya da olası bir çıkar çatışması yoktur.

## Kaynaklar

Abdulrahman N T (2017). A histopathological, immunohistochemical and biochemical investigation on the antidiabetic effects of the pistacia terebinthus in diabetic rats. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.

Abu-Qaoud H (2007). Effect of scarification, gibberellic acid and stratification on seed germination of three Pistacia species. An-Najah Univ J Res (N Sc) 12:1-11

Akpulat S, Tıraş M, Şahinkaya M S, Akpulat H A (2021). *Pistacia terebinthus* (menengiç) gallerinin antimikrobiyal etkisi ve GC-MS analizi. Turkish Journal of Biodiversity 4(2): 98-104

Altunova H (2016). Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) meyve ekstrelerinin metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) ve vankomisine dirençli *Enterococcus* (VRE)a karşı antibakteriyel aktivitesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep

Atli H S, Kaska N (2002). Pistachio Rootstocks Breeding By Crossing *Pistacia vera* L. and *Pistacia khinjuk* Stocks. International Society for Horticultural Science 591:83-89

Çakır Ç A. ve Ergenekon M (2021). Farklı oranlarda menengiç ilavesinin dondurmanın fiziksel, kimyasal, duyuşal özellikleri ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi. ISPEC Journal of Agricultural Sciences 5(3):704-713

Çiftçi H, Özkaya A, Kariptaş E (2009). Determination of fatty acids, vitamins and trace elements in pistacia terebinthus coffee. Gıda, Tarım ve Çevre Dergisi 7(3):72-74

Çoban E P, Biyik H, Törün B, Yaman F (2017). Evaluation the antimicrobial effects of Pistacia Terebinthus L. and Papaver Rhoëas L. extracts against some pathogen microorganisms. Indian J Pharm Education Research 51(3):377-380

Gijóna M D C, Gimenez C, Perez-López D, Guerreroa J, Couceiroa J F, Moriana A (2010). Rootstock Influences the Response of Pistachio (*Pistacia vera* L. Cv. Kerman) to Water Stress and Rehydration. Scientia Horticulturae 125:666-671

Guerrero F, Gasco J M, Hernández-Apaolaza L (2002). Use of Pine Bark and Sewage Sludge Compost as Components of Substrates for Pinus Pinea and Cupressus arizonica Production. Journal of Plant Nutrition 25:129–141

Guerrero J, Couceiro J F, Moriana A (2002a). Selection of Terebinth (*Pistacia terebinthus* L.) Trees as Seed Producers for Pistachio (*Pistacia vera* L.) Rootstocks in The Castilla La Mancha (Spain). Fao -Nucis- Newsletter 11:25-29

Guerrero J, Moriana A, Couceiro J F (2004). La Operación De Injerto En Pistachero (*Pistacia vera* L.) Condicionantes En Castilla La Mancha. Fruticultura Profesional 140:41-53

---

Gülsoy S, Özkan G, Özkan K, Genç, M (2013). Menengiç (*Pistacia terebinthus* L. subsp. palaestina (Boiss.) Engler) meyvelerinin bazı fiziksel ve fizikokimyasal özellikleri üzerine ekolojik faktörlerin etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 14:15-23

Hashım I F (2017). Bazı uygulamaların menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) tohumların çimlenmesi ve çıkışı üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta

Kafkas S, Ozkan H, Ak B E, Acar I, Atli S, Koyuncu S (2006). Detecting DNA Polymorphism and Genetic Diversity in A Wide Pistachio Germplasm: Comparison of AFLP, Issr, And RAPD Markers. American Society For Horticultural Science 131:522-529

Özyurt M, Kopar H, Özyurt S, Demirhan İ, Kurutaş E B (2021). Menengiç, Işgın ve çiriş otu'nda antioksidan aktivitenin araştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi 24(4):733-737

Picchioni G A, Davis J R (1990). Micropropagation of *Pistacia atlantica* Shoots From Axillary Buds. Plant Prop. Nesl 2:14-15

Stamler R (2015). Plant Dis. In Press

Tubives (2023). Türkiye Bitkileri Veri Sitesi. Erişim tarihi: Kasım, 23, 2023 [http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax\\_id=2381](http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax_id=2381)

Zhang J (2006). An update on pistachio rootstock trials - Comparing the performance of Pioneer Gold 1, UCB-1 and *Pistacia terbinthus* when grafted to Sirora. Australian Nutgrower 20(3):22-24



*Research article*

## Determination of the Efficiency of the Thermopriming Treatment in Watermelon in High Temperature Stress Conditions<sup>a</sup>

Ömer Faruk COŞKUN<sup>1\*</sup>, Cem ÖZYURT<sup>1</sup>, Seher TOPRAK<sup>1</sup>, Kübra ÖZMEN<sup>1</sup>,  
Kazım MAVİ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Hatay, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): omerfaruk.coskun@mku.edu.tr

Makale alınış (Received): 14.09.2023 / Kabul (Accepted): 07.11.2023 /Yayınlanma (Published): 31.12.2023

### ABSTRACT

Due to the worldwide economic importance of watermelon (*Citrullus lanatus* L.), efforts to develop new strategies have increased to increase its tolerance to some types of stress. Significant reductions in germination and emergence times can occur in watermelon seeds under high temperature conditions. In this study, the effectiveness of seed pre-treatments as a solution to temperature increase stress, which is one of the biggest problems of today, was researched in watermelon, which is one of the most grown vegetables in the world. Under high temperature conditions (45 °C), some germination and emergence values were adversely affected compared to the control temperature group (25 °C). Thermopriming treatment showed a positive effect in terms of some parameters in watermelon seeds under control temperature and/or high temperature conditions. On the other hand, in thermopriming seeds, the average number of emergence days could decrease up to 10.0±0.29 under high temperature conditions. In this study, it was concluded that thermopriming seed pre-treatment in watermelon under high temperature conditions can provide advantages in terms of some germination and emergence characteristics.

**Keywords:** Watermelon, Thermopriming, Abiotic stress

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

<sup>a</sup> **Atıf bilgisi / Citation info:** Coşkun ÖF, Özyurt C, Toprak S, Özmen K, Mavi K (2023). Determination of the Efficiency of the Thermopriming Application in Watermelon in High Temperature Stress Conditions. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 3(2): 213-221

## **Yüksek Sıcaklık Stresi Koşullarında Karpuzda Termoprining Uygulamasının Etkinliğinin Belirlenmesi**

### **ÖZ**

Karpuzun (*Citrullus lanatus* L.) dünya çapındaki ekonomik önemi nedeniyle, bazı stres türlerine karşı toleransını artırmak için yeni stratejiler geliştirme çabaları artmıştır. Yüksek sıcaklık koşullarında karpuz tohumlarında çimlenme ve çıkış sürelerinde önemli azalmalar meydana gelebilmektedir. Bu çalışmada dünyada en çok yetiştirilen sebzelerden biri olan karpuzda günümüzün en büyük sorunlarından biri olan sıcaklık artışı stresine çözüm olarak tohum ön işlemlerinin etkinliği araştırılmıştır. Yüksek sıcaklık koşullarında (45 °C) bazı çimlenme ve çıkış değerleri kontrol sıcaklık grubuna (25 °C) göre olumsuz etkilenmiştir. Kontrol sıcaklığı ve/veya yüksek sıcaklık koşullarında karpuz tohumlarında termoprining uygulaması bazı parametreler açısından olumlu etki göstermiştir. Termoprining uygulanan tohumlarda yüksek sıcaklık koşullarında ortalama çıkış gün sayısı 10.00±0.29'a kadar düşebilmektedir. Bu çalışmada karpuzda yüksek sıcaklık koşullarında termoprining tohum ön uygulamasının bazı çimlenme ve çıkış özellikleri açısından avantajlar sağlayabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Karpuz, Termoprining, Abiyotik stres

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

### **Introduction**

The fruits of watermelon (*Citrullus lanatus* L.), one of the most important members of the Cucurbitaceae family grown in tropical and temperate regions, can be of very different sizes. In addition to fresh consumption, watermelon fruits are widely used in fruit salads, fruit juice and confectionery industries. Edible seeds of watermelon are consumed as a snack (Wehner, 2008; Coşkun et al., 2019; Toprak et al., 2023). Türkiye is one of the most important watermelon growing countries. The world production of watermelon was determined as 101.634.720 tons, and the production in Türkiye was determined as 3.468.717 tons (FAO, 2021).

Seed quality is an important limiting factor in vegetable cultivation. Decreases in seed germination and emergence rates cause significant yield and quality losses in vegetable cultivation. Optimum watermelon seed germination and seedling emergence occur at relatively high temperatures (25-28 °C). However, the upper and lower germination temperature limits for the Cucurbitaceae family vary greatly between cultivars, but are reported to be 45 °C and

---

15 °C, respectively (Singh, 1991). High temperature conditions reduce the germination rate of watermelon. This situation reveals the necessity of determining the methods that can cope with this stress in watermelon seeds whose germination power decreases at high temperatures.

Priming treatments are one of the most preferred methods for the adaptation of vegetable seeds to stress conditions and to improve their emergence performance. Thermopriming is one of the pre-treatments with the highest efficiency in vegetable seeds. Temperature treatments break the seed dormancy, problems encountered in aquaculture due to climatic conditions can be prevented (Huang et al. 2002; Shin et al., 2006; Markovskaya et al., 2007). Since thermopriming is a process no chemical input is required, it is thought to help protect the ecosystem.

Some studies have previously determined the stress tolerance effectiveness of priming application (Wang et al., 2015; Zhou et al., 2020). It has been determined that thermopriming treatments make positive contributions to the healthy development of melon seeds and seedlings exposed to heat stress (Weng et al., 2021). However, it remains largely unknown whether heat priming can alleviate the negative impacts of subsequent adverse environmental factors on watermelon plants. The hypothesis is that watermelon seeds pre-subjected to high temperatures are better equipped to cope with subsequent stress events than the non-primed seeds. The purpose of the present study was to investigate the difference in some vegetative between the primed and non-primed plants.

## Material and Methods

*Citrullus lanatus* var. *lanatus* were used in this study. The seeds were provided by a commercial company. Seeds were surface sterilized using 0.1% HgCl<sub>2</sub> for 10 min, followed by washing with distilled water. For thermopriming, the seeds were kept in a water bath at 50 °C for 60 minutes (Wang et al., 2003). The extracted seeds were planted in petri dishes for germination test and viols for emergence test. Some plant characteristics were measured on samples placed under two different temperature conditions (25 °C and 45 °C) in the climate chamber. The resistance to stress conditions of the seeds of the control group and subjected to thermopriming was investigated. For this purpose, six parameter analyses were carried out repetitively. Germination rate (%), germination time (day), seedling emergence rate (%), seedling emergence time (day), root length (cm) and shoot length (cm) were measured. Statistical analysis was performed with SPSS Version 22.0 statistic software package. Values were expressed as mean ± SE (Standard Error).

## Results and Discussion

The germination rate results of the control and thermopriming treatments after the germination test at 25 °C and 45 °C are given in Table 1. After the 25 °C germination test, the average germination rate of the control group was 85±1.08%, and 84±1.87% after the thermopriming treatment. It can be said that thermopriming treatment has no effect on germination rate at 25 °C conditions. After the 45 °C germination test, the average germination rate of the control

group was  $72\pm 1.47\%$ , and after the thermoprimering treatment it was  $77\pm 1.48\%$ . It was concluded that thermoprimering treatment at  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$  conditions had a positive effect on the germination rate.

**Table 1.** Germination rate (%) of control and thermoprimering treatments

Test	Treatments	Mean $\pm$ SE	Minimum-Maximum
25 $^{\circ}$ C	Control	85 $\pm$ 1.08a	83-88
	Thermoprimering	84 $\pm$ 1.87a	80-89
45 $^{\circ}$ C	Control	72 $\pm$ 1.47c	68-75
	Thermoprimering	77 $\pm$ 1.48b	75-81

The changes in the mean germination time after the control group and thermoprimering treatments are given in Table 2. After the germination test at  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , the seeds of the control group completed the germination in  $5.3\pm 0.15$  days, while the thermoprimering treatment completed the germination after  $4.8\pm 0.11$  days. Germination time performances with thermoprimering were earlier than the control group. In the  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$  germination test, seed germination was completed in  $4.9\pm 0.12$  days in the control group and in  $4.7\pm 0.11$  days after the thermoprimering treatment. Thermoprimering application at control temperatures ( $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) decreased the germination time. Although thermoprimering application decreased the germination time under high temperature conditions ( $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), this was not statistically significant.

**Table 2.** Changes in germination time (day) after control group and thermoprimering treatments

Test	Treatments	Mean $\pm$ SE	Minimum-Maximum
25 $^{\circ}$ C	Control	5.3 $\pm$ 0.15a	5.0-5.7
	Thermoprimering	4.8 $\pm$ 0.11b	4.5-5.0
45 $^{\circ}$ C	Control	4.9 $\pm$ 0.12b	4.6-5.2
	Thermoprimering	4.7 $\pm$ 0.11b	4.6-5.1

The results of the emergence rate of the control and thermoprimering treatments after the seedling emergence test at  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  and  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$  are given in Table 3. While the average emergence rate was determined as  $68\pm 2.55\%$  in the control group after the  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  emergence test, the average emergence rate was determined as  $75\pm 1.78\%$  after the thermoprimering treatment. In the emergence test performed at  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , it was determined that the thermoprimering treatment



increased the emergence rate by 7%. In 45 °C conditions, the output rate decreased to 59%. Thermopriming treatments at 25 °C conditions increased the seedling emergence rate. However, at 45 °C conditions, thermopriming treatments could not increase the emergence rate.

**Table 3.** Seedling emergence rate (%) of control and thermopriming treatments

<b>Test</b>	<b>Treatments</b>	<b>Mean±SE</b>	<b>Minimum-Maximum</b>
25°C	Control	68±2.55b	63-75
	Thermopriming	75±1.78a	70-78
45°C	Control	59±0.9c	58-61
	Thermopriming	58±1.48c	54-61

The changes on the emergence time, after the control group and thermopriming treatments are given in Table 4. After the emergence test at 25 °C, the seeds of the control group completed the emergence in 7.80±0.07 days, while the thermopriming treatment completed in 10.50±0.14 days. In the 45 °C emergence test, emergences were completed in 10.31±0.04 days for the control group and in 10±0.29 days after the thermopriming treatment. It has been concluded that thermopriming treatment has a positive effect by reducing the mean emergence time under high temperature conditions. However, under high temperature conditions (45 °C), the effect of thermopriming on seedling emergence time is not statistically significant.

**Table 4.** Seedling emergence time (day) of control and thermopriming treatments

<b>Test</b>	<b>Treatments</b>	<b>Mean±SE</b>	<b>Minimum-Maximum</b>
25°C	Control	7.80±0.07c	7.6-7.9
	Thermopriming	10.50±0.14a	10.1-10.7
45°C	Control	10.31±0.04ab	10.24-10.41
	Thermopriming	10.00±0.29b	9.3-10.7

The differences between the root and shoot lengths of the control group and thermopriming treatments are given in Table 5. While the root length of the control group was determined as 3.03±0.02 cm after the 25 °C germination test, it was determined that there was an increase of 2.37 cm to 5.40 cm in the root length compared to the control after the thermopriming treatment. While the control group had a root length of 3.17±0.01 cm after the 45 °C germination test, the

root length was found to be  $3.73\pm 0.02$  cm after the thermoprimering treatment with an increase of 0.56 cm. It was concluded that thermoprimering treatments at 25 °C and 45 °C conditions had a positive effect on root growth. After the 25 °C germination test, it was determined that thermoprimering treatment caused an increase in shoot length, but after the 45 °C germination test, thermoprimering treatment did not make any difference on the shoot length.

**Table 5.** Root length (cm) and shoot length (cm) values of the control group and thermoprimering treatments

Test	Treatments	Root Length Mean±SE	Shoot Length Mean±SE
25°C	Control	3.03±0.02d	3.73±0.02b
	Thermoprimering	5.40±0.06a	4.37±0.02a
45°C	Control	3.17±0.01c	2.47±0.01c
	Thermoprimering	3.73±0.02b	2.23±0.03c

In this study, it was determined that high temperature stress decreased the germination rate of watermelon, decreased the average emergence rate, decreased shoot length and had a negative effect by increasing the average emergence time. Similarly, high temperature stress negatively affected the germination and seedling stages of the plant in *Brassica juncea* (Samantaray et al., 2023). Similarly, heat stress showed negative effects on *Achillea millefolium* (Liu et al., 2021).

Primering has a critical function in improving germination and growth under various abiotic stressors (Paparella et al, 2015; Zheng et al, 2016; Hussain et al, 2017). Various preparation techniques such as hydroprimering, osmoprimering, redox primering, haloprimering or hormonal primering are used to ameliorate the detrimental effects of different environmental stresses (Hussain et al., 2016). In this study, it was determined that thermoprimering treatments had a positive effect on average germination time, average emergence rate, root length and shoot length at 25 °C conditions. It has been determined that thermoprimering treatments have a positive effect for watermelon at 25 °C conditions, except for some parameters (germination rate and average emergence time). In 45 °C conditions, thermoprimering treatments showed positive effects on germination rate, average germination time, average emergence time and root length. It has been determined that thermoprimering treatments have a positive effect on watermelon at 45 °C conditions, except for some parameters (average emergence rate and shoot length). It can be concluded that thermoprimering treatment improves seed germination and emergence performance in watermelon under high temperature stress conditions. In some previous studies, it has been determined that seed primering treatments affect plant growth

---

positively under abiotic stress conditions (Jisha et al., 2013; Abid et al., 2018; Günay et al., 2022).

## **Conclusion**

In conclusion, our results show that thermoprimering treatments have a curative effect on germination and seedling emergence of watermelon plants under high temperature stress. The results in this study show that thermoprimering treatment can be used to improve seed germination in watermelon under high temperature conditions. The results support the hypothesis that watermelon seeds pre-subjected to high temperatures are better equipped to cope with subsequent stress events than the non-primed seeds. Increasing the determination of seed priming efficiency in other horticultural crops exposed to different stress conditions may provide significant advantages. However, the biochemical and molecular mechanisms of seed priming also need to be investigated.

## **Acknowledgements**

This study was supported by TUBITAK (2209-A). The abstract of the study was presented at the 6th UTAK 2023.

## **Conflict of Interest**

No known or potential conflict of interest exist for any author.

## **References**

- Abid M, Hakeem A, Shao Y, Liu Y, Zahoor R, Fan Y, Suyu J, Tian Z, Jiang D, Sinider J L, Dai T (2018). Seed osmoprimering invokes stress memory against post-germinative drought stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Environmental and Experimental Botany* 145: 12-20
- Coşkun Ö F, Dalda-Şekerci A, Avcı H, Barut G, Yetişir H, Gülşen O (2019). Bazı çerezlik karpuz genotiplerinin moleküler karakterizasyonu. 12. Sebze Tarımı Sempozyumu. Kayseri.
- FAO (2023). Food and Agriculture Organization of the United Nations. [www.fao.org](http://www.fao.org)
- Günay E, Yıldız M T, Acar O (2022). Effects of different priming treatments on germination and seedling growth of wheat under drought stress. *COMU Journal of Agriculture Faculty* 10(2): 303-311
- Huang Y M, Wang H H, Chen K H (2002). Treatment of seed priming treatments in spinach (*Spinacia oleracea* L.) production. *Journal of the Chinese Society for Horticultural Science* 48: 117-123

- 
- Hussain M, Farooq M, Lee D J (2017). Evaluating the role of seed priming in improving drought tolerance of pigmented and non-pigmented rice. *Journal of Agronomy and Crop Science* 203: 269-276.
- Hussain S, Khan F, Hussain H A, Nie L (2016). Physiological and biochemical mechanisms of seed priming-induced chilling tolerance in rice cultivars. *Frontiers in Plant Science* 7:116
- Jisha K C, Vijayakumari K, Puthur J T (2013). Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. *Acta Physiologiae Plantarum* 35(5): 1381-1396
- Liu B, Zhang L, Rusalepp L, Kaurilind E, Sulaiman H Y, Püssa T, Niinemets Ü (2021). Heat priming improved heat tolerance of photosynthesis, enhanced terpenoid and benzenoid emission and phenolics accumulation in *Achillea millefolium*. *Plant, Cell & Environment* 44: 2365-2385
- Markovskaya E F, Sysoeva M I, Sherudilo E G, Topchieva L V (2007). Differential gene expression in cucumber plants in response to brief daily cold treatments. *Russian Journal of Plant Physiology* 54: 607-611
- Paparella S, Araújo S S, Rossi G, Wijayasinghe M, Carbonera D, Balestrazzi A (2015). Seed priming: state of the art and new perspectives. *Plant Cell Reports* 34: 1281-1293
- Samantaray D, Vankanavath A B, Kadumuri R V, Ramadurai D, Chavali S, Allu A D (2023). Thermopriming mitigates the effects of heat stress by modulating the expression of Heat shock factors in *Brassica juncea* (Indian mustard). *Experimental Botany* 211: 105371
- Shin J S, Raymer P, Kim W (2006). Environmental factors influencing germination in seeded *Seashore paspalum*. *HortScience* 41: 1330-1331
- Singh D K (1991). Effect of temperature on seed germinability of *Momordica charantia* L. cultivars. *New Agriculturist* 2: 23-26
- Toprak S, Coşkun Ö F, Mavi K (2023). Çerezlik karpuz genotiplerinin ISSR tekniği ile moleküler karakterizasyonu. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi* 6 (1): 51-58
- Wang H Y, Chen C L, Sung J M (2003). Both warm water soaking and matricconditioning treatments enhance anti-oxidation of bitter melon seeds germinated at sub-optimal temperature. *Seed Science and Technology* 31(1): 47-56
- Wang X, Vignjevic M, Liu F L, Jacobsen S, Jiang D, Wollenweber B (2015). Drought priming at vegetative growth stages improves tolerance to drought and heat stresses occurring during grain filling in spring wheat. *Plant Growth Regulation* 75: 677-687
- Weng J, Li P, Rahman A, Wang L, Gao X, Niu Q (2021). Physiological response and evaluation of melon (*Cucumis melo* L.) germplasm resources under high temperature and humidity stress at seedling stage. *Scientia Horticulturae* 288.

---

Wehner T C (2008). Watermelon (J.Prohens, F. Nuez). Handbook of Plant Breeding; Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae and Cucurbitaceae, Springer Science & Business LLC, New York, 341-348.

Zheng M, Tao Y, Hussain S, Jiang Q, Peng S (2016). Seed priming in dry direct-seeded rice: consequences for emergence, seedling growth and associated metabolic events under drought stress. *Plant Growth Regulation* 78: 167-178

Zhou R, Yu X Q, Li X N, Dos Santos T M, Rosenqvist E, Ottosen C O (2020). Combined high light and heat stress induced complex response in tomato with better leaf cooling after heat priming. *Plant Physiology and Biochemistry* 151: 1-9



*Araştırma makalesi*

**Türkiye’deki Tarımsal Kredi Faiz Oranlarının Gübre Tüketim  
Miktarına Etkisinin Analizi: ARDL Sınır Testi <sup>a,b</sup>**

**Ömer KESKİN<sup>1\*</sup>** 

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Özalp Meslek Yüksekokulu Dış Ticaret Bölümü, 65080, Van, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): omerkeskin@yyu.edu.tr

Makale alınış (Received): 10.11.2023 / Kabul (Accepted): 19.12.2023 /Yayınlanma (Published): 31.12.2023

**ÖZ**

Bu çalışmada, Türkiye’deki tarımsal kredi faiz oranlarının gübre tüketim miktarına etkisini zaman serisi analiziyle belirlemek amaçlanmıştır. Amaç doğrultusunda faiz oranı ve gübre tüketim miktarı ile ilgili çeşitli veri kaynaklarından 1969-2021 dönemine ait (53 yıl) veriler toplanmıştır. Analiz için faiz oranının bağımsız, gübre tüketim miktarının ise bağımlı değişken olarak dahil edildiği bir model kurulup bu modeli tahmin etmek üzere ARDL sınır testi yöntemi uygulanmıştır. Tahminden elde edilen sonuçlara göre; faiz oranı değişkeniyle gübre tüketim miktarı değişkeni arasında uzun dönemli, negatif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Faiz oranında yaşanan %1’lik yükseliş, gübre tüketim miktarını yaklaşık %0.50 azaltmaktadır. Ayrıca değişkenler arasında bulunan kısa dönemli ilişki de negatif yönlü olup istatistiksel olarak anlamlıdır. Kısa dönemli şokları takiben oluşan değişkenler arası uzun dönem dengesinden sapmalar 1 dönem sonra yaklaşık %20 ortadan kalkmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** İşletme Sermayesi, Tarım Kredileri, Tarım Girdileri, Zaman Serisi Analizi

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

<sup>a</sup> **Atf bilgisi / Citation info:** Keskin Ö (2023). Türkiye’deki Tarımsal Kredi Faiz Oranlarının Gübre Tüketim Miktarına Etkisinin Analizi: ARDL Sınır Testi. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 3(2): 222-234

<sup>b</sup> Bu çalışma, “Türkiye’de Tarımsal Üretimin Finansmanı ve Gıda Tedarik Zinciri: Sorunların Tespiti ve İslam Ekonomisi Çerçevesinde Çözüm Önerileri” başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

## **Analysis of the Effect of Agricultural Loan Interest Rates on Fertilizer Consumption Amount in Türkiye: ARDL Bounds Testing**

### **ABSTRACT**

In this study, it is aimed to determine the effect of agricultural loan interest rates on fertilizer consumption amount in Türkiye using time series analysis. For this purpose, data spanning 53 years (1969-2021) were gathered from various sources, including interest rate and fertilizer consumption amount. A model was constructed with interest rate as the independent variable and fertilizer consumption amount as the dependent variable, and Autoregressive Distributed Lag Bound Test (ARDL) method was applied to the model. According to the results obtained from the estimation of the model, there is a long-term, negative, and significant cointegration relationship between interest rate and fertilizer consumption amount variables. A 1% increase in interest rate reduces fertilizer consumption amount by approximately 0.50%. In addition, the short-term relationship between the variables is negative and statistically significant. Deviations from the long-term equilibrium between the variables that occur following short-term shocks vanish by around %20 after 1 period.

**Keywords:** Capitalization, Agricultural Loans, Agriculture Inputs, Time Series Analysis

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

### **Giriş**

Türkiye'nin iç ve dış pazarda tarımsal ürünlere yönelik giderek artan talebi karşılayabilmesi ve bu ürünler yönünden kendi kendine yeterli bir ülke niteliğine sahip olup bunu sürdürebilmesi için tarım sektöründeki üretkenliği artırması gerekmektedir. Bu gerekliliği başarıyla yerine getirebilmek, üretimde modern yöntemler uygulanmasının yanı sıra özellikle gübre gibi girdilerin doğru zamanda, yeterince ve bilinçli tüketimiyle yakından ilişkilidir. Gübreleme işlemi, tarımsal üretkenliği artırabilmek amacıyla, üretimi yapılan bitkilerin ihtiyaç duydukları besin maddelerinin (azot, fosfor, potasyum, magnezyum, kalsiyum, kükürt, bor, çinko, bakır ve manganez gibi) türü ve miktarı tespit edilerek bu maddelerin eksik kalan kısımlarının bitkilerin yetiştirildikleri toprağa zamanında ve tam olarak verilmesidir. Söz konusu işlem, düzenli toprak analizleri yaptırmakla birlikte yeterince gübre satın almayı beraberinde getirdiğinden bir tarım işletmesi açısından yeterli işletme sermayesine sahip olmayı gerektirmektedir.

Tarım sektörü, emek-yoğun sektörlerden biridir. Tarım sektöründe faaliyet gösteren işletmeler, faaliyetlerini sürdürebilmek için gerekli işletme sermayesi itibarıyla genel olarak kendilerine yeterli değildir (Ünlüer, 2017; Tosun ve Güneş, 2018; Tengiz vd., 2022; Kredi Kayıt Bürosu 2022) (ayrıca bkz. Tablo 1). Bu noktada gerekli işletme sermayesindeki eksiklik, dış kaynaklara (ticari bankalara ve kooperatiflere) borçlanmak suretiyle giderilebilmektedir (Ardeni ve Freebairn, 2002: 1464). Dış kaynaklardan borçlanılarak temin edilen işletme sermayesi, tarım işletmelerinin özellikle üretim süreci boyunca kullanılan gübre gibi önemli girdileri satın alabilmelerinde kritik bir role sahiptir. Dolayısıyla faiz oranlarındaki değişimler, tarım işletmelerinin üretim maliyetlerini doğrudan etkilemektedir (FAO, 2022).

**Tablo 1.** Türkiye’deki tarım işletmelerinin ekonomik büyüklüklerine göre dağılımı

Ekonomik büyüklük sıralaması (Türk lirası)	Yüzde
< 6.660	21,7
6.660 - < 26.640	36,4
26.640 - < 83.250	27,5
83.250 - < 333.000	12,7
333.000 - < 832.500	1,4
832.500 +	0,3
Toplam	100

**Kaynak:** Türkiye İstatistik Kurumu (2018) Tarımsal İşletme Yapı Araştırması 2016

Günümüzde borç niteliği taşıyan tarımsal krediler, tarım işletmelerinin işletme sermayesi yetersizliklerini giderici etkiye sahip temel kaynaklardan biridir. Tarımsal kredilerden etkili sonuçların alınabilmesi, düşük faiz oranlarıyla kullanılmasına bağlıdır. Ancak günümüzdeki tarımsal krediler, vadeleri esnek ayarlanabilse de tarımsal üretim doğal şartlara büyük ölçüde bağlılık gösterdiği ve enflasyon giderek yükselen bir seyir izlediği (risk unsurunun varlığı nedeniyle) için yüksek oranda faizle kullanılmaktadır. Bu durum, işletme sermayeleri yetersiz ve üretim gelirleri düşük tarım işletmelerinin bu kaynaktan yararlanıp tarım sektöründeki üretkenliği artırabilmelerinin önünde ciddi engel oluşturmaktadır (Tarım Orman Şurası, 2019) (ayrıca bkz. Tablo 2).

**Tablo 2.** Türkiye’deki tarım işletmelerinin ticari banka kredilerini kullanamama nedenleri

Kredi kullanamama nedenleri	Yüzde
Faiz oranlarındaki/kredi masraflarındaki yükseklik	31
Kefil, teminat ve ipotek gibi talepleri yerine getirememe	12
Formalitelerin uzunluğu ve zorluğu	3
Daha önce kullanılan kredilere ilişkin borçların geri ödenmesindeki gecikmeler nedeniyle yeni kredi kullanamama	3
Ticari bankaların kredi kullanırmama nedenlerinin bilinmemesi	2
Diğer	2

**Kaynak:** Kredi Kayıt Bürosu (2022) Türkiye Tarımsal Görünüm Saha Araştırması

Yerli ve yabancı literatür incelendiğinde gübre tüketimini etkileyen faktörler konusunda çeşitli çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Örneğin;

•Zhang vd., (2023) tarafından Çin’de yapılan çalışmada iller arasındaki ekonomik ve teknolojik gelişmişlik farklılıklarının gübre tüketimini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre gübre tüketimi, gelişmişliği düşük olan illerde yüksek olanlara kıyasla daha azdır.



•Bora (2022) tarafından Hindistan’da yapılan çalışmada olumsuz yağış şokları yaşanan yıllarda gübre tüketiminde belirgin bir azalış olmadığı, ancak bir önceki yıl şiddetli kuraklığa maruz kalınmasının gübre tüketiminde belirgin bir artış ortaya çıkardığı sonucuna ulaşılmıştır.

•Polat (2020) tarafından Türkiye’de yapılan çalışmada gübre destekleri kapsamında son yıllarda getirilen toprak analizi zorunluluğunun gübre tüketimi ile ilgili alışkanlıkları değiştirdiği ve azot, üre ve amonyum nitrat gübrelerinin tüketimini artış yönünde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Aynı araştırmacının Ankara’nın Polatlı ilçesinde yaptığı ilk çalışmanın sonuçları da benzer niteliktedir (Polat, 2018).

•Malik ve Sekhar (2007) tarafından Hindistan’da yapılan çalışmada eyalet düzeyinde gübre tüketimini etkileyen en önemli iki faktörün göreceli gübre fiyatları ve sulanan alan yüzdesi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre göreceli gübre fiyatları uygun tutulduğunda ve sulanan alanın yüzdesi yükseldiğinde gübre tüketimi artmaktadır.

•Brij vd., (2005) tarafından Hindistan’da yapılan çalışmada gübre tüketimini artıran en önemli faktörlerin sırasıyla devlet destekleri, yüksek verimli tarımsal ürünlere sahip alanlar ve brüt sulanan alanlar olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yukarıda yer verilen literatür özeti, bu çalışmanın konusu olarak kararlaştırılan “tarımsal kredi faiz oranlarının gübre tüketim miktarına etkisinin zaman serisi analiziyle belirlenmesi” ile ilgili literatürde daha önce benzer nitelikte herhangi bir çalışmanın yapılmadığını göstermektedir. Dolayısıyla çalışma, Türkiye’deki tarımsal kredi faiz oranlarının gübre tüketim miktarına etkisini ham veriler (oransal ve miktarsal) kullanıp zaman serisi analiziyle analiz etmek suretiyle literatürde bulunan boşluğu doldurmaya katkı sağlayacak olması nedeniyle önemli kabul edilebilir.

1969-2021 döneminde (53 yıllık gözlem) Türkiye’deki tarımsal kredi faiz oranlarının gübre tüketim miktarına etkisini zaman serisi analiziyle belirlemenin amaçlandığı bu çalışma kapsamında ilk önce materyal ve yöntem ile ilgili bilgi verilmiş, daha sonra ise analizler sonucunda elde edilen bulgular ortaya konulmuş ve değerlendirilmiştir.

## **Materyal ve Yöntem**

Bu bölümde veri toplama aracı ve örneklem, değişkenler, kurulan model ve yöntem hakkında açıklamalara yer verilmektedir.

## **Veri Toplama Aracı ve Örneklem**

Daha önce belirtildiği gibi bu çalışma kapsamında Türkiye’deki tarımsal kredi faiz oranlarının gübre tüketim miktarına etkisini zaman serisi analiziyle belirlemek amaçlanmıştır. Bu bağlamda, faiz oranı ve gübre tüketim miktarı ile ilgili veriler toplanmıştır.

Faiz oranı değişkenine ait veriler, Türkiye Ziraat Odaları Birliği (TZOB) tarafından düzenli olarak yayımlanan zirai-iktisadi raporlar ve T.C. Ziraat Bankası A.Ş. tarafından alınan faiz kararları üzerinden toplanmış olup T.C. Ziraat Bankası A.Ş.’nin işletme kredilerine uyguladığı yıllık cari faiz oranlarını temsil etmektedir (TZOB, 2019; Furkanlar Danışmanlık, 2023). Analizde T.C. Ziraat Bankası A.Ş.’nin faiz oranlarının dikkate alınması, Türk bankacılık sektöründe geçmişten günümüze en fazla tarımsal kredi kullandıran kredi kaynağı niteliği taşıması nedeniyledir.

---

Gübre tüketim miktarı değişkenine ait veriler ise Tarım ve Orman Bakanlığı'nın ve Dünya Bankası'nın gübre ile ilgili istatistiksel veri tabanlarından toplanmış olup kilogram cinsinden yayımlanmış işlenen her bir hektar tarım arazisi başına düşen azot, fosfor ve potasyum içerikli toplam kimyasal gübre tüketim miktarlarını temsil etmektedir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023; The World Bank, 2022).

Her iki değişkene ait veri değerleri, 1969-2021 dönemini kapsamakta olup 53 yıllık bir veri seti oluşturmaktadır.

### Değişkenler ve Kurulan Model

Çalışmanın amacı kapsamında faiz oranı bağımsız, gübre tüketim miktarı ise bağımlı değişken olarak belirlenmiştir. Değişkenler dahil edilerek kurulmuş olan tam logaritmik model <sup>1</sup> şu şekildedir;

$$\log gubre_t = \alpha + \beta \log faiz_t + \varepsilon_t$$

Modelde yer alan;

- *loggubre* gübre tüketim miktarı,
- *t* zaman,
- $\alpha$  sabit terim,
- $\beta$  katsayı,
- *logfaiz* faiz oranı ve
- $\varepsilon$  hata terimi anlamına gelmektedir.

### Yöntem

Bu çalışmada yapılan zaman serisi analizinde Autoregressive Distributed Lag Bounds Testing (ARDL) sınır testi yöntemi olarak uygulanmıştır.

Bir zaman serisi analizi yapılırken 1987'de Engle ve Granger, 1988'de Johansen ve 2001'de Pesaran, Shin ve Smith tarafından geliştirilmiş eşbütünleşme testleri kullanılabilir (Engle ve Granger, 1987; Johansen, 1988; Pesaran, Shin ve Smith 2001). Bunlar arasından Pesaran ve arkadaşlarının geliştirdikleri ARDL testi, bir modeldeki değişkenlerin I (2), yani ikinci seviyede durağan olması durumu dışındaki her durumda kullanılacak etkili bir test yöntemidir. İlk iki testi kullanabilmek bir modele dahil edilen değişkenlerin aynı seviyede durağan olması şartının karşılanmasını gerektirirken, ARDL testini kullanabilmek için ise böyle bir şart söz konusu değildir. Ayrıca ARDL testi, sınırlı sayıda gözlem içeren veri setleri kullanılarak yapılan analizlerde de güvenilir sonuçlar ortaya koyabilme potansiyeline sahiptir (Doru ve Düşünceli, 2021: 45). Bir modele dahil edilen değişkenler arasında hem kısa dönem ilişkisi hem uzun dönem eşbütünleşme ilişkisi ARDL testiyle tahmin edilebilmektedir (Pata vd., 2016: 265).

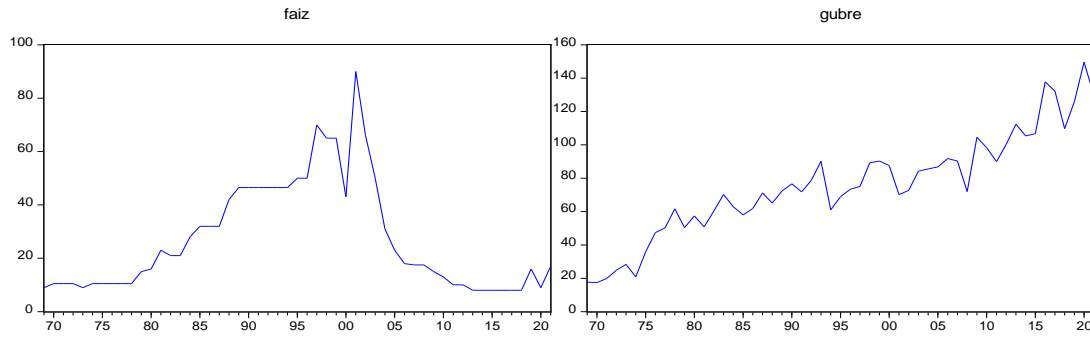
---

<sup>1</sup> Tam logaritmik model, çalışmada serilerin doğrusal olması, katsayılarının esneklik şeklinde yorumlanması, ölçüm birimlerinden bağımsızlaştırılması ve analiz sonucunda değişen varyans sorununun ortaya çıkmasını önlemek için oluşturulmuştur. Dolayısıyla değişkenler arasındaki reel ilişki, bağımsız değişkendeki % değişmeye karşılık bağımlı değişkendeki % değişme şeklinde yorumlanacaktır.

## Bulgular ve Tartışma

Çalışmanın bu bölümünde Eviews 10 istatistiksel paket programında yapılan analizlerden elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

ARDL testine tabi tutulan faiz oranı ve gübre tüketim miktarı değişkenlerine ait veri değerleri 1969-2021 döneminde Şekil 1'deki seyri izlemiştir (bkz. Şekil 1).



Şekil 1. Değişkenlere ait veri değerlerinin yıllar itibarıyla izlediği seyir

Zaman serisi kullanılan bir analizde kurulan modeli tahmin etmeye geçebilmek için öncelikle o modele dahil edilen değişkenlerin durağan olup olmadığının sınanması gerekmektedir. Durağanlık, modeldeki değişkenlerin zaman içinde belli bir değere yaklaşması, başka bir deyişle, sabit bir ortalamaya, varyansa ve kovaryansa sahip olması anlamına gelmektedir. Durağanlık seviyesini tespit edebilmek için literatürde farklı testler bulunmakta olup bunlar arasında en sık kullanılanı yapısal kırılmasız testlerden biri olan Augmented Dickey Fuller (ADF) birim kök testidir (Akel ve Gazel, 2014: 32).

Çalışmada tam logaritmik model oluşturulduktan sonra modele dahil edilen değişkenlerin durağanlıklarının sınanması aşamasına geçilmiştir. Bu noktada ADF testi yapılmıştır<sup>2</sup> (bkz. Tablo 3).

Tablo 3. ADF testine ilişkin sonuçlar

Değişkenler	Sabit-t istatistik	p	Trend ve sabit-t istatistik	p	Sabitsiz ve trendsiz-t istatistik	p
logfaiz	-1.3891 (7)	0.5803*	-1.4418 (2)	0.8360*	-0.1766 (2)	0.6176*
loggubre	-1.1945 (7)	0.6688*	-4.2250 (7)	0.0088**	1.0273 (7)	0.9176*

Parantez içindeki değerler, Akaike Bilgi Kriteri (AIC) maksimum gecikme uzunluğu 9'a göre gecikme uzunluklarını göstermektedir.

\*%5 anlamlılık düzeyinde anlamlı olmadığını ifade etmektedir.

\*\*%5 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğunu ifade etmektedir. %5 anlamlılık düzeyinde MacKinnon kritik değeri, trend ve sabit modelde -3.5130 seviyesindedir. Söz konusu modelde 7 gecikme uzunluğunda otokorelasyon sorunu tespit edilmemiştir (p=0.6147). Yani seri, temiz seridir.

<sup>2</sup> Normal şartlarda serilerde mevsimsel etkilerle karşılaşılabilir. Ancak bu çalışmada yıllık veri seti kullanıldığı için mevsimsel ayrıştırma yapılması gerekmemiştir.

Tablo 3'te görüldüğü üzere faiz oranı değişkeni, üç modelde de durağan bir yapıya sahip değildir ( $p > .05$ ). Yani faiz oranı değişkeni, farkı alınmadığı durumda hiçbir modelde belli bir ortalama etrafında dağılım göstermemektedir. Gübre tüketim miktarı değişkeni ise üç modelden biri olan trend ve sabit modelde durağan bir yapıya sahiptir ( $p < .05$ ). Yani gübre tüketim miktarı değişkeni, farkı alınmadığı durumda modellerin birinde belli bir ortalama etrafında dağılım göstermektedir. Sonuç olarak gübre tüketim miktarı değişkeni seviyede durağan (I (0)) niteliktedir.

Daha önce belirtildiği üzere ADF testi, yapısal kırılmasız birim kök testlerinden biridir. Yapısal kırılmasız birim kök testi sonucunda bir seri durağandıysa, bunun nedeni yapısal kırılma(lar) olabilir. Dolayısıyla yapısal kırılmalı birim kök testi yapılması gerekmektedir. Aksi takdirde kurulmuş olan modelde spesifikasyon hatası ortaya çıkabilir. Böyle bir durumda seriler, örneğin normalde durağan iken durağandıysa nitelik gösterir.

Yukarıdaki yapısal kırılmasız ADF testinde (bkz. Tablo 3) logfaiz değişkeninin seviyede durağan olmadığı görüldüğü için tek kırılmanın içsel olarak dikkate alındığı Lee Strazicich yapısal kırılmalı birim kök testi yapılmıştır (bkz. Tablo 4).

**Tablo 4.** Lee Strazicich yapısal kırılmalı birim kök testine ait sonuç

Değişkenler	Model C-t istatistik	Kırılma yılı	Minimum t istatistik
logfaiz	-4.349636*	2001 (7)	-5.563579

Parantez içindeki değer, seçilen gecikme uzunluğudur.  
\*%5 anlamlılık düzeyinde anlamlı olup olmadığını göstermektedir.

Tablo 4'teki yapısal kırılmalı birim kök testine göre logfaiz değişkeni, model C-t istatistik değeri minimum t istatistik değerinden büyük çıktığı için durağan niteliktedir. Bu durum, serinin yapısal kırılmasız testte durağandıysa çıkma nedeninin yapısal kırılmadan kaynaklandığı anlamına gelmektedir. Dolayısıyla faiz oranı değişkeni de I (0) niteliğindedir.

Faiz oranı ve gübre tüketim miktarı değişkenlerinin I (2) olmadığı ispat edildikten sonra ARDL sınır testinin yapılmasına geçilmiştir. ARDL testinde maksimum gecikme uzunluğu belirlemek gerektiğinden, modele dahil edilen değişkenler farklı gecikme kombinasyonları seçilerek sınanmıştır. Bu sınamalarla AIC değerinin en küçük olduğu ve otokorelasyon sorununun oluşmadığı maksimum gecikme uzunluğu belirlenmeye çalışılmıştır. Sınamalar çerçevesinde maksimum gecikme uzunluğunun 9 ve uygun modelin (7, 9) olduğu tespit edilmiştir (bkz. Tablo 5).

**Tablo 5.** ARDL testine ilişkin sonuçlar

k = 1		Tahmin edilen eşitlik = $\log gubre = f(\log faiz)$	
F istatistik değeri		5.0021821	
Seçilen model		ARDL (7, 9)	
p	Kritik değerler		
	I (0) - Alt sınır	I (1) - Üst sınır	
%1	5.607	6.193	
%5	3.877	4.46	

**Tablo 5'in devamı**

<b>%10</b>	3.19	3.73
------------	------	------

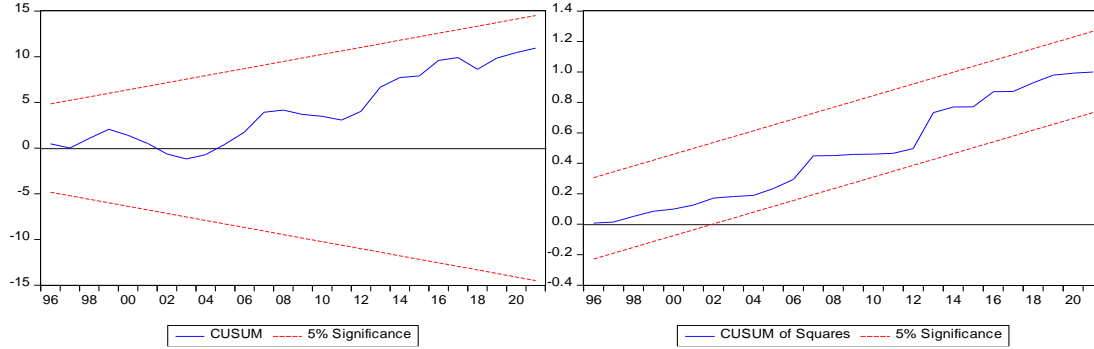
Tablo 5'te görüldüğü üzere F istatistik değeri, %5 anlamlılık düzeyinde hesaplanan üst sınır kritik değerinden daha büyük çıkmıştır. Dolayısıyla faiz oranı ve gübre tüketim miktarı değişkenleri arasında uzun dönemli eşbütünlük ilişkisi vardır. Bu ilişkinin varlığı belirlendikten sonra, seçilmiş (7, 9) modeline ilişkin parametre tahmini ve tanısal testler yapılmıştır (bkz. Tablo 6).

**Tablo 6.** ARDL (7, 9) modelinin parametre tahminine ve tanısal testlerine ilişkin sonuçlar

<b>Değişkenler</b>	<b>Katsayılar</b>	<b>t istatistik değerleri</b>	<b>p</b>
c	1.272959	2.709873	0.0118
loggubre(-1)	-0.198822	-2.121566	0.0436
logfaiz(-1)	-0.098791	-2.631662	0.0141
d(loggubre(-1))	-0.470749	-3.346361	0.0025
d(loggubre(-2))	-0.488956	-3.381443	0.0023
d(loggubre(-3))	-0.131101	-0.912029	0.3701
d(loggubre(-4))	-0.384786	-2.647868	0.0136
d(loggubre(-5))	-0.287132	-2.033821	0.0523
d(loggubre(-6))	-0.268040	-2.026066	0.0531
d(logfaiz)	-0.128674	-1.678206	0.1053
d(logfaiz(-1))	0.065327	0.828896	0.4147
d(logfaiz(-2))	0.172791	2.089503	0.0466
d(logfaiz(-3))	0.110192	1.187396	0.2458
d(logfaiz(-4))	-0.066799	-0.716782	0.4799
d(logfaiz(-5))	0.008506	0.091892	0.9275
d(logfaiz(-6))	-0.092120	-0.998725	0.3271
d(logfaiz(-7))	-0.123813	-1.348431	0.1891
d(logfaiz(-8))	0.230357	2.464694	0.0206
<b>Tanısal testler</b>			
Breusch-Godfrey: 0.55 (p = 0.57)	Breusch-Pagan-Godfrey: 0.31 (p = 0.99)	Jarque-Bera: 2.95 (p = 0.22)	Ramsey Reset: 1.70 (p = 0.20)

Tablo 6'daki tanısal test sonuçlarında görüldüğü üzere seçilmiş modelde otokorelasyon ve değişen varyans gibi sorunlarla karşılaşılma, kalıntılar normal dağılım ve model kurma

hatası ortaya çıkmamıştır ( $p > .05$ ). Yani sonuçlar, yapılan tahminin başarılı bir tahmin olduğunu göstermektedir. Ayrıca yapılan tahminin istikrar şartını sağlayıp sağlamadığını tespit etmek için Cusum ve Cusum kare testleri yapılmış ve %5 anlamlılık düzeyinde şartı sağladığı anlaşılmıştır (bkz. Şekil 2).



**Şekil 2.** ARDL (7, 9) modelinin Cusum ve Cusum kare testlerine ilişkin sonuçlar

Seçilmiş model üzerinden yapılan tahminin başarılı olduğu tanısal testlerle belirlendikten sonra modelin uzun dönem katsayıları tahmin edilmiştir (bkz. Tablo 7).

**Tablo 7.** ARDL (7, 9) modelinin uzun dönem katsayılarına ilişkin sonuçlar

Bağımlı değişken: loggubre			
Değişkenler	Katsayılar	t istatistik değerleri	p
C	6.402513	6.599499	0.0000
logfaiz	-0.496880	-1.937317	0.0636

Tablo 7’de görüldüğü üzere faiz oranı değişkeninin katsayısı, negatif işaretli olup %10 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır ( $p < .10$ ). Bu sonuç, faiz oranı değişkeniyle gübre tüketim miktarı değişkeni arasında negatif ilişki olduğunu kanıtlar. Şöyle ki, faiz oranında yaşanan %1’lik yükseliş, gübre tüketim miktarını yaklaşık %0.50 azaltmaktadır.

Faiz oranı ve gübre tüketim miktarı değişkenleri arasındaki uzun dönemli ilişkinin dinamikleri belirlendikten sonra kısa dönemli ilişkinin dinamiklerinin belirlenmesine geçilmiş olup bu aşamada seçilmiş modelin hata düzeltme katsayısı tahmin edilmiştir (bkz. Tablo 8).

**Tablo 8.** ARDL (7, 9) modelinin hata düzeltme katsayısının tahminine ilişkin sonuçlar

Değişkenler	Katsayılar	t istatistik değerleri	p
d(loggubre(-1))	-0.470749	-3.601849	0.0013
d(loggubre(-2))	-0.488956	-3.527917	0.0016
d(loggubre(-3))	-0.131101	-0.958911	0.3464
d(loggubre(-4))	-0.384786	-2.750588	0.0107
d(loggubre(-5))	-0.287132	-2.116788	0.0440
d(loggubre(-6))	-0.268040	-2.115107	0.0442
d(logfaiz)	-0.128674	-1.843463	0.0767

**Tablo 8'in devamı**

d(logfaiz(-1))	0.065327	0.863822	0.3956
d(logfaiz(-2))	0.172791	2.169673	0.0394
d(logfaiz(-3))	0.110192	1.252197	0.2216
d(logfaiz(-4))	-0.066799	-0.766158	0.4505
d(logfaiz(-5))	0.008506	0.102151	0.9194
d(logfaiz(-6))	-0.092120	-1.106603	0.2786
d(logfaiz(-7))	-0.123813	-1.544009	0.1347
d(logfaiz(-8))	0.230357	2.840502	0.0086
Hata düzeltme katsayısı	-0.198822	-4.020062	0.0004

Tablo 8'de görüldüğü üzere hata düzeltme katsayısı, negatif işaretli olup %5 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır ( $p < .05$ ). Bu sonuç, kısa dönemli şokları takiben oluşan uzun dönem dengesinden sapmaların 1 dönem sonra yaklaşık %20 düzeldiğinin (giderildiğinin) kanıtıdır. Başka bir deyişle, kısa dönemli şokların etkisiyle birbirinden uzaklaşan iki değişken, 1 dönem sonra birbirine/dengeye yaklaşık %20 yeniden yakınlık göstermektedir.

Faiz oranı ve gübre tüketim miktarı değişkenleri arasındaki ilişkinin analizi kapsamında varılan "Faiz oranı yükseldikçe gübre tüketim miktarı azalmaktadır." şeklindeki sonuç, Iticha vd., (2021) ve Mavuthu (2017) tarafından farklı ülkelerde yapılan çalışmaların sonuçlarını desteklemekte ve literatürdeki teorik varsayımı doğrulamaktadır.

## Sonuç

Tarım işletmelerinin işletme sermayelerindeki yetersizlik, tarım sektöründeki diğer tüm paydaşları etkileyen bir kısır döngü oluşturmaktadır. Şöyle ki, tarım işletmeleri, işletme sermayeleri yeterli olmadığında özellikle ekim, dikim ve bakım dönemlerinde gerekli olan önemli girdileri (örneğin, gübreyi) gerekenden çok daha az satın alabilmektedirler. Bu durum, gübre üretimi ve satışı aşamalarındaki paydaşlar üzerinde çarpan etkisi yaratmaktadır. Ayrıca gerekli gübreleri yeterince veya hiç kullanamayan tarım işletmeleri potansiyellerinden az tarımsal ürün üretebilmektedirler. Tarım işletmelerinin üretim ile ilgili potansiyellerini gerçekleştirememeleri tarımsal ürünlerde arz miktarının talep miktarını tam olarak karşılayamamasıyla ve burada oluşan arz-talep dengesizliği alıcıların ihtiyaç duydukları ürünleri yeterli miktarlarda ve makul fiyatlarda satın alamamalarıyla sonuçlanmaktadır.

Bu çalışmada Türkiye'deki tarımsal kredi faiz oranlarının gübre tüketim miktarına etkisi zaman serisi analiziyle analiz edilmiştir. Analizde kullanılan gözlem sayısını olabildiğince yüksek tutabilmek için çeşitli veri kaynaklarından veriler çekilmiştir. Veri dönemi, çekilebilen verilerden hareketle, 1969-2021 olarak belirlenmiştir. Analiz, zaman serisi analizinde araştırmacılar tarafından sıklıkla uygulanan yöntemlerden biri olan ARDL sınır testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. ARDL'nin tercih edilmesi, iki veya daha fazla değişken arasında hem kısa dönemli ilişkinin hem uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin dinamiklerini tahmin edebilmeyi sağlaması nedeniyledir.

Çalışmada kurulan modelin tahmininden elde edilen sonuçlara göre; faiz oranı değişkeniyle gübre tüketim miktarı değişkeni arasında uzun dönemli, negatif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Şöyle ki, faiz oranı %1 yükseldiğinde gübre tüketim miktarı yaklaşık %0.50 azalmaktadır. Diğer taraftan değişkenler arasında bulunan kısa dönemli ilişki de beklenildiği gibi negatif yönlü olup istatistiksel olarak anlamlıdır (Hata düzeltme modeli çalışmaktadır.). Kısa dönem şoklarını takiben oluşan uzun dönem dengesinden sapmalar 1 dönem sonra yaklaşık %20 ortadan kalmaktadır. Bu bağlamda, değişkenler arasındaki uyarlanma sürecinin yavaş olmadığı açıktır.

Türkiye’de tarımsal üretim, akaryakıt ve zirai ilacın yanı sıra en önemli tarımsal girdi kalemlerinden biri olan gübre konusunda da ithalata, yani döviz kuruna bağımlı olduğu için yüksek maliyetlidir. Dolayısıyla kısa vadede gübre tüketiminin sübvansede edilmesi, uzun vadede ise yerli üretimin artırılması yönünde devlet ve özel sektör tarafından dikkate değer adımlar atılması hem gübre fiyatlarının sağlıklı bir yapıya kavuşturulması hem gübre arz güvenliğinin sağlanması için gereklidir. Ayrıca ülke genelinde gübre fiyatları Rekabet Kurumu ve T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından sıklıkla denetlenmeli, gübre sektöründeki eksik rekabet piyasası şartları düzeltilmelidir.

Sonuç olarak Türkiye’deki tarımsal üretkenliğin artırılabilmesi için gübre tüketim miktarının artırılması gerektiği söylenebilir. Bu doğrultuda özellikle işletme sermayeleri yetersiz tarım işletmelerine lider tarımsal kredi kuruluşu konumunda bulunan T.C. Ziraat Bankası A.Ş. üzerinden daha düşük faiz oranlarıyla sermaye desteği sağlanılmasının yanı sıra doğru zamanda, yeterli ve bilinçli gübre tüketiminin tarım işletmeleri arasında yaygınlaştırılması amacıyla devlet ve özel sektör işbirliğiyle teşvik (ödül) ve destek (hem teknik hem maddi) politikalarının/mekanizmalarının hayata geçirilmesi ve bunların sürdürülebilir ve yeterli olması önem arz etmektedir. Böylelikle Türkiye’nin tarımsal ürünlere yönelik iç talebi büyük ölçüde karşılayabilmesi, tarımsal ihracatını giderek artırabilmesi ve bunları yaparken kaynaklarını daha etkin kullanabilmesi ve koruyabilmesi sağlanabilir.

Bu çalışmadan hareketle başka bir çalışmada Türkiye’deki döviz kurunda yaşanan değişimlerin gübre tüketimine etkisi zaman serisi analiziyle incelenebilir.

### **Çıkar Çatışması**

Makalenin hiçbir yazarı için bilinen ya da olası bir çıkar çatışması yoktur.

### **Kaynaklar**

Akel V ve Gazel S (2014). Döviz kurları ile BİST sanayi endeksi arasındaki eşbütünlüşme ilişkisi: bir ardl sınır testi yaklaşımı. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 44, 23-41. <https://doi.org/10.18070/euiibfd.57171>

Ardeni P G ve Freebairn J (2002). The macroeconomics of agriculture. In G. Rausser and B. L. Gardner, Handbook of Agricultural Economics (1456-1485). Elsevier Science B.V. <https://doi.org/10.1093/jae/ejl024>

Bora K (2022). Rainfall shocks and fertilizer use: a district level study of India. Environment and Development Economics, 27(6), 556-577. <https://doi.org/10.1017/S1355770X21000413>

Brij B, Sharma R K ve Sharma S D (2005). Factors influencing fertilizer production and consumption in India. Indian Journal of Agricultural Research, 39(2), 146-149.



- Doru Ö ve Düşünceli F (2021). Türkiye’de ticari dışa açıklık ve enflasyon ilişkisi: ardl sınır testi ve nedensellik analizi. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(23), 37-54. <https://doi.org/10.36543/kauibfd.2021.003>
- Engle R F ve Granger C W (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55(2), 251-276.
- FAO (2022). Credit to agriculture. Global and regional trends 2012-2021. Erişim tarihi: 15.09.2023 <https://www.fao.org/publications/card/en/c/CC3748EN>
- Furkanlar Danışmanlık (2023). Sübvansiyonlu krediler. Erişim tarihi: 18.12.2023 <https://furkanlardanismanlik.com/subvansiyonlu-krediler/?query-19-page=4&cst>
- Iticha M D, Jaleta M ve Mitiku F (2021). Determinants and profitability of inorganic fertilizer use in smallholder maize production in Ethiopia. *Cogent Food and Agriculture*, 7(1), 1-20. <https://doi.org/10.1080/23311932.2021.1911046>
- Johansen S (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 231-254.
- Kredi Kayıt Bürosu (2022). Türkiye tarımsal görünüm saha araştırması. İstanbul.
- Malik R P S ve Sekhar C S C (2007). Factors affecting fertilizer consumption in Haryana. Delhi: AERC.
- Mavuthu A K (2017). Effect of the national accelerated agricultural inputs access subsidy program on fertilizer usage and food production in Kakamega county, western Kenya. Doctoral Thesis, Walden University, College of Social and Behavioral Sciences, Minneapolis.
- Pata U K, Yurtkuran S ve Kalça A (2016). Türkiye’de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme: ardl sınır testi yaklaşımı. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 38(2), 255-271. <https://doi.org/10.14780/muiibd.281411>
- Pesaran M H, Shin Y ve Smith R J (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *J. Appl. Econ.*, 16, 289-326.
- Polat H (2018). Gübre desteği ödemelerinde toprak analizi zorunluluğunun gübre kullanımına etkilerinin belirlenmesi: Polatlı örneği. *Ziraat Mühendisliği*, (365), 34-44. <https://doi.org/10.33724/zm.459287>
- Polat H (2020). Türkiye’deki azotlu gübre tüketiminin irdelenmesi ve toprak analizi zorunluluğunun azotlu gübre kullanımına etkilerinin belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 9(2), 60-71. <https://doi.org/10.21657/topraksu.568939>
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2023). Bitki besleme istatistikleri. Erişim tarihi: 18.12.2023 <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Bitki-Besleme-ve-Tarimsal-Teknolojiler/Bitki-Besleme-Istatistikleri>
- Tarım Orman Şurası (2019). Tarımsal girdiler ve finansman grubu çalışma belgesi. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Eğitim ve Yayın Dairesi Başkanlığı.
- Tengiz Z M, Ayyıldız M, Çiçek A ve Ayyıldız B (2022). Tarım işletmelerinde sermaye dağılımının rantabilite ve risk yönetimi açısından değerlendirilmesi: Yozgat ili örneği. *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(1), 45-53.

---

The World Bank (2022). Agriculture & rural development-fertilizer consumption (Türkiye). Erişim tarihi: 18.12.2023 <https://data.worldbank.org/indicator>

Tosun F ve Güneş E (2018). Ankara ili tarım işletmelerinin sermaye yapısı ve tarımsal kredilerin geri ödenmesinde etkili faktörlerin analizi. TEAD, 4(2), 17-24.

Türkiye İstatistik Kurumu (2018). Tarımsal işletme yapı araştırması, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni. Erişim tarihi: 09.09.2023 <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Tarimsal--Isletme-Yapi-Arastirmasi-2016-24869>

TZOB (2019). Zirai iktisadi raporlar. Erişim tarihi: 18.12.2023 <https://www.tzob.org.tr/zirai-iktisadi-raporlar>

Ünlüer M (2017). Eskişehir ili tarım işletmelerinin sermaye yapısının incelenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(1), 57-63.

Zhang Y, Fan X, Mao Y, Wei Y, Xu J ve Wu L (2023). The coupling relationship and driving factors of fertilizer consumption, economic development and crop yield in China. Sustainability (Switzerland), 15, 7851. <https://doi.org/10.3390/su15107851>



*Araştırma makalesi*

***Diploaxis tenuifolia* (L.) DC. Bitkisinin Bazı Kültür Bitkileri Üzerine  
Allelopatik Etkisi<sup>a</sup>**

**Fatih Kağan KOMBIÇAK<sup>1</sup> , Gürkan ARISOY<sup>1</sup> , Burak KUŞLUK<sup>1</sup>,  
Melih YILAR<sup>1\*</sup> **

<sup>1</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 40100, Bağbaşı, Kırşehir, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): melih.yilar@ahievran.edu.tr

Makale alınış (Received): 27.11.2023 / Kabul (Accepted): 20.12.2023 /Yayınlanma (Published): 31.12.2023

**ÖZ**

Kırşehir ilinde doğal yayılış gösteren *Diploaxis tenuifolia* (L.) DC. bitki ekstraktlarının bazı kültür bitkileri üzerine allelopatik etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada bitkiler çiçeklenme aşamasında toplanmış ve gölgede kurutulmuşlardır. Çalışmada bitki materyalinden su ve metanol ekstraktı hazırlanmıştır. Kuru bitki materyalinden saf su kullanılarak %5, %10 ve %20'lik dozlar elde edilmiştir. 100 gr kuru bitki materyali üzerine 1 litre metanol ilave edilerek 48 saat bekletilmiştir. Metanol uçurulduktan sonra geriye kalan madde Dimetilsülfoksit (DMSO) ile çözülerek 150, 300 ve 600 ppm dozlar elde edilmiştir. 9 cm çaplı petri kaplarına 2 katlı filtre kağıdı yerleştirilmiş ve test bitkilerine ait tohumlar 25'er adet sayılarak konmuştur. Hazırlanmış petri kapları kontrol amaçlı 6 ml saf (su+DMSO) ve elde edilen ekstraktlardan 6 ml ilave edilmiş, parafilmlelenerek 24 °C'de 1-3 hafta süre ile inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda test bitkilerinin tohum çimlenme sayısı, kök ve sürgün uzunlukları belirlenmiştir. Sonuç olarak bitki su ve metanol ekstraktlarının tere tohumunun çimlenmesi üzerine istatistiki olarak olumsuz bir etki göstermediği ancak fide gelişimini kontrole kıyasla engellediği belirlenmiştir. Yine arpa, buğday ve çim tohumlarında da doza ve ekstrakta bağlı olarak farklı düzeylerde farklı etkiler göstermiştir. Bu çalışma ile ülkemizin birçok yöresinde doğal yayılış gösteren, kuraklığa dayanıklı olduğu bilinen ve daha çok insan beslenmesi yönünde literatürde yer alan *D. tenuifolia* bitkisinin bazı kültür bitkileri üzerine allelopatik etkisi olduğu ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Diploaxis tenuifolia*, allelopatik etki, bitki ekstraktları

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

<sup>a</sup> **Atıf bilgisi / Citation info:** Kombiçak FK, Arısoy G, Kuşluk B, Yılar M (2023). *Diploaxis tenuifolia* (L.) DC. Bitkisinin Bazı Kültür Bitkileri Üzerine Allelopatik Etkisi. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 3(2): 235-243

## Allelopathic Effect of *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. (sand rocket plant) on Some Crops

### ABSTRACT

This study was conducted to determine the allelopathic effect of *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. plant extracts, naturally distributed in Kırşehir province, on some cultivated plants. The plants were collected at the flowering stage and dried in the shade. Doses of 5%, 10%, and 20% were obtained from dry plant material by using pure water. 1 liter of methanol was added to 100 g dry plant material and left for 48 hours. After evaporating the methanol, the remaining substance was dissolved with Dimethylsulfoxide (DMSO) to obtain doses of 150, 300 and 600 ppm. 2-layer filter paper was placed in 9 cm diameter petri dishes and the seeds of the test plants (barley, wheat, cress and grass) were counted as 25 pieces each. For control, 6 ml of pure (water + DMSO) and 6 ml of the obtained extracts were added to the prepared petri dishes, parafiltered and incubated at 24 °C for 1-3 weeks. At the end of the period, the seed germination number, root and shoot lengths of the test plants were determined. As a result, it was determined that plant water and methanol extracts did not have a statistically negative effect on cress seed germination, but inhibited seedling development compared to control. It, also, showed different effects at different levels on barley, wheat and grass seeds, depending on the dose and extract. Our study revealed that the *D. tenuifolia* plant, which is naturally distributed in many regions of our country, is known to be resistant to drought and is mostly mentioned in the literature for human nutrition, has an allelopathic effect on some cultivated plants.

**Keywords:** *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC., allelopathic effect, plant extracts

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

### Giriş

Allelopati, bir organizmanın diğer organizmaların büyümesini, hayatta kalmasını, gelişmesini ve üremesini ürettiği biyokimyasallar ile etkileyen biyolojik bir olgudur. Bu allelopatik etki alıcı ve donör bitki arasında olumlu etki (yabancı ot kontrolü) veya olumsuz etki (ototoksiste, biyolojik istila) gibi etkileşimlere yol açabilmektedir (Cheng ve Cheng, 2015). Bu farklı etkiye sebep olan bitkiler tarafından üretilip ortama bırakılan allelokimyasallardır. Bitkiler tarafından ortama salıverilebildiği gibi yan ürünleri olarak ta bırakılabilmektedir. Bu bileşenler allelokimyasallar olarak adlandırılmakta olup tarımsal ekosistemde diğer bitkiler üzerinde fitotoksik etkiler meydana getirebilmektedir (Alam ve Islam, 2002, Yılar ve ark., 2020). Bu allelokimyasallar bitkilerin farklı kısımlarında(yaprak, çiçek, kök, gövde vb.) bulunabilmekte ve farklı yollarla ortama bırakılmaktadır. Dolayısıyla allelopatinin engelleyici özelliğinden dolayı tarımsal alanlarda yabancı ot kontrolünde alternative bir yöntem olarak kullanılabilme potansiyeline sahiptir.

Son yıllarda yabancı ot kontrolünde sıkça başvuru yapılan pestisitlerin çevre ve insan sağlığı üzerine meydana getirdiği zararlı etkiler araştırmacıları bu kimyasallara veya kullanım miktarını

azaltmaya yönelik alternatif arayışlara yöneltmiştir. Özellikle tarımsal ekosistemde allelopatik etkiye sahip kültür bitkilerine ekim nöbetinde yer vererek, karışık ekimlerde kullanarak ve örtücü bitki olarak yetiştirerek yabancı otlara karşı bir üstünlük sağlanabilmektedir. Bunun yanı sıra son zamanlarda bitki ekstraktlarının doğrudan veya azaltılmış herbisit dozlarıyla karıştırılarak yabancı ot kontrolünde kullanımına yönelik çalışmalar da yürütülmektedir (Serim ve ark., 2015). Ayrıca sentetik pestisitlere alternatif olması beklenen sekonder bileşiklerin etkinlikleri üzerine çalışmalar da yürütülmektedir. Bu bağlamda, bitki ekstraktlarının allelopatik, antifungal, insektisidal ve benzeri biyolojik aktiviteleri üzerine çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda Brassicaceae familyası üyeleri de yer almaktadır. Bu familya üyelerinin sahip oldukları yüksek allelopatik etkilerden dolayı ülkemizde ve yurt dışında çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu bitkilerin; yabancı otlarda çimlenme, büyüme ve gelişmelerinde olumsuz yönde etki gösterdiği yürütülen çalışmalarda rapor edilmiştir (Giordano ve ark., 2005). Bu bitkilerin çoğu yüksek oranda kükürt içeren bileşikler, yağlar, glikozitler, glikosinolatlar, indol bileşikler vb. içermektedir (Özdemir, 2007). Bu familyada yer alan *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. (Türpenk) bitkisi Akdeniz havzasında tahrip edilmiş kumlu, kalkerli topraklarda yayılım gösteren çok yıllık bir bitkidir. *D. tenuifolia* özellikle boş alanlarda, nadas alanlarında, bitki örtüsü temizlenmiş alanlarda daha fazla görülebilmektedir. Türpenk olarak bilinen bitki glikozitler bakımından zengin olup biyolojik aktiviteye sahiptir (Özcan, 2015). Bu bitkinin floristik topluluklarda sahip olduğu güçlü rekabet yeteneği, içerdiği S-glucoopyranosyl thiohydroximate gibi allelopatik maddelerin üretimine bağlıdır (Giordano ve ark., 2005). *D. tenuifolia*'nın taze yaprak, sap ve çiçeklerinden buhar distilasyonu ile elde edilen metabolitler, *Fusarium oxysporum* ve *Rhizopus* sp.'ye karşı hiçbir aktivite göstermediği ancak *Phytophthora infestans*'a (MIC = 1 mg/disk), *Penicillium digitatum*'a (MIC = 0,1 mg/disk) ve *Penicillium funiculosum*'a (MIC = 0,1 mg/disk) karşı orta düzeyde antifungal aktivite sergilemiştir (Rodriguez ve ark., 2006).

Bu çalışmada, Kırşehir ilinde doğal yayılış gösteren *D. tenuifolia* bitki ekstraktlarının *Hordeum vulgare* L., *Triticum aestivum* L., *Lepidium sativum* L. ve *Lolium temulentum* L. bitkileri üzerine fitotoksik etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

**Materyal:** Çalışmada ekstrakt bitkisi olarak Kırşehir ilinde yaygın olan *Diplotaxis tenuifolia* (Türpenk) kullanılmıştır. Türpenk çiçeklenme aşamasında, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Kampüs alanından 2021-2022 vejetasyon döneminde toplanmıştır. Toplanan bitkiler gölgede kurutulmuş ve muhafaza edilmiştir.

**Bitki Ekstraktlarının Hazırlanması:** *Su Ekstraktının Hazırlanması:* Kurutulan bitkisel materyal bitki öğütme değirmeni ile toz haline getirilmiştir. Çalışmada kullanılan %5, %10 ve %20'lik dozları elde etmek için önceden hazırlanan 200 gr bitki materyali 1000 ml saf su içeren cam kap içine konulmuş ve orbital çalkalayıcıda 120 rpm'de 24 saat çalkalandıktan sonra filtre kağıdından süzülerek katı artıklar uzaklaştırılmıştır. Ekstraktlar denemede kullanılıncaya kadar muhafaza edilmiştir (Özdemir, 2007). Elde edilen ekstraktlar Şekil 1'de verilmiştir.

*Metanol Ekstraktının Hazırlanması:* Öğütülmüş bitki materyalinden 100 gr tartılarak 1 L erlenmayerlere konulmuş ve üzerine 600 ml metanol ilave edilerek, 48 saat oda sıcaklığında

orbital çalkalayıcıda 120 rpm'de çalkalanmıştır. Daha sonra ekstrakt filtre kağıdından geçirilmiştir. Metanol evaporator ile 32 °C' de katı madde elde edilene kadar evapore edilerek uzaklaştırılmıştır. Geriye kalan ekstraktlar DMSO+su ile çözülerek farklı konsantrasyonlar (150, 300 ve 600 ppm) elde edilmiştir (Kadıoğlu ve Yanar, 2004).

***Su ve metanol Ekstraktlarının Test Bitkilerinin Tohum Çimlenmesi ve Fide Gelişimine Etkisi:*** Test bitkilerine ekstraktların etki çalışması, 2 kat kurutma kağıdı yerleştirilmiş 9 cm çaplı petri kaplarında yürütülmüştür. Petri kaplarına, test bitkilerine (arpa, buğday, tere ve çim) ait tohumlar (25'er adet) homojen olarak dağıtılmıştır. Farklı dozlardaki su (%5, %10, %20) ve metanol (150, 300 ve 600 ppm) ekstraktları tohumların yerleştirildiği petri kaplarına 6 ml ilave edilmiştir. Kontrol petripleri ise olarak 6 ml saf su+DMSO ile nemlendirilmiştir. Petri kapları ortalama 24 °C de 1-3 hafta süre ile inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda test bitkilerine ait tohumların çimlenme oranı ile kökçük ve sürgün boyları belirlenmiştir (Önen, 2003). Denemeler 3 tekerrürlü ve 2 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür (Şekil 2).

***Verilerin Değerlendirilmesi:*** Elde edilen veriler, SPSS 15 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklar ise DUNCAN testi ile belirlenmiştir.

## **Bulgular ve Tartışma**

Kırşehir ilinde doğal yayılış gösteren *Diploaxis tenuifolia* bitkisinden hazırlanan su ve metanol ekstraktlarının farklı kültür bitkilerinin tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine allelopatik etkileri Tablo 1, 2, 3 ve 4'de verilmiştir. Buna göre *D. tenuifolia*'nın farklı çözücülerle hazırlanan ekstrakta, uygulama dozuna ve test bitkisine bağlı olarak değişen oranlarda allelopatik etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

*D. tenuifolia* su ekstraktlarının buğday, arpa, çim ve terenin tohum çimlenmesi ile fide gelişimi üzerine fitotoksik olduğu çalışmada saptanmıştır. Bu olumsuz etki artan doza ve test bitkisine göre farklılık göstermiştir. *D. tenuifolia* bitki su ekstraktı; çim ve terenin tohumlarının çimlenmesi üzerine olumsuz bir etki göstermemesine karşın buğday ve arpa tohumlarının çimlenmesini engellemiştir (Tablo 2, Şekil 3). *D. tenuifolia* su ekstraktı tere fide gelişimi üzerine de olumsuz bir etki göstermemiştir. Ancak buğday, arpa ve çim fide gelişimi bitki su ekstraktından olumsuz yönde etkilenmiştir (Tablo 1, Şekil 3).

*D. tenuifolia* bitki metanol ekstraktları buğday, arpa, çim ve tere tohum çimlenmesi ile fide gelişimi üzerine fitotoksik olduğu belirlenmiştir. Bu olumsuz etki artan doza ve test bitkisine göre farklılık göstermiştir. *D. tenuifolia* bitki metanol ekstraktı; tere tohum çimlenmesi üzerine olumsuz bir etki göstermemesine karşın buğday, arpa ve çim tohum çimlenmesini engellemiştir (Tablo 4, Şekil 4). *D. tenuifolia* metanol ekstraktı kontrol bitkilerine kıyasla test bitkilerinin fide gelişimini engellemiş ve bu etki istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Tere ve buğday bitkilerinin sürgün gelişimi en düşük dozda (150 ppm) artış göstermesine rağmen, 300 ve 600 ppm dozlar da ise kontrole göre sürgün gelişimini azaltmıştır (Tablo 3, Şekil 4).

Bu çalışma, *D. tenuifolia* bitkisinin allelopatik etkiye sahip olduğunu göstermiş olup, kültür bitkilerine fitotoksik etkide bulanma potansiyeline sahip bir bitki olduğunu göstermiştir. Bu

nedenle tarım alanlarında kendiliğinden ortaya çıkacak olan *D. tenuifolia* bitkisi kültür bitkisinin gelişimini hem rekabete girerek hem de üreteceği sekonder bileşiklerce olumsuz etkileyebilme potansiyeline sahiptir.

**Tablo 1.** *Diplotaxis tenuifolia* su ekstraktının test bitkilerin tohum çimlenmesi üzerine % etkisi

Doz (%)	Arpa	Buğday	Tere	Çim
<b>Kontrol</b>	98,66 <sup>a*</sup> ±1,33	98,66 <sup>a*</sup> ±1,33	100 <sup>a*</sup> ±0,0	80,00 <sup>a*</sup> ±5,81
<b>5</b>	93,33 <sup>ab</sup> ±2,66	94,66 <sup>ab</sup> ±1,33	100 <sup>a*</sup> ±0,0	78,66 <sup>a*</sup> ±2,30
<b>10</b>	88,00 <sup>bc</sup> ±6,11	88,00 <sup>bc</sup> ±2,30	98,66 <sup>a*</sup> ±1,33	76,66 <sup>a*</sup> ±3,52
<b>20</b>	85,33 <sup>c</sup> ±1,33	84,00 <sup>c</sup> ±4,61	98,66 <sup>a*</sup> ±1,3	61,33 <sup>a*</sup> ±8,74

\* Aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar LSD'ye göre 0.05 önem seviyesinde farklıdır.

**Tablo 2.** *Diplotaxis tenuifolia* su ekstraktının test bitkilerinin fide gelişimi üzerine etkisi

Doz (%)	Arpa		Buğday		Tere		Çim	
	Kök (cm)	Sürgün (cm)	Kök (cm)	Sürgün (cm)	Kök (cm)	Sürgün (cm)	Kök (cm)	Sürgün (cm)
<b>Kontrol</b>	4,98 <sup>a*</sup> ±0,2	5,57 <sup>a*</sup> ±0,1	5,42 <sup>a*</sup> ±0,8	5,73 <sup>a*</sup> ±0,4	6,74 <sup>a*</sup> ±0,3	0,98 <sup>a*</sup> ±0,1	1,19 <sup>a*</sup> ±0,0	2,12 <sup>a*</sup> ±0,1
<b>5</b>	3,38 <sup>b</sup> ±0,2	4,06 <sup>b</sup> ±0,4	3,91 <sup>ab</sup> ±0,7	3,99 <sup>b</sup> ±0,2	5,73 <sup>a*</sup> ±0,7	0,89 <sup>a*</sup> ±0,4	0,62 <sup>b</sup> ±0,0	1,77 <sup>a*</sup> ±0,1
<b>10</b>	3,34 <sup>b</sup> ±0,1	3,83 <sup>b</sup> ±0,4	3,76 <sup>ab</sup> ±0,2	3,85 <sup>b</sup> ±0,1	5,62 <sup>a*</sup> ±0,4	0,60 <sup>a*</sup> ±0,0	0,38 <sup>c</sup> ±0,0	1,58 <sup>a*</sup> ±0,2
<b>20</b>	2,26 <sup>c</sup> ±0,2	2,12 <sup>c</sup> ±0,0	2,08 <sup>b</sup> ±0,1	3,22 <sup>b</sup> ±0,2	3,38 <sup>b</sup> ±0,4	0,57 <sup>a*</sup> ±0,0	0,17 <sup>d</sup> ±0,0	0,26 <sup>b</sup> ±0,1

\* Aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar LSD'ye göre 0.05 önem seviyesinde farklıdır.

**Tablo 3.** *Diplotaxis tenuifolia* metanol ekstraktının test bitkilerin tohum çimlenmesi üzerine % etkisi

Doz (mg/ml)	Arpa	Buğday	Tere	Çim
<b>Kontrol</b>	97,33 <sup>a*</sup> ±1,33	96,00 <sup>a*</sup> ±2,30	82,66 <sup>a*</sup> ±5,10,4	92,00 <sup>a*</sup> ±4,61
<b>150</b>	94,66 <sup>a*</sup> ±2,66	96,00 <sup>a*</sup> ±2,30	86,66 <sup>a*</sup> ±1,33	86,66 <sup>a*</sup> ±1,33
<b>300</b>	93,33 <sup>a*</sup> ±3,52	92,00 <sup>ab</sup> ±2,30	73,33 <sup>a*</sup> ±4,80	57,33 <sup>b</sup> ±4,80
<b>600</b>	64,00 <sup>b</sup> ±6,11	85,33 <sup>b</sup> ±2,66	73,33 <sup>a*</sup> ±5,81	2,66 <sup>c</sup> ±1,33

\* Aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar LSD'ye göre 0.05 önem seviyesinde farklıdır.

**Tablo 4.** *Diplotaxis tenuifolia* metanol ekstraktının test bitkilerin fide gelişimi üzerine etkisi

Doz (mg/ml)	Arpa		Buğday		Tere		Çim	
	Kök (cm)	Sürgün (cm)	Kök (cm)	Sürgün (cm)	Kök (cm)	Sürgün (cm)	Kök (cm)	Sürgün (cm)
<b>Kontrol</b>	6,01 <sup>a*</sup> ±0,5	7,01 <sup>a*</sup> ±0,4	4,08 <sup>a*</sup> ±0,6	4,90 <sup>a*</sup> ±0,5	7,13 <sup>a*</sup> ±1,3	0,42 <sup>b</sup> ±0,0	1,56 <sup>a*</sup> ±0,1	2,82 <sup>a*</sup> ±0,3
<b>150</b>	4,10 <sup>b</sup> ±0,3	6,13 <sup>a*</sup> ±0,5	3,52 <sup>ab</sup> ±0,2	5,75 <sup>a*</sup> ±0,8	4,00 <sup>b</sup> ±0,0	1,06 <sup>a*</sup> ±0,2	0,32 <sup>b</sup> ±0,0	1,64 <sup>b</sup> ±0,1
<b>300</b>	3,03 <sup>b</sup> ±0,6	3,56 <sup>b</sup> ±0,1	2,85 <sup>ab</sup> ±0,1	4,20 <sup>ab</sup> ±0,1	0,38 <sup>c</sup> ±0,2	0,0 <sup>b</sup> ±0,0	0,09 <sup>bc</sup> ±0,0	0,98 <sup>bc</sup> ±0,4
<b>600</b>	0,72 <sup>c</sup> ±0,1	1,05 <sup>c</sup> ±0,0	2,34 <sup>b</sup> ±0,4	2,68 <sup>b</sup> ±0,2	0,10 <sup>c</sup> ±0,0	0,0 <sup>b</sup> ±0,0	0,01 <sup>c</sup> ±0,0	0,01 <sup>c</sup> ±0,0

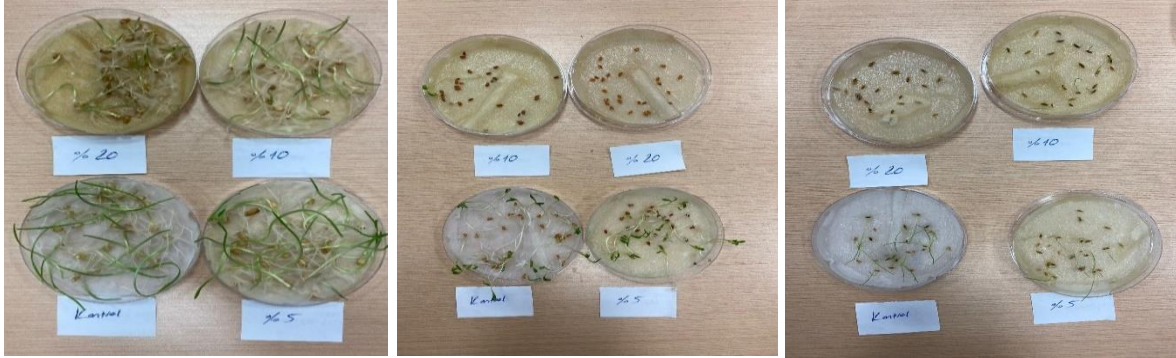
\* Aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar LSD'ye göre 0.05 önem seviyesinde farklıdır.



Şekil 1. Dozları ayarlanmış bitki ekstraktları



Şekil 2. Bitki ekstraktlarının ilavesi, tohumların homojen dağıtılması ve bitkilerin ölçülmesi



a

b

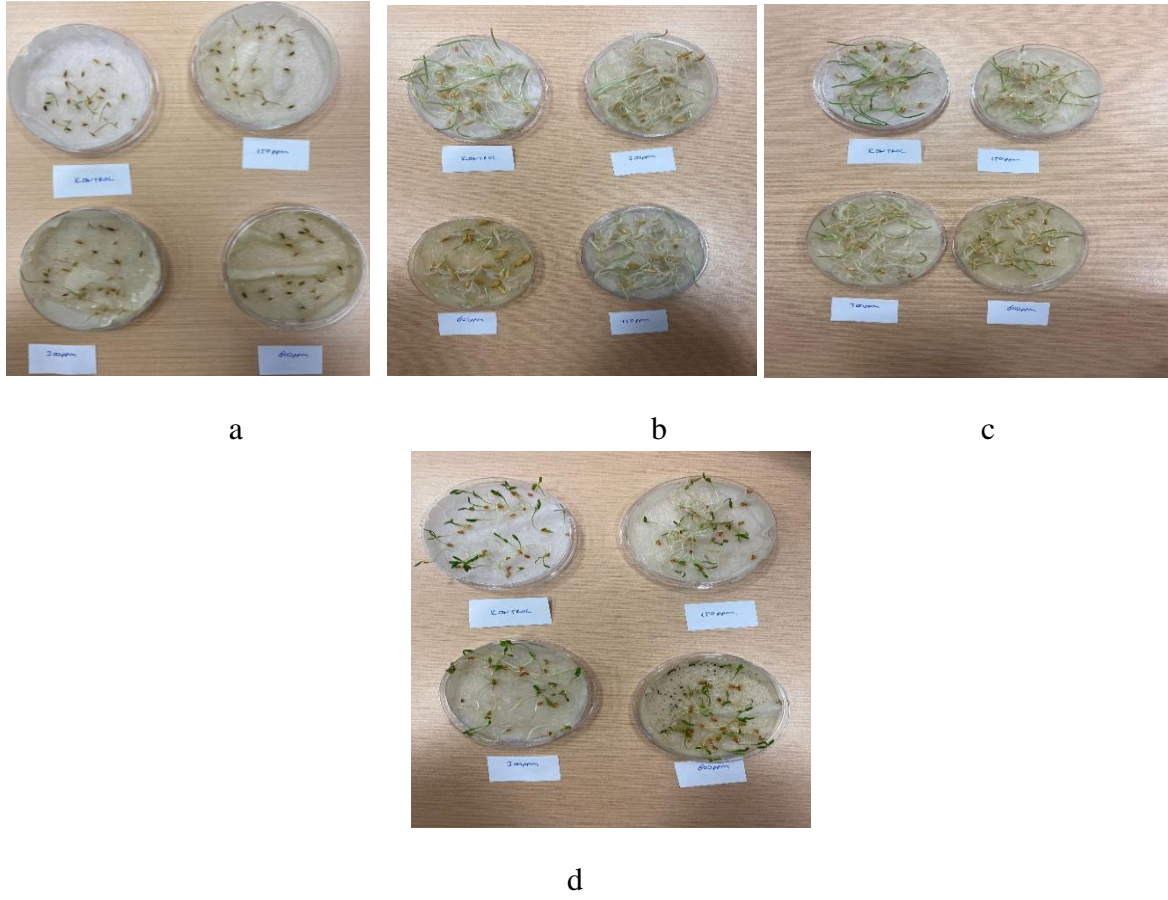
c



d

Şekil 3. *Diplotaxis tenuifolia* su ekstraktlarının test bitkileri (a: buğday, b: tere, c: çim, d: arpa) üzerine etkisi





**Şekil 4.** *Diplotaxis tenuifolia* metanol ekstraktlarının test bitkileri (a: çim, b: arpa, c: buğday, d: tere) üzerine etkisi

Bu bitki üzerine yürütülen çalışmalarda; bitkinin bünyesinde nitril, tiyosiyanat ve izotiyosiyanat bileşikleri ihtiva ettiği ve antifungal özellik gösterdiği rapor edilmiştir (Erik, 2012). Başka bir araştırmada ise *D. tenuifolia* bitkisinin *Phytophthora cinnamomi* Rands patojeni üzerine antifungal etkisinin olduğu bildirilmiştir (Rodríguez-Romero ve ark., 2021). Mevcut çalışmaya benzer şekilde *D. tenuifolia*'nın sirken, arpa, marul, semizotu ve turp üzerine allelopatik etkiye sahip olduğu ve bitkinin potansiyel bir allelokimyasal olan S-glucopyranosyl thiohydroximate ihtiva ettiği belirtilmiştir (Giordano ve ark., 2005). *D. tenuifolia* metanol ekstraktının fenolik ve flavonoid içerdiği ve antioksidant aktivite gösterdiği yine başka bir araştırmayla ortaya konmuştur (Abdalrahman ve ark., 2018). *Diplotaxis* çiçekleri antioksidant ve anti-inflammatory için önemli bir kaynaktır (Oueslatiab ve ark., 2015). Yine bu cinse mensup *D. eruroides* L. ekstraktlarının buğday ve hıyar bitkileri üzerine allelopatik etki gösterdiği Qasem (2007) tarafından rapor edilmiştir. Aynı cinse mensup *D. isharr*a bitkisinden quercetin, isorhamnetin 3-rhamnoside, isorhamnetin 3-o-rutinoside, isorhamnetin 3-glucosyl-4-rhamnoside ve isorhamnetin 3-o- $\beta$ -glucoside gibi 5 önemli flavonoid glikozit izole edilmiştir (Atta ve ark., 2011).

---

## Sonuç

Agroekosistemde sorun olan ya da ileride sorun olabilecek yabancı ot türleri kültür bitkileri ile rekabete girerek verim kaybına sebep olabilecekleri gibi üretilen toprağa bırakacakları ikincil yan ürünleri (sekonder bileşikler) ile de kültür bitkileri üzerine allelopatik (fitotoksik) etki göstererek verim kaybına sebep olmaktadır. Bu çalışma sonucunda; nadas ve boş alanlarda yayılış gösteren *Diplotaxis tenuifolia* bitki ekstraktlarının kültür bitkileri üzerine allelopatik etki gösterdiği belirlenmiştir. Rekabet yeteneği güçlü olan bu bitkinin aynı zamanda kültür bitkileri üzerine fitotoksik etki göstermesi tarımsal alanda bu bitki ile mücadele edilmesi gerektiğini göstermektedir.

## Çıkar Çatışması

Makalenin hiçbir yazarı için bilinen ya da olası bir çıkar çatışması yoktur.

## Kaynaklar

Abdalrahman KS, Güneş MG, Shomali N, İşgör BS, Yıldırım Ö (2018). Screening Effects of Methanol Extracts of *Diplotaxis tenuifolia* and *Reseda lutea* on Enzymatic Antioxidant Defense Systems and Aldose Reductase Activity. *Turk J Pharm Sci.*,15(1):97-102.

Alam SM, Islam E (2002). Effects of aqueous extract of leaf, stem and root of nettleleaf goosefoot and NaCl on germination and seedling growth of rice. *Pak J Seed Technol* 1: 47-52.

Atta EM, Hashem AI, Ahmed AM, Elqosyd MS, Jaspars M, El-Sharkaw ER (2011). Phytochemical studies on *Diplotaxis isharra* growing in Sinai. *Euro J of Chem.*;2:535-538.

Cheng F, Cheng Z (2015). Research Progress on the use of plant Allelopathy in Agriculture and the Physiological and Ecological Mechanisms of Allelopathy. *Research Progress on the use of Plant Allelopathy in Agriculture and the Physiological and Ecological Mechanisms of Allelopathy. Front. Plant Sci.* 6:1020.

Erik S (2012). Çok Yönlü Ruderal Bir Tür: *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. A Multy Functional Rubbish Plant: *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4 (1): 27-35.

Giordano S, Molinaro A, Spagnuolo V, Muscariello L, Ferrara R, Cennamo G, Aliotta G (2005) *In vitro* allelopathic properties of wild rocket (*Diplotaxis tenuifolia* DC) extract and of its potential allelochemical *S*-glucopyranosyl thiohydroximate. *Journal of Plant-Microbe Interactions* 1, 51-60.

Kadioğlu I, Yanar Y (2004). Allelopathic effects of plant extracts against seed germination of some weeds. *Asian Journal of Plant Sciences*,3(4), 472-475

Oueslatiab S, Ellilic A, Legaultb J, Pichetteb A, Ksouria R, Lachal M, Karray-Bouraoui N(2015) Phenolic content, antioxidant and anti-inflammatory activities of Tunisian *Diplotaxis simplex* (Brassicaceae). *Nat Prod Res.*;29:1189-1191.

---

Qasem JR (2007). Allelopathic Activity of White Rocket [*Diplotaxis eruroides* (L.) DC.]. Allelopathy, Chapter 9, Page:25.

Önen H (2003). Bazı bitkisel uçucu yağların biyoherbisidal etkileri, Türkiye Herboloji Dergisi, 6(1), 39-47.

Özcan C (2015). *Diplotaxis tenuifolia* (Yabani Roka) bitkisinin fumigant beslemede kullanılabilirliğinin araştırılması, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Özdemir Ş (2007). *Brassicaceae* familyasından bazı bitkilere ait ekstraktların yabancı otlarla mücadelede biyo-herbisit olarak kullanılabilme olanaklarının araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). Mustafa Kemal Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Bölümü, Antakya.

Rodriguez SA, Vela Gurovic MS, Mulet AC, Murray AP (2006). *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC., a source of a potentially antifungal essential oil containing nitrile. Biochemical Systematics and Ecology 34: 353-355.

Rodríguez-Romero M, Godoy-Cancho B, Calha I.M, Passarinho JA, Moreira AC (2021). Allelopathic Effects of Three Herb Species on *Phytophthora cinnamomi*, a Pathogen Causing Severe Oak Decline in Mediterranean Wood Pastures. Forests, 12, 285

Serim AT, Güzel NP, Türktemel İ (2015). Allelopatik bitki ekstraktları ile herbisitlerin beraber kullanımı. Derim, 32 (2): 225-236.

Yılar M, Bayar Y, Abacı Bayar AA, Genc N (2020). Chemical composition of the essential oil of *Salvia bracteata* Banks and the biological activity of its extracts: antioxidant, total phenolic, total flavonoid, antifungal and allelopathic effects. *Botanica Serbica* 44 (1): 71-79.



*Araştırma makalesi*

## Malta Irkı Oğlakların Bazı Büyüme Özellikleri <sup>a,b</sup>

Didem EROĞLU<sup>1</sup>, Mustafa SAATCI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tarım ve Orman Bakanlığı İlçe Müdürlüğü, Fethiye, Muğla, Türkiye

<sup>2</sup> Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 48300, Fethiye, Muğla, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): m\_saatci@hotmail.com

Makale almış (Received): 11.11.2023 / Kabul (Accepted): 30.11.2023 /Yayınlanma (Published): 31.12.2023

### ÖZ

Çalışmada, Fethiye'nin Yakacık köyünde bulunan Malta keçilerinin oğlaklarının büyümeleri doğumdan 120. güne kadar gözlemlenmiştir. Çalışmada cinsiyet doğum, 30., 60., 90. ve 120. gün ağırlıkları üzerine önemli düzeyde etkili olmuştur ( $p<0.05$ ). Erkek ve dişi oğlakların ağırlıkları doğumdan 120. güne kadar sırasıyla 3,26 kg ve 3,00 kg, 9,37 kg ve 8,31 kg, 13,33 kg ve 11,86 kg, 19,25 kg ve 16,76 kg, 35,47 kg ve 29,13 kg olarak tespit edilmiştir. Doğum tipinin önemli düzeyde etki ettiği doğum ve 30. gün ağırlığı tek ve çoklu doğan oğlaklar için sırasıyla 3,51 kg ve 2,76 kg, 10,07 kg ve 7,61 kg olarak bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Ana yaşı da doğum ve 30. gün ağırlığı üzerine önemli bir etki yapmıştır. Bu iki değişken için 2, 3, 4 ve 5 yaşlı analardan doğan oğlakların doğum ve 30. gün ağırlıkları sırasıyla 2,64 kg, 3,14 kg, 3,37 kg, 3,37 kg ve 7,82 kg, 8,59 kg, 8,81 kg, 10,14 kg olarak belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Doksanıncı gün vücut ölçülerinden cidago yüksekliği, vücut uzunluğu, göğüs çevresi ve sağrı yüksekliği, cinsiyet tarafından önemli düzeyde etkilenirken (56,91 cm, 53,19 cm; 47,21 cm, 44,55 cm; 59,70 cm, 57,99 cm; 55,54 cm, 51,50 cm) doğum tipi göğüs çevresi, sağrı yüksekliği ve sağrı genişliğini (60,39 cm, 57,28 cm; 56,53 cm, 51,88 cm; 14,45 cm, 12,16 cm) önemli düzeyde etkilemiştir ( $p<0.05$ ). Ana yaşı ise sadece sağrı yüksekliğini (49,29 cm, 55,02 cm, 55,86 cm, 56,65 cm) önemli düzeyde etkilemiştir ( $p<0.05$ ). Bu çalışmada, belli bir bölgedeki Malta keçisi oğlakları küçük bir popülasyon dahilinde incelenerek, bu ırkın büyüme özelliklerine yönelik verilerin toplanması adına önemli bir katkı verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Malta keçisi, oğlak, büyüme özellikleri, vücut ölçüleri, Fethiye

<sup>a</sup> Atıf bilgisi / Citation info: Eroğlu D, Saatci M (2023). Malta ırkı oğlakların bazı büyüme özellikleri. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 3(2): 244-254

<sup>b</sup> Bu makale Didem Eroğlu'nun Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir

## **Some Growing Traits of The Kids in Maltese Breed**

### **ABSTRACT**

In the study, the growth characteristics of Maltese goats kids in Yakacık village of Fethiye have been observed from birth to 120 day. Statistically significant effects of gender were observed on birth, 30., 60., 90. and 120. day weights ( $p<0.05$ ). The weight of male and female kids from birth to 120. day were found respectively 3.26 kg and 3.00 kg, 9.37 kg and 8.31 kg, 13.33 kg and 11.86 kg, 19.25 kg and 16.76 kg, 35.47 kg and 29.13 kg. Birth type has significant effects on birth and 30. day weight and respectively listed as 3.51 kg and 2.76 kg, 10.07 kg and 7.61 kg for single and multiple born kids ( $p<0.05$ ). Dam age has made significant effect on birth and 30. day weights. Birth weight and 30-day weight of kids were obtained and respectively listed according to dam age of 2, 3, 4 and 5 as 2.64 kg, 3.14 kg, 3.37 kg, 3.37 kg and 7.82 kg, 8.59 kg, 8.81 kg, 10.14 kg ( $p<0.05$ ). Body measurements on the ninetieth day withers height, body length, chest circumference and rump height, were significantly affected by gender (56.91 cm and 53.19 cm; 47.21 cm and 44.55 cm; 59.70 cm and 57.99 cm; 55.54 cm and 51.50 cm). Birth type significantly affected chest circumference, rump height and rump width (60.39 cm and 57.28 cm; 56.53 cm and 51.88 cm; 14.45 cm and 12.16 cm). Dam age (2-5) significantly affected the rump height as 49.29 cm, 55.02 cm, 55.86 cm and 56.65 cm respectively ( $p<0.05$ ). In this study, Maltese goat kids in a certain location were examined within a small population and an important contribution was made to the collection of data on the growth characteristics of this breed.

**Keywords:** Maltese goat, kid, growing traits, body measurements, Fethiye

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

### **Giriş**

Anadolu coğrafyası kendine özgü hayvan yetiştiriciliğini ortaya çıkarmıştır. Yayla, sahil, bozkır, mera, anız, dağ, çayır, maki, orman, bahçe, nadas tanımlarının hepsi Anadolu hayvancılığına çeşitlilik katan ana faktörlerdir. Bu coğrafya özellikle küçükbaş hayvan yetiştiriciliği açısından ayrı bir değere sahiptir. Koyun ve keçi türlerine ait farklı ırkların bu coğrafyanın farklı bölgelerine lokalize olmaları ve bunun sonucunda buldukları yer ve ürettikleri ürünlerle özgülleşmeleri bir ayrıcalık olarak kabul edilmelidir. Bu coğrafyada marjinal alan olarak tanımlanan diğer türler tarafından değerlendirilmesi zor bölgelerde yürütülen yetiştiricilik, ekstansif ve özellikle süt üretimi için tercih edilen entansif keçi yetiştiriciliği olmak üzere iki şekilde yürütülmektedir (Batu 1951; Elmaz ve Saatçı 2017; Koluman vd. 2016).

Türkiye'nin sahil kesimlerinde küçük aile işletmelerinde et ve süt ihtiyacını karşılamak için bahçelerde ve tarlalarda az sayıda keçinin yetiştirildiği görülür. Bu amaç dâhilinde tercih edilen keçi ırkı ise genellikle Malta keçisidir.

Malta keçisinin anavatanı, ismini de aldığı, Malta Adası olup Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü Yunanistan, İtalya, Türkiye, Tunus, Cezayir, Fas ve Mısır'da dağılım göstermiştir. Nubian (Nubiya) ve Şam keçi ırklarının melezlenmesiyle geliştirildiği düşünülen Malta keçisi, süt verimi ile kendini duyurmuştur (Blundell 1995; Marzo ve Nicastro 2017).

Malta adasında yetiştirilen ve saf olarak kabul edilen Malta keçisi uzun beyaz kılları, siyah ve boynuzsuz kafa yapısı, uzun, geniş ve sarkık kulaklarıyla tanımlanır. Tüm yıl boyunca gebe kalabilir ve ortalama her batında 2 oğlak sayısına ulaşabilir. Her ne kadar ismi Malta keçisi olarak anılsa da köken olarak Doğu Akdeniz ve Ortadoğu'ya dayandığı literatür bilgilerinde bulunmaktadır (Rubino vd. 1995). Akdeniz'in hemen her ülkesinde Malta keçisi adıyla bulunan keçilerin buldukları ülkelerin yerli ırklarıyla melezlenerek farklılaştığı kabul edilmektedir. Örneğin İtalya'daki Malta keçilerinin Sicilya, Sardunya ve Güney İtalya'daki yerel ırklarla melezlendiği bildirilmiştir (De Marzo ve Nicastro 2017). Ege Denizi'nin kuzeyinde Sporades Adalarında bulunan Skopeles keçileri de bu duruma örnek gösterilebilir (Pappas vd. 2011). Bütün Akdeniz havzası için yerel bir ırk olarak kabul edilen Malta keçisinin varlığının ve ürünlerinin önemi oldukça detaylı bir şekilde Di Trana vd. (2015) tarafından diğer Akdeniz keçi ırklarıyla karşılaştırılarak açıklanmıştır.

Malta keçisi ile ilgili ulaşılabilen en eski literatürlere göre, Malta keçisi Avrupa keçileri ile Hint – Afrika keçilerinin melezlenmesinden oluşan ırklar gurubuna dâhildir. Bu keçilerin ikiz doğurma oranlarının yüksekliği, renk olarak kahve, kızıl ve siyah renklerin alacalı tonlarına sahip olmaları vurgulanır. Kıllarının ince ve kısa olması, uzun sarkık kulaklar ve sakallarının olmaması da özellikleri arasında belirtilir. Boynuzun bulunmaması, bulunanların da oldukça zayıf yapıda olması, boyun altında bulunan küpeler, gelişmiş ince derili meme Malta keçisinin karakteristik özellikleri arasında sayılır. Malta keçilerinin bol sütlü olduğu literatür kaynakları da bulunmaktadır (Batu 1951; Blundell 1995; Carnicella vd. 2008; Tölü ve Savaş 2021). Anavatanı ve yetiştirildiği ülkelerde olduğu gibi, ülkemizde de sayıları azalmakta olup koruma, ıslah ve seleksiyon çalışmalarının yapılmasına gereklilik duyulmaktadır (Sönmez vd. 1971; Kaymakçı ve Engindeniz 2010).

Sönmez vd. (1971), Malta keçilerini orta büyüklükte diye tanımlayıp, bahçelerde küçük sürüler halinde bakılmaya elverişli bir ırk diye nitelemişlerdir. Malta keçilerinin büyüme özellikleriyle ilgili olan veriler literatürde oldukça sınırlıdır. Malta oğlaklarında doğum ağırlığı 2.4 – 3.4 kg arasında bildirilirken, Malta keçisinden köken alan Bornova keçisi (%25 Anglo Nubyan x %25 Malta x %50 Beyaz Alman) için ise, erkek oğlaklarında doğum ağırlığı 3.29 kg, dişilerde ise 2.86 kg olarak bildirilmiştir (Sönmez vd. 1971). Tölü ve Savaş (2012), Malta oğlaklarının doğum ağırlığı ortalamasını 2.95 kg olarak tespit etmişlerdir. Elmaz ve Saatçı (2017) Kıl keçisi ile ilgili yapmış oldukları derlemede, doğum ağırlığını erkeklerde 2.5-3.5 kg arasında, dişilerde 1.9-3.6 kg arasında, tek doğanlarda 2.6-3.7 kg arasında, çoğul doğumlarda ise 1.8-3.4 kg arasında bulunduğunu bildirmişlerdir. Ana yaşının doğum ağırlığına etkisi farklı çalışmalarda vurgulanmış olup, özellikle ilk doğumunu yapmış genç analardan olan oğlakların daha düşük

doğum ağırlığında olduğu Bornova ve Kıl keçileri için bildirilmiştir (Duman ve Demirören, 2002; Erten ve Yılmaz, 2013).

Oğlakların sütten kesim ağırlıkları ile ilgili Tölü ve Savaş'ın (2012) yapmış oldukları araştırmada; 60 günlük Gökçeada keçisi oğlakları 5.67-11.84 kg, Malta keçisi oğlakları 5.27-19.84 kg ve Türk Saanen oğlakları 6.24-16.87 kg, aynı çalışmada 2007 yılında Gökçeada keçisi oğlakları 22 haftalık yaşta ortalama 17.0 kg'a, 2008 yılında ise 15.7 kg, Malta oğlakları sırasıyla aynı yıllarda 20.8 kg ve 19.6 kg, Türk Saanen oğlakları ise 22.0 kg ve 23.9 kg olarak tespit edilmiştir.

Malta ırkı keçilerle ilgili Tölü (2009) yaptığı çalışmada doğum (0-3 gün) ve 60 günlük vücut ölçümleri sırasıyla; vücut uzunluğu, cidago yüksekliği, göğüs çevresi, göğüs genişliği, sağrı yüksekliği, sağrı genişliği; 29.4, 31.8, 32.5, 12.4, 31.3, 10.6, 3.6 ile 47.6, 47.3, 51.6, 20.2, 46.9, 18.6 olarak tespit etmiştir.

Malta ırkı keçilerin 18 ay ve ergin dönem vücut ölçümleri ile ilgili yapılan çalışmada; cidago yüksekliği, vücut uzunluğu, göğüs çevresi, göğüs genişliği, sağrı yüksekliği, sağrı genişliği erkekler için 64 cm ve 87 cm, 82 cm ve 110 cm, 88 cm ve 104 cm, 24 cm ve 26 cm, 62 cm ve 84 cm, 22 cm ve 25 cm olarak bulunurken aynı ölçümler dişiler için ise 67 cm ve 71 cm, 60 cm ve 78 cm, 82 cm ve 95 cm, 22 cm ve 24 cm, 61 cm ve 72 cm, 20 cm ve 24 cm olarak bulunmuştur (De Marzo ve Nicastro 2017).

Bu çalışma halk elinde yetiştirilen Malta ırkı oğlakların bazı büyüme özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

## **Materyal ve Yöntem**

Çalışmanın materyalini Fethiye ilçesi Yakacık köyünde bulunan 9 yetiştiriciye ait 47 Malta keçisinden doğan 84 adet Malta keçisi oğlağı oluşturmuştur. Oğlakların doğumları, ocak ayında başlayıp mart ayı içinde bitmiştir. Doğum ağırlıkları yetiştiriciler tarafından alınmış, diğer bütün tartım ve ölçümler araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Malta keçilerine entansif bakım besleme uygulanmakta olup, besinlerini konsantre yem, saman, hayvan sahipleri tarafından ağıla getirilen çalı ve bir miktar ev ve pazar artıkları oluşturmaktadır (meyve kabukları, lahanalar, marul yaprakları). Keçilere gebelikten önceki dönemde farklı bir besleme (flushing) ve hormonal (sünger) uygulama yapılmamıştır. Son canlı ağırlık ölçümünün yapıldığı hafta, oğlakların kıl renkleri de kayıt altına alınmıştır.

Oğlakların doğum ve dönemsel ağırlıkları, 10 gr hassas el kantarıyla alınmış ve hayvan sahibi tarafından doğum ağırlıkları kaydedilmiştir. Çalışma ekibince en kısa sürede işletme ziyaret edilip, oğlaklara kulak küpesi takılıp, anne kulak küpe numarası, cinsiyeti, doğum tipi ve anne yaşı kayıt altına alınmıştır. Dönemsel ağırlıklar için 3 ayrı tartım yapılmış, belirlenen güne en yakın tartım tarihi seçilerek ağırlıklar interpolasyon tekniği ile bulunmuştur. Bu sayede hayvanların 30., 60., 90. ve 120. gün ağırlıkları hesaplanmıştır. Çalışmamızda doğum ağırlığı, 30., 60., 90., 120., gün ağırlıklarına ve vücut ölçülerine cinsiyet, doğum tipi ve anne yaşının etkileri araştırılmıştır. Cinsiyet faktörünün etkisi erkek ve dişi olarak iki alt grupta incelenirken, doğum tipinin etkisi ise tek ve çoklu doğum bazında değerlendirilmiştir. Ana yaşı etkisi olarak

dört ayrı yaş grubu incelenmiştir. İki yaş ve öncesinde doğuran keçiler iki yaş, beş yaş ve üstünde doğuran keçiler ise beş yaş kategorisinde değerlendirilmiştir.

Çalışmada cidago yüksekliği, sağrı yüksekliği, sağrı genişliği, göğüs çevresi, göğüs genişliği ve vücut uzunluğu Akçapınar ve Özbeyaz (1999) tarafından bildirildiği şekilde mezura ve ölçü pergeli kullanılarak alınmıştır.

### *İstatistik Analizler*

Oğlakların doğum, büyüme dönemlerindeki ağırlıkları ve vücut ölçüleri üzerine etkili olan faktörlerin alt gruplarıyla birlikte değerlendirilmesinde Genel Doğrusal Model (GLM) kullanılmıştır. Gruplar arası ikili interaksyonlar istatistiksel açıdan önemli olmadıkları için modele dâhil edilmemiştir. Modelde faktör olarak, cinsiyet, doğum tipi ve ana yaşı kullanılmış, dönemsel ağırlık ölçülerinin analizinde doğum ağırlığı kovaryant olarak ilave edilmiştir. GLM sonucunda önemli bulunan faktörlerin alt gruplarının arasındaki önem kontrolleri ise Tukey testi ile belirlenmiştir (Morris 1999; Minitab 2019).

### **Bulgular ve Tartışma**

Toplam 84 adet Malta keçisi oğlağın doğum, 30. gün, 60. gün, 90. gün, 120. gün ağırlıkları tablo halinde Tablo 1’de verilmiştir. Oğlakların kıl rengi % 85.71 kızıl kahve, % 7.14 açık kahve, % 3.57 koyu kızıl, % 3.57 alaca (sarı-beyaz) olarak tespit edilmiştir (Şekil 1). Çalışma kapsamında alınan her bir canlı ağırlık verisi, etki eden faktörlerin alt kategorileriyle birlikte Tablo 1’de sunulmuştur. Oğlakların beş ayrı ağırlıklarına ait ortalamalar üzerine cinsiyetin istatistiki olarak önemli bir etkisi bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Erkek oğlakların ağırlıkları, elde edilen her canlı ağırlık değeri için dişilerden daha fazla olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Doğum ağırlığı ile başlayan bu fark dördüncü ay ağırlığında da gözlemlenmiştir. Doğum tipinin, doğum ve 30. gün canlı ağırlıkları üzerine önemli etkisi bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Tek doğan oğlaklar çoklu doğanlara göre daha ağır olarak belirlenmişlerdir. Doğum tipinin canlı ağırlık üzerine istatistiki açıdan önemli olan etkisi 30. gün ağırlığından sonra kaybolmuştur. Altmış, 90., 120. günlerdeki ağırlıklarda, tek doğanların kilogram olarak fazlalığı devam etse de bu durum istatistiki olarak önem taşımadığı sonucuna varılmıştır. Ana yaşı dört ayrı alt grup olarak incelenmiştir. Ana yaşının etkisi doğum ve 30. gün canlı ağırlığı üzerine önemli bir etkiye sahipken ( $p<0.05$ ), 60., 90., 120. gün ağırlıklarında istatistiki bir önem taşımamaktadır ( $p>0.05$ ). Ana yaşının doğum ağırlığı üzerine olan etkisi 2 yaşındaki analardan doğan oğlakların daha az canlı ağırlığa sahip olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Her ne kadar 2 ve 3 yaşındaki analardan doğan yavrular arasındaki fark istatistiki öneme sahip olmasa da ana yaşının ilerlemesiyle oğlak doğum ağırlığında bir artış gözlemlenmiştir. Otuzuncu gün ağırlığında ise beş yaş ve üstünde olan analardan doğan yavruların ağırlıkları diğerlerinden önemli düzeyde fazla olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Ana yaşının canlı ağırlık üzerine olan etkisi ikinci aydan itibaren önemini kaybetmiştir.

Çalışma kapsamında elde edilen doksanıncı gün cidago yüksekliği, vücut uzunluğu, göğüs çevresi, göğüs genişliği, sağrı yüksekliği, sağrı genişliği ölçümlerine ait veriler istatiki olarak değerlendirilip Tablo 2’de verilmiştir. Doksanıncı gün vücut ölçüleri de cinsiyet, doğum tipi ve ana yaşı faktörleri açısından değerlendirilmiştir. Bu faktörlerin alt grupları arasında önemli olan farklar, canlı ağırlık verilerine göre daha azdır. Cinsiyetin istatistiki olarak öneme sahip olan



etkisi cidago yüksekliği, vücut uzunluğu, göğüs çevresi ve sağrı yüksekliği ölçümlerinde gözlenmiştir ( $p<0.05$ ). Cinsiyetin önem arz eden bütün değerlendirmelerde, erkeklerin veri ortalamaları dişilere göre daha fazla bulunmuştur. Göğüs genişliği ve sağrı genişliği ise cinsiyet faktöründen etkilenmemiştir. Göğüs çevresi, sağrı yüksekliği ve sağrı genişliği doğum tipinden önemli derecede etkilenirken ( $p<0.05$ ), cidago yüksekliği, vücut uzunluğu ve göğüs genişliği bu faktörden önemli düzeyde etkilenmemiştir ( $p>0.05$ ). Her bir özellik için, istatistiki açıdan önemli olsun veya olmasın tek doğan oğlakların vücut ölçüleri çoklu doğanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Ana yaşının incelen vücut ölçüsü değerleri üzerindeki etkisi belli bir tutarlılığa sahip değildir. Sağrı yüksekliği ana yaşından önemli düzeyde etkilenen tek ölçümdür ( $p<0.05$ ). Bu ölçümde ortaya çıkan önem düzeyi, iki yaşındaki analardan doğan oğlakların en düşük değere sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Genç anadan yaşlıya göre artarak devam eden bu eğilim, ana yaşının etkisinin önemli olmadığı ölçümlerde de gözlemlenmiştir.

Çalışmamızda Malta keçisi oğlaklarının doğum ağırlığı dişilerinde 3.00 kg, erkeklerde 3.26 kg olarak tespit edilirken, aynı özellik tek doğanlarda 3.51 kg, çoğul doğanlarda ise 2.76 kg olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Çalışmada Malta keçisi oğlaklarının doğum ağırlığı ortalamaları için bulunan veriler Sönmez vd. (1971)'nin Malta keçisi oğlakları için bulduğu doğum ağırlığı verileriyle benzerdir. Aynı araştırıcıların Malta keçisinden köken alan Bornova keçisi ile ilgili yaptıkları bir araştırmada da; doğum ağırlığı, erkek oğlaklarda 3.29 kg, diş oğlaklarda ise 2.86 kg olarak bildirilmesi bizim çalışmamız ile uyumludur. Ayrıca Tölü ve Savaş (2012) Malta oğlaklarının doğum ağırlığını 2.95 kg olarak tespit ederek Yakacık köyündeki oğlakların doğum ağırlıklarıyla uygun bir bildirimde bulunmuşlardır. Kıl keçisinde (Elmaz ve Saatçı 2017), doğum ağırlığı erkek ve dişilerde sırasıyla 2.5 - 3.5 kg ve 1.9 - 3.6 kg arasında bildirirken, aynı ırk için tek doğumlarda 2.6 - 3.7 kg arasında, çoğul doğumlarda ise 1.8 - 3.4 kg arası olarak sunulmuş olup bu çalışma ile uyum göstermektedir. Aynı yazarların, Honamlı keçi ırkının doğum ağırlığı için erkeklerde 3.8 kg, 4.4 kg arasında, dişilerde 3.6 kg, 4.1 kg arasında, tek doğanlarda 3.7 kg, 4.8 kg ve çoğul doğumlarda 3.4 kg, 4.1 kg arasında bildirilmiş oldukları veriler çalışmamızdaki tespit edilen ağırlıkların üzerindedir. Bu çalışmada elde edilen ve literatürde bulunan değerlerin farklılığı hayvanların genetik yapısındaki farklılıklar ve buldukları ortamlara göre değişen fenotipik verilerden kaynaklandığı düşünölmektedir. Çalışmamızda anne yaşının doğum ağırlığını etkilediği tespit edilmiş olup bu durum, Duman ve Demirören (2002) ile Erten ve Yılmaz'ın (2013) bildirimleri ile uyumludur.

Tablo 1'de verilen Malta keçisi oğlaklarının dönemsel canlı ağırlıkları Tölü ve Savaş (2012)'in çalışması ile uyumludur. Kıl keçileri ile yapılan çalışmalarda da (Şimşek ve Bayraktar 2006; Şengonca vd. 2003), 60. gün ağırlıkları mevcut çalışmadaki bulgularla benzerlik göstermektedir. Keskin ve Gül (2006) tarafından bildirilen Şam keçisi oğlaklarının 60. ve 90. günlük canlı ağırlıkları, çalışmadaki verilerden düşük belirlenmiştir. Saatçı ve Elmaz (2017) tarafından yapılan bildirimde göre, Honamlı keçisi oğlaklarının canlı ağırlıkları, incelenen her yaş grubu, her iki cinsiyet ve doğum tipi için çalışmamızdaki verilerden daha yüksek tespit edilmiştir. Ankara keçileri ile yapılan çalışmada (Erol vd. 2012), büyüme dönemine ait canlı ağırlıklar, her iki cinsiyet ve her yaş grubu için çalışmamızda tespit edilen verilerden daha düşük belirlenmiştir. Anne yaşının büyüme dönemindeki canlı ağırlığa etkisi 60. gün ağırlığına

kadar devam ettiği tespit edilmiştir, bu bulgu Duman ve Demirören (2002) ile Erten ve Yılmaz (2013) çalışmaları ile uyumludur.

**Tablo 1.** Doğum ve dönemsel canlı ağırlıklar üzerine etki eden faktörler ( $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ )

Ağırlıklar(kg)	Doğum	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün
Cinsiyet	*	*	*	*	*
Erkek	3.26±0.08	9.37±0.32	13.33±0.35	19.25±0.57	35.47±1.34
Dişi	3.00±0.10	8.31±0.35	11.86±0.39	16.79±0.62	29.13±1.46
Doğum Tipi	*	*	-	-	-
Tek	3.51±0.15	10.07±0.61	13.54±0.66	19.38±1.07	36.32±2.51
Çoğul	2.76±0.09	7.61±0.39	11.66±0.43	16.66±0.69	28.28±1.61
Ana Yaşı	*	*	-	-	-
2	2.64±0.18 b	7.82±0.72 b	10.93±0.78	18.04±1.27	27.00±2.97
3	3.14±0.13 ab	8.59±0.49 b	12.65±0.54	17.37±0.87	34.90±2.03
4	3.37±0.13 a	8.81±0.54 b	13.06±0.60	18.01±0.96	32.23±2.26
5+	3.37±0.12 a	10.14±0.50 a	13.76±0.54	18.66±0.88	35.08±2.06

\*= P < 0,05 a, b: Aynı sütunda farklı harf taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir. -= P > 0,05

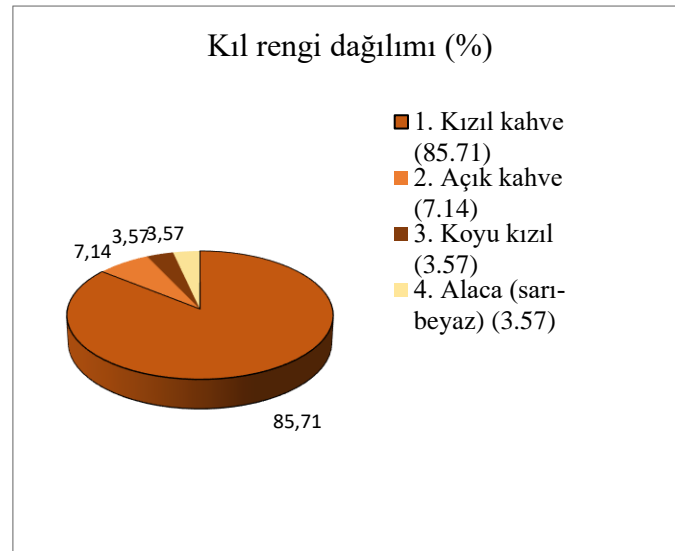
Malta keçilerinin 90. gün vücut ölçüleri Tablo 2’de verilmiş olmasına karşın, literatürde bu dönemle kıyaslanacak bilgiye ulaşılammıştır. Literatür bildirimleri daha çok ergin Malta keçilerinin vücut ölçülerini kapsamaktadır (Tölü 2009; De Marzo ve Nicastro 2017). Bu yüzden vücut ölçülerinin kıyaslamaları farklı ırklar için yapılmıştır. Elmaz vd. (2012), tarafından Honamlı keçi ırkı için verilen 90. gün vücut ölçülerinin bu çalışmadan elde edilen ölçüm değerlerinden yüksek olduğu görülmüştür. Bunun da Honamlı ırkının daha büyük cüsseli olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Diğer yandan Saanen ırkı oğlaklar için bildirilen 90. gün ölçümlerin (Bolacalı ve Küçük 2012) ise sunulan çalışmadan daha düşük olduğu görülmüştür. Bu da iki ırkın vücut ölçülerinin karakteristiğinden kaynaklanabilir. Saanen ve Alpin ırklarının Kıl keçisi ile yapılan melezleme çalışmalarından elde edilen F<sub>1</sub> oğlaklarının 90. gün vücut ölçüleri ise sunulan çalışma ile benzerlik göstermektedir (Erduran ve Yaman 2012).

Evcil hayvanlar için dönemsel olarak elde edilen canlı ağırlık ve vücut ölçüleri yetiştirme çeşitli aşamalarında kullanılabilir. Özellikle seleksiyon kriteri ve seleksiyon objektifi olarak kullanılmaları sıklıkla görülmektedir. Çalışmada Malta keçilerinin belli dönemdeki bu ölçüleri elde edilerek literatüre katkı sağlanmıştır. Bu ölçüleri diğer verim özellikleriyle ilişkilendirilerek yapılacak olan çalışmalar bu ırk adına önem arz ettiği gibi sektöre de katkı sağlayacaktır.

**Tablo 2.** 90. gün vücut ölçüleri üzerine etki eden faktörler ( $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ )

Ölçümler (cm)	Cidago Yüksekliği	Vücut Uzunluğu	Göğüs Çevresi	Göğüs Genişliği	Sağrı Yüksekliği	Sağrı Genişliği
Cinsiyet	*	*	*	-	*	-
Erkek	56.91±0.66	47.21±0.67	59.70±0.55	12.66±0.22	55.54±0.68	13.55±0.21
Dişi	53.19±0.75	44.55±0.76	57.99±0.63	12.86±0.25	51.50±1.03	13.07±0.24
Doğum Tipi	-	-	*	-	*	*
Tek	55.94±1.22	47.06±1.23	60.39±0.02	13.01±0.40	56.53±1.26	14.45±0.38
Çoğul	54.16±0.78	44.70±0.79	57.28±0.65	12.51±0.25	51.88±0.81	12.16±0.25
Ana Yaşı	-	-	-	-	*	-
2	54.14±1.48	48.36±0.49	60.28±1.23	12.49±0.48	49.29±1.53 b	12.20±0.47
3	53.94±1.05	44.03±1.05	57.17±0.87	12.77±0.40	55.02±1.08 a	13.27±0.30
4	55.57±1.12	43.93±1.13	58.15±0.93	12.98±0.36	55.86±1.16 a	13.96±0.35
5	56.56±1.02	47.20±1.03	59.74±0.85	12.81±0.33	56.65±1.05 a	13.80±0.32

\*= P < 0,05 a, b: Aynı sütunda farklı harf taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir. -= P > 0,05



**Şekil 1.** Oğlakların kıl renginin dağılımı

## Sonuç

Malta keçisi oğlaklarının büyüme özellikleri ve vücut ölçüleri, literatürde sınırlı sayıda yer almıştır. Yapılan çalışmanın bu özelliklere yönelmesi özgünlük adına önemli bir kazanım olarak kabul edilebilir. Konu ile ilgili olarak Keskin (2012), Malta keçilerinde cidago yüksekliği, sağrı yüksekliği ve canlı ağırlığın laktasyon süt verimi için dolaylı seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini bildirmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular da bu çıkarımı destekler niteliktedir.

Bölgemizde Malta keçisi diye anılan ve bir köyde yetiştiricilerin keçilerin oğlakları üzerinde yapılan bu çalışma sürecinde ırkla ilgili yeni bilgilere ulaşılmıştır. Özellikle yetiştiricilerin çok farklı sektörlerde iştegal etmelerine rağmen bu keçilerin yetiştirilmesinin köyün ortak paydası

olması ve hemen her evde bu keçilerin bulunması önemli bir noktadır. Ailelerin kendi süt ve et ihtiyaçları için yetiştirdikleri bu keçiler hakkında edinilen ve çalışmaya dâhil edilmeyen etno-kültürel bilgiler de bu alanda yapılabilecek çalışmalara yol gösterebilecektir. Mesela yetiştiricilerin kıl keçilerine yayla-sahil uygulamasını yapmaları, fakat Malta keçilerine yaz, kış sürekli evlerinin yanında bakmaları buna verilebilecek bir örnektir. Bunun yanında süt yönlü olarak kısa kılılıların, et yönlü olarak uzun kılılıların tercih edilmesi de bu konudaki örneklerden biri olarak söylenebilir. Kıl rengi için yapılan tercihler de bu kategoride değerlendirilebilir.

Bulunduğu coğrafi yapıya uyum sağlayarak, neslini devam ettirebilen ve yetiştiricisine ekonomik katkı sağlayan her hayvan grubunun ulaşılabilen özellikleri üzerine araştırma yapılarak veri elde edilmesi, bu hayvanların tanınması ve geleceğe taşınmaları adına atılan önemli bir adım olacaktır. Yapılan çalışma ile Malta keçisi ırkı oğlakların büyüme özelliklerinin tespiti adına yöresel boyutta bir ilk gerçekleştirilmiştir.

### **Çıkar Çatışması**

Makalenin hiç bir yazarı için bilinen ya da olası bir çıkar çatışması yoktur.

### **Kaynaklar**

Akçapınar H ve Özbeyaz C (1999). Hayvan yetiştiriciliği temel bilgileri. Kariyer Matbaacılık Ltd. Şti, Ankara.

Batu S (1951). Türkiye keçi ırkları ve keçi yetiştirme bilgisi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi yayınları.

Blundell R (1995). Reintroduction of the local breeds of sheep and goats in Malta. Cahiers Options Mediterraneennes, 11, 97-107.

Bolacalı M ve Küçük M (2012). Saanen oğlaklarının çeşitli vücut ölçüleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 23(1): 23-28.

Carnicellaa D, Darioa M, Maria Consuelo Caribe Ayres, Laudadioa V, Darioa C. (2008). The effect of diet, parity, year and number of kids on milk yield and milk composition in Maltese goat. Small Ruminant Research 77(1): 71-74.

De Marzo D, Nicastro F (2017). İtalya'nın Farklı Bölgelerinde Yetiştirilen Jonica ve Malta Keçi Irkları. İçinde: J Simões, C Gutiérrez (Eds), Olumsuz Ortamlarda Sürdürülebilir Keçi Üretimi, Cilt II. Springer, Şam.

Di Trana A, Sepe L, Di Gregorio P, Di Napoli M A, Giorgio D, Caputo R, Claps S (2015). The Role of Local Sheep and Goat Breeds and Their Products as a Tool for Sustainability and Safeguard of the Mediterranean Environment. The Sustainability of Agro-Food and Natural Resource Systems in the Mediterranean Basin 77–112.

Duman A ve Demirören E (2002). Süt tipi oğlakların doğum, 30. gün ve 60. gün canlı ağırlıkları üzerine sistematik çevre etmenlerinin etkileri. Ege Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi 39(2): 73-78.

Elmaz Ö, Saatçı M, Mamak N, Dağ B, Aktaş A H, Gök B (2012). Türkiye’de yeni bir yerli ırk olarak tanımlanan honamlı keçi ve oğlaklarının bazı morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 18(3): 481-485.

Elmaz Ö ve Saatçı M (2017). Turkish hair goat, the main pillar of goat population in Turkey. In: J Simoes, C Gutierrez (Eds), Sustainable goat production in adverse environments: volume II local goat breeds, Springer, Cham- İsviçre, pp. 113-130.

Erduran H ve Yaman B (2012). Dağlık şartlarda kıl x kıl, saanen x kıl ve alpin x kıl melezlerine ait büyüme, yaşama gücü özellikleri ve vücut ölçülerinin karşılaştırılması. In: International Animal Science Congress of Turkish And Relatives Communities, pp. 114-120.

Erol H, Akçadağ H İ, Ünal N, Akçapınar H (2012). Ankara keçilerinde süt verimi ve oğlaklarda büyümeye etkisi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 59: 129-134.

Erten Ö ve Yılmaz O (2013). Ekstansif koşullarda yetiştirilen kıl keçilerinin döl ve süt verimi özelliklerinin araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 24(3): 105-107

Kaymakçı M ve Engindeniz S (2010). Türkiye’de Keçi Yetiştiriciliği: Sorunlar ve Çözümler. Ulusal Keçicilik Kongresi, Çanakkale

Keskin M ve Gül S (2006). Hatay ili keçi yetiştiriciliğinde Şam keçisi ve Türkiye için önemi. Hasad Hayvancılık 255: 46-49

Koluman N, Görgülü M, Göncü S, Daşkiran İ (2016). Sürdürülebilir keçi yetiştiriciliği: keçi eti. 2(3): 32-38

Marzo D D ve Nicastro F (2017). The Jonica and Maltese Goat Breeds Reared in Different Regions of Italy. In Sustainable Goat Production in Adverse Environments: Volume II Springer, Cham

Minitab (2019). Minitab for windows version release 19.1.1, Minitab INC.

Morris T R (1999). Experimental Design and Analysis in Animal Science. CABI Publishing, UK

Pappas B G, Boyazoglu J, Vasiloudis Ch. (2011). The Skopelos goat breed of Greece. Animal Genetic Resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations 1992, pp. 69 – 76

Rubino R, Moiolib B, Fedele V, Pizzillo M, Morand-Fehr P (1995). Milk production of goats grazing native pasture under different supplementation regimes in southern Italy. Small Ruminant Research 17: 213-221

Saatçı M ve Elmaz Ö (2017). Honamlı, newly registered special goat breed of Turkey. In: J Simoes, C Gutierrez (Eds), Sustainable goat production in adverse environments: volume II local goat breeds, Springer, Cham- İsviçre

Sönmez R, Şengonca M, Alpbaz A G (1971). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesinde yetiştirilen Malta keçilerinin çeşitli özellikleri ve verimleri üzerinde bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 8: 57-72

---

Şengonca M, Taşkın T, Koşum N (2003). Saanen x Kıl keçi melezlerinin ve saf Kıl keçilerinin kimi verim özelliklerinin belirlenmesi üzerine eş zamanlı bir araştırma, Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 27: 1319- 1325

Şimşek Ü G ve Bayraktar M (2006). Kıl keçisi ve Saanen x Kıl keçisi (F1) melezlerine ait büyüme ve yaşama gücü özelliklerinin araştırılması. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 20: 229-238

Tölu C (2009). Farklı keçi genotiplerinde davranış, sağlık ve performans özellikleri üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye

Tölu C ve Savaş T (2012). Gökçeada, Malta ve Türk Saanen keçi genotiplerinin doğum ve oğlak büyümesi açısından karşılaştırılması. Hayvansal Üretim 53(2): 17-25

Tölu C ve Savaş T (2021). An Important Genetic Material for the Turkish Goat Production: The Maltese Goat. Hayvan Bilimi ve Ürünleri Dergisi 4(1): 110-119



*Research article*

**Damage Mitigating Effects Of Salicylic Acid On Some Growth Parameters Of Maize Cultivars (*Zea Mays L.*) Exposed To Salinity Conditions<sup>a</sup>**

**Tuğba Hasibe GÖKKAYA<sup>1</sup> , Mehmet ARSLAN<sup>2\*</sup> **

<sup>1</sup> Batı Akdeniz Agricultural Research Institute, Antalya, Türkiye

<sup>2</sup> Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Antalya, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): mehmetarslan@akdeniz.edu.tr

Makale alınış (Received): 01.06.2023 / Kabul (Accepted): 12.09.2023 /Yayınlanma (Published): 31.12.2023

**ABSTRACT**

The aim was to evaluate the salicylic acid (SA) effects on the germination and growth of maize cultivars exposed to salinity stress levels. The investigation was set according to the factorial experimental design in completely random blocks with four replications. The maize (*Zea mays L.*) cultivars (Side, Pehlivan and Burak) was chosen as plant material. NaCl compound was used for solutions prepared at concentrations of 0-75-150 mM and salicylic acid in doses of 0-0.1-0.2 mM. The growth parameters in Side cultivar was naturally higher than the other cultivars. The minimum means prominently were indicated in Pehlivan cultivar. As anticipated, the maximum means were realised in control, as the minors were reported in 150 mM NaCl application. Due to the unfavorable influence of salinity, only the germination time gave the highest average at 150 mM. The most affected feature was determined root length, 150 mM NaCl was three times lower than control. The fact that the best germination time was obtained at 0.2 mM SA, as the worst was recorded at 0.1 mM SA, that explained the complex effect of SA. Germination index impressed substantially and regularly with enhancing SA applications. Augmenting SA dose caused a well elongation in shoot length, moreover by contrast lead to shortening in root length, but these were not numerically markedly different. Albeit, the root length of the control application was well, the best value in fresh weight was recorded at 0.2 mM SA. In this experiment,

<sup>a</sup> **Atf bilgisi / Citation info:** Gökkaya TH, Arslan M (2023). Damage mitigating effects of salicylic acid on some growth parameters of maize cultivars (*Zea mays L.*) exposed to salinity conditions. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 3(2): 255-269

---

realised that salicylic acid applications diminished and ameliorate this effect under salinity stress conditions that maize seeds may encounter during the germination period.

**Keywords:** Salicylic acid, Maize Cultivars, Salinity, Growth, Germination

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

### *Araştırma makalesi*

## **Tuzluluk koşullarına maruz kalan mısır çeşitlerinin (*Zea mays* L.) bazı büyüme parametreleri üzerinde salisilik asidin iyileştirici etkileri**

### **ÖZ**

Bu çalışmada amaç, salisilik asidin (SA) tuzluluk stresi seviyelerine maruz kalan mısır çeşitlerinin çimlenmesi ve büyümesi üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Deneme, tesadüf blokları faktöriyel deneme deseni kullanılarak dört tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Bitki materyali olarak mısır (*Zea mays* L.) çeşitleri (Side, Pehlivan ve Burak) kullanılmıştır. Tuz stresi 0-75-150 mM konsantrasyonlarda NaCl bileşiği ile ve 0-0.1-0.2 mM dozlarda salisilik asit ile hazırlanmıştır. Genel olarak Side çeşidinde elde edilen gelişme parametreleri en yüksek ortalamalar olarak bulunmuştur. Pehlivan çeşidinde minimum ortalamalar belirgin olarak belirtilmiştir. Çimlenme ve gelişim parametreleri, 150 mM NaCl uygulamasında minimum ortalamalar ve tahmin edildiği gibi de kontrolde maksimum ortalamalar ile rapor edilmiştir. Tuzluluğun olumsuz etkisinden dolayı sadece çimlenme süresi 150 mM ile en yüksek ortalamayı vermiştir. En çok etkilenen özelliğin kök uzunluğu olduğu belirlenmiş, 150 mM NaCl kontrole göre üç kat daha düşük elde edilmiştir. SA'nın karmaşık etkisi, en iyi çimlenme süresinin 0,2 mM SA'da elde edilmesi ve en kötü çimlenme süresinin ise 0,1 mM SA'da kaydedilmesi ile açıklanmaktadır. Çimlenme indeksi, artan SA uygulamalarıyla önemli ölçüde ve düzenli olarak etkilenmiştir. Arttırılan SA dozu, sürgün uzunluğunda iyi bir uzamaya neden olmuş, aksine kök uzunluğunda kısalmaya yol açmıştır, ancak bunlar sayısal olarak belirgin bir şekilde farklı olmamıştır. Kontrol uygulamasında kök uzunluğu en iyi olarak sonuçlanmış, ayrıca taze ağırlıkta ise en iyi değer 0,2 mM SA'da kaydedilmiştir. Bu denemede, mısır tohumlarının çimlenme döneminde karşılaşabilecekleri tuzluluk stresi koşullarında salisilik asit uygulamalarının bu etkiyi azalttığı ve pozitif etki ettiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Salisilik asit, *Zea mays* L., Tuzluluk, Büyüme, Çimlenme.

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

### **Introduction**

The nutritional needs of the increasing world population are increasing day by day, and they need to be met and a balanced diet is required. This can only be achieved through balanced agricultural and animal production. Maize (*Zea mays* L.) is a traditional grain used in human nutrition in temperate regions today and is used as animal feed by silage in many parts of the



---

world. Moreover, it is considered as one of the most important roughages in animal nutrition, both as green and silage. Thereon, after rice and wheat, maize is the third most prominent grain product (El-Katony et al. 2019). Also, maize, cultivated on approximately 8.5 tonnes in Türkiye (TÜİK, 2023), get the ability to be grown in very different soil types and climatic conditions based on its wide genotypic variability, and it is a C4 species that is moderately salt sensitive (Mansour et al. 2005).

Furthermore, the most used plant in silage production in the world and in our country is maize. It is the most noteworthy forage crop for silage with its features such as producing the highest green parts per unit area, easy harvesting, delicious and loved by animals, being suitable and easy to make silage, and having the best nutritional value (Öten et al. 2016). In addition to its high nutritional values, maize is a potential welding of carotenoids, phenolics, phytosterols and bioactive phytochemicals (Rouf Shah et al. 2016).

In general, maize is markedly threatened by salinity and drought (Banziger and Araus 2007). In semi-arid regions, salinity is substantial agent reducing harvested crop productivity (Flowers 2004). Moreover, irregularities in precipitation regime (Abdelgawad et al. 2016), restricted irrigation, saline water and inefficient drainage (Jayakannan et al. 2015) lead to improved saline soils in preponderantly arid and semi-arid world regions (Mohamed and Gomaa 2012 Cassaniti et al. 2013) creating conflicting effects at physiological (Yamaguchi and Blumwald 2005), biochemical (Jaleel et al. 2008) and molecular alterations (Tester and Davenport 2003; Latif and Mohamed 2016). The reagent of plants to salinity stress might modify linking on the type, level, exposure time of salt and its genotype, nonetheless some common reactions emerge in approximately all genotypes (Azooz 2009). Salinity stress causes more changes in plants seed germination (Moghaddam et al. 2020; Ozkorkmaz and Oner 2022), growth (Ceritoglu and Erman 2020), photosynthesis (Sudhir and Murthy 2004; Khodary 2004), DNA (Banu et al. 2010), RNA, protein synthesis (Hussein et al. 2007), respiration (Tufail et al. 2013), lipid metabolism (Sultan et al. 2021), mitosis, and energy generation (Niu et al. 2013; Ghonaim et al. 2020). The detrimental effects of salinity stress on plants may be concluded from osmotic and ionic stresses (Munns and Tester 2008) resulting in metabolic disturbances in the generation of reactive oxygen species in cells (Halliwell 2006). Therefore, strategies with a high percentage of success are required to enhance salt tolerance in agriculturally major grains (Yıldız et al. 2014).

Under salinity stress conditions, various signaling molecules are produced that diminish the unfavorable impacts and boost plant resistance to stress (Sultan et al. 2021). One of the most substantial of these signaling molecules is salicylic acid (SA), and its role in augmentation plant adaptation to salt stress has been proven by studies (Semida et al. 2017; Dempsey and Klessig 2017; Kudla et al. 2018). Indeed, SA impacts a wide specify of plant procedures from seed germination to growth and evolves the salt tolerance by augmenting the endogenous SA level (El-Mergawi and El-Wahed 2020). SA is a phenolic compound known as phytohormone, contributes to the regulation of growth and development stages such as control the ion uptake by roots (Raskin 1992, Kaya et al. 2023), photosynthesis (Noreen and Ashraf 2008, Ren et al. 2023), inhibition of ethylene biosynthesis (Khan et al. 2012b), respiration, flowering and

senescence, especially germination (Rivas-San Vicente and Plasencia 2011, Gökkaya and Arslan 2023).

In line with this sensitivity of maize, since the salinity effect gets complex structure that trigger some difficulties in breeding, thus it is indispensable to explore for disparate applications namely methods that will derive ameliorated effects. In this context, in this study, it was aimed to ameliorate the negative effects of salinity stress in the first growth period of various silage maize varieties with gradually enhancing salicylic acid, a hormone that has a restorative effect in appropriate doses, application.

## Material and Methods

This investigation was perused at the Forage Crops Laboratory of Department of Field Crops, Akdeniz University, Türkiye during the autumn of 2022. The maize (*Zea mays* L.) seeds were supplied from Batı Akdeniz Agricultural Research Institute. Three selected cultivars were Side, Pehlivan and Burak that were ensured for genetic materials. Ten seeds from each cultivar were chosen and placed in 9 mm petri dishes, two Whatman filter papers were lined in. The petri dishes were settled in a growth chamber at 20°C under photoperiodic condition 16 hours light 8 hours dark. The experiment was carried out in four replications with factorial arrangement according to the randomized blocks design. Observations were recorded daily. NaCl (Sigma®) compound, three different salinity stress levels, 0-75-150 mM, were used as the salt source. Salicylic acid was administered at doses of 0-0.1-0.2 mM due to its therapeutic effect. 10 ml of solution was used for moistening in each application. The study ended on the seventh day.

Germination tests were carried out according to ISTA rules (2017). The seed of germination (MGT) was calculated using formulas described by Majda et al. (2019). Germination rate (GR) was calculated according to Xia et al. (2019). Germination index (GI) and seedling vigor index (SVI) were counted by the method of Xia et al. (2019). The root/shoot ratio (R/S ratio) was calculated as the following equation (Shtaya et al. 2021). The calculation of stress tolerance indices formulas as described by Nawaz et al. (2014).

$$\text{MGT (day)} = \sum \frac{\text{number of seeds germinated on the } i^{\text{th}} \text{ day}}{\text{number of days to count the } n^{\text{th}} \text{ day}} \quad (1)$$

$$\text{GR(\%)} = \frac{\text{number of germinated seed/}}{\text{total number of seed tested}} * 100 \quad (2)$$

$$\text{GI} = \sum \frac{\text{the number of germinated seeds in day}}{\text{day of counting seed germination}} \quad (3)$$

$$\text{SVI} = \frac{\text{germination percentage} * \text{average seedling length}}{100} \quad (4)$$

$$\text{R/S ratio} = \frac{\text{roots length}}{\text{shoot length}} \quad (5)$$

$$\text{SLSI (\%)} = \frac{\text{Shoot length of stressed plant}}{\text{shoot length of control}} * 100 \quad (6)$$

$$\text{RLSI (\%)} = \frac{\text{Root length of stressed plant}}{\text{root length of control}} * 100 \quad (7)$$

$$\text{SFSI (\%)} = \frac{\text{Shoot fresh weight of stressed plant}}{\text{Shoot fresh weight of control}} * 100 \quad (8)$$

$$\text{RFSI (\%)} = \frac{\text{Root fresh weight stress of stressed plant}}{\text{Root fresh weight of control}} * 100 \quad (9)$$

Datas determined all the study subjected to analysis variance using R (ANOVA) and compared with Duncan's multiple range, which differed significantly at 0.05 levels. (4.3.19).

## Results and Discussion

Based on the variance analysis of the effects of salicylic acid doses on germination, growth and stress tolerance of maize cultivars under salinity condition was given in Table 1 and 2.

According to analysis of variance, maize cultivars had a statistically significant 1% effect on experimental parameters except GI and SFSI, only RLSI was affected at  $p < 0.05$ . The parameters examined in the experiment were substantial ( $P < 0.01$ ) influenced by the boosting salinity stress level. Salicylic acid applications at different doses caused a statistically noteworthy change ( $P < 0.01$ ) in germination, growth and stress tolerance parameters of maize varieties under salinity stress condition. C\*SL and SL\*SA interaction conditions showed a meanful effect on approximately whole parameters examined in the study. Closely, mean germination time, germination index, seedling vigor index, SLSI and RFSI were markedly affected by enhancing cultivar and salicylic acid doses interaction by 1%. That applications did not cause a statistically significant change in the GR, SL, RL R/L rate, RLSI and SFSI. SFW, RFW and TB were only affected by C\*SA interactions ( $P < 0.05$ ). Albeit, determined that C\*SI\*SA interactions predominantly did not cause a major change in maize varieties, this triple interaction was observed to be significant only at the level of 1% in MGT and stress tolerance parameters (Table 1 and 2).

The averages of different salicylic acid doses on germination and growth of maize cultivar under saline condition were given in Table 3. In this study conducted on silage maize cultivars, a difference was obtained as expected, but this difference was not found to be excessively divergent numerically. The growth parameters in Side cultivar was naturally higher than the other cultivars. The minimum means prominently were indicated in Pehlivan cultivar. Germination time was long in Burak cultivar, nevertheless the maximum germination was recorded in this cultivar. Furthermore, Pehlivan cultivar had worst root growth parameters, the root lengths of other cultivars have been noted to be approximately twice as long as the shoots. Contrary to all these, yet the germination rate was low, growth parameters were observed at a high level in Side variety (Table 3).

The germination and growth parameters of maize cultivars exposed to salt stress were shown in Table 4. As anticipated, the maximum means were realised in control, as the minors were reported in 150 mM NaCl application. Due to the unfavorable influence of salinity, only the germination time gave the highest average at 150 mM. The most affected feature was determined root length, 150 mM NaCl was three times lower than control. Moreover, similar

---

results were also observed for the total weight. On the other hand, shoot length, shoot and root fresh weight were more twice. On the other hand, shoot length, shoot and root fresh weight were approximately twice as higher with boosting salinity stress. Additionally, enhancing salinity level showed negative effect for growth, this might be due to the inhibitory effect of salinity (Table 4). It is known that salinity could get a negative influence on cells (Wang et al. 2019), tissues (Roy et al. 2017) and organs.

Salt stress caused oxidative damage in plants (Nazar et al. 2011; Khan et al. 2012a), producing reactive oxygen species, can damage and reduce photosynthesis (Lin et al. 2017) by disrupting stomatal behavior, inhibition of photochemical processes (Steduto et al. 2000) and homeostasis of ions and essential mineral nutrients (Munns 2008). Decreased photosynthesis led to diminished growth and yield (Khan et al. 2010). Salinity caused to fall mean of germination percentage (Ibrahim et al. 2016), germination index, shoot length (Mittal et al. 2018), root length (Xie et al. 2019), seedling vigor index, shoot fresh weight (Mohammed Ibrahim Elsidig et al. 2022; Guo et al. 2022) and root fresh weight (Tenikecier and Ates 2022) but enhanced mean germination time (Rajabi Dehnavi et al. 2020).

In plants, salinity affected the germination process by changing the water absorption of seeds due to the low osmotic potential of the germination moderate, retarded water absorption and therefore inhibited germination, causing adverse effects (Jamil et al. 2006; Khan and Weber 2008). Under saline conditions the diminution of shoot and root lengths was a common occurrence in numerous plants, because roots were the first organs subjugated to salinity and were in straight contact with the soil, absorbing water from the soil and supplying it to the shoot (Asasi 2009).

The curative effect of low and different salicylic acid doses on maize cultivars germination and growth under salinity stress conditions was seen in Table 5. The fact that the best germination time was obtained at 0.2 mM SA, as the worst was recorded at 0.1 mM SA, that explained the complex effect of SA. The fact that the best germination time was obtained at 0.2 mM SA, as the worst was recorded at 0.1 mM SA, that explained the complex effect of SA. Germination index impressed substantially and regularly with enhancing SA application. Augmenting SA dose caused a well elongation in shoot length, moreover by contrast lead to shortening in root length, but these were not numerically markedly different. Albeit, the root length of the control application was well, the best value in fresh weight was recorded at 0.2 mM SA. Albeit, the root length of the control application was well, the best value in fresh weight was recorded at 0.2 mM SA. Thereby, said that alleviating SA application on salinity stress prominently worked and occasionally it did not (Table 5). In similar subject, the salicylic acid healing effects on the damage occurring under stress conditions were followed (Khodary 2004; Gunes et al. 2007). In full agreement with those published by Farahbakhsh and Saiid (2011) and Singh et al (2015a), SA stimulated growth and biomass weight in salt-stressed maize plants (Moghaddam et al. 2020).

SA applications impress growth and photosynthetic capacity of plant in salinity stress (Khan et al. 2012; Arfan 2009). The applications of SA markedly boosted shoot (Purcarea and Cachita-Cosma 2010) and root length (Tufail et al. 2013; El-Tayed 2005; Vazirimehr et al. 2014; Tuna

et al. 2007), shoot and root weight (El-Katony et al. 2019) under stress conditions (Jini and Joseph 2017) and had positive influence on MGT (Afzal et al. 2006). Anaya et al. (2015) reported that the fresh weight decreased with salt applications, and in cases where SA was applied, lower values were obtained than the control, although it prevented the decrease.

With a few exceptions, sturdy relationships were observed in these traits. As in these conditions, the main correlations were with SL\*TB, GI\*SVI, SLSI\*SFSI and SLSI\*RFSI, with correlations greater than 96% being strong and recorded as positive. There was a weak negative correlation between the R/L ratio and GR, GI, and a moderately negative correlation between the MGT and the R/L ratio. In addition, a negative and marked association of MGT with GI, SVI, SL, RL, SFW, RFW and TB was determined (Table 6). Gulser et al. (2019), it was observed that the formed salinity was negatively related to the germination time and also the plant length was also significantly related.

It has been demonstrated by studies over time that salinity has a negative correlation with GP, GI, and SVI (Rehman et al. 2000). However, the level or importance of this negative correlation varies be linked on the salt concentration, low NaCl concentrations allow the seeds to rest, and high NaCl concentrations prevent the germination of seeds (Khan and Weber 2008). Ibrahim et al. (2020) recorded that a negative correlation between salinity and shoot length, root length might be due to the deleterious salinity stress effect that consists when causing physical dehydration by the osmotic effect that inhibits water movement in plants.

**Table 1.** Results of variance analysis on germination and growth parameters of salicylic acid doses and salinity stress levels in maize cultivars

Source of Variance	df	MGT	GR	GI	SVI	SL	RL	R/L rate
C	2	224.89**	269.39**	0.03	55.59**	208.14**	431.42**	138.30**
SL	2	109.25**	485.52**	506.77**	506.65**	615.22**	433.27**	35.15**
SA	2	8.90**	26.39**	96.15**	94.79**	108.25**	75.45**	225.97**
C*SL	4	197.44**	8.65**	21.12**	20.49**	34.03**	32.15**	7.11**
C*S	4	7.14**	2.07	4.40**	4.33**	2.30	2.08	1.46
SL*SA	4	8.51**	41.91**	8.39**	8.32**	6.13**	7.11**	5.47**
C*SL*SA	8	19.56**	2.03	1.30	1.45	0.64	0.79	1.90

\*Significant at the 0.05 probability level. \*\*Significant at the 0.01 probability level. (Cultivar: C, Salinity level: SL, Salicylic acid: SA, Mean germination time: MGT, Germination Rate: GR, Germination index: GI, Seedling Vigor index: SVI, Shoot length: SL, Root length: RL, Root/shoot rate:R/S)

**Table 2.** Results of variance analysis on growth parameters and stress tolerances of salicylic acid doses and salinity stress levels in maize cultivars.

Source of variance	df	SFW	RFW	TB	SLSI	RLSI	SFSI	RFSI
C	2	43.27**	534.86**	264.56**	23.98**	3.45*	2.32	14.13**
SL	2	474.31**	607.12**	644.90**	76.44**	13.35**	104.85**	77.76**
SA	2	84.25**	121.83**	122.42**	4464.94**	1669.43**	3330.44**	20006.88**
C*SL	4	8.99**	18.25**	12.41**	20.27**	7.47**	3.44*	19.36**
C*SA	4	3.26*	2.84*	3.16*	6.25**	1.84	2.23	7.33**
SL*SA	4	5.44**	10.50**	9.15**	20.58**	8.53**	28.67**	22.32**
C*SL*SA	8	1.98	1.99	0.35	5.34**	2.11*	3.31**	6.10**

\*Significant at the 0.05 probability level. \*\*Significant at the 0.01 probability level. (Cultivar: C, Salinity level: SL, Salicylic acid: SA, SFW: Shoot fresh weight, RFW: Root fresh weight, Shoot length stress tolerance index: SLSI, Root length stress tolerance index: RLSI, Shoot fresh weight stress tolerance index: SFSI, Root fresh weight stress tolerance index: RFSI)

**Table 3.** The effects of salicylic acid doses on growth parameters of maize cultivars exposed to salinity stress levels.

Cultivars	MGT (day)	GR (%)	GI (%)	SVI (%)	SL (cm)	RL (cm)	R/L	SFW (mg)	RFW (mg)	TB (mg)
Side	4.68b	60.88c	100.00	2.53a	4.15a	9.79a	2.37a	0.1349a	0.1788a	0.3137a
Pehlivan	5.96a	73.84b	99.99	2.25b	3.05b	4.29c	1.45c	0.1137b	0.0822c	0.1958c
Burak	6.03a	81.71a	99.73	2.54a	3.11b	5.55b	1.78b	0.1118b	0.1189b	0.2307b

\*Different letters next to values indicate statistically different means at  $P<0.05$  level, and  $P<0.01$  levels.

**Table 4.** The growth parameters of maize cultivars exposed to salinity stress levels

SL (mM)	MGT (day)	GR (%)	GI (%)	SVI (%)	SL (cm)	RL (cm)	R/L	SFW (mg)	RFW (mg)	TB (mg)
0 mM	5.04c	86.11a	119.78a	2.93a	4.54a	9.57a	2.11a	0.1649a	0.1802a	0.3451a
75 mM	5.53b	72.45b	100.26b	2.45b	3.34b	6.26b	1.85b	0.1154b	0.1231b	0.2386b
150 mM	6.10a	57.87c	79.70a	1.94c	2.42c	3.81c	1.64c	0.0801c	0.0765c	0.1565c

\*Different letters next to values indicate statistically different means at  $P<0.05$  level, and  $P<0.01$  levels.

**Table 5.** The effects of salicylic acid doses on growth parameters of maize cultivars.

SA (mM)	MGT (day)	GR (%)	GI (%)	SVI (%)	SL (cm)	RL (cm)	R/L	SFW (mg)	RFW (mg)	TB (mg)
0 mM	5.50b	69.91b	90.82c	2.22c	3.02c	7.80a	2.49a	0.1031c	0.1032c	0.2063c
0.1 mM	5.73a	70.60b	100.69b	2.45b	3.38b	6.45b	1.81b	0.1185b	0.1268b	0.2453b
0.2 mM	5.45b	75.93a	108.23a	2.65a	3.90a	5.39c	1.30c	0.1389a	0.1498a	0.2886a

\*Different letters next to values indicate statistically different means at  $P<0.05$  level, and  $P<0.01$  levels

**Table 6.** Correlation of germination, growth and stress tolerance parameters in maize cultivars.

	MGT	GR	GI	SVI	SL	RL	R/L	SFW	RFW	TB	SLSI	RLSI	SFSI
GR	-0.14												
GI	-0.46**	0.75**											
SVI	-0.48**	0.71**	0.96**										
SL	-0.64**	0.42**	0.85**	0.88**									
RL	-0.60**	0.20*	0.50**	0.60**	0.74**								
R/L	-0.23*	-0.13	-0.06	0.06	0.17	0.76**							
SFW	-0.51**	0.54**	0.90**	0.90**	0.95**	0.62**	0.065						
RFW	-0.58**	0.29**	0.72**	0.83**	0.93**	0.77**	0.298**	0.85**					
TB	-0.57**	0.41**	0.82**	0.89**	0.97**	0.74**	0.214*	0.95**	0.98**				
SLSI	0.07	0.05	0.27**	0.24*	0.22*	-0.30*	-0.680**	0.24*	0.20*	0.22*			
RLSI	0.04	0.04	0.27**	0.26**	0.23*	-0.18	-0.507**	0.25**	0.23*	0.25*	0.91**		
SFSI	0.03	0.04	0.27**	0.26**	0.22*	-0.29**	-0.676**	0.26**	0.21*	0.24*	0.98**	0.89**	
RFSI	0.07	0.02	0.23*	0.20*	0.20*	-0.31**	-0.663**	0.23*	0.21*	0.22*	0.97**	0.86**	0.97**

\*Significant at the 0.05 probability level. \*\*Significant at the 0.01 probability level. (Mean germination time: MGT, Germination Rate: GR, Germination index: GI, Seedling Vigor index: SVI, Shoot length: SL, Root length: RL, Root/shoot rate:R/S, SFW: Shoot fresh weight, RFW: Root fresh weight, TB: Total biomass, Shoot length stress tolerance index: SLSI, Root length stress tolerance index: RLSI, Shoot fresh weight stress tolerance index: SFSI, Root fresh weight stress tolerance index: RFSI)

---

## Conclusion

As a result of this study, it was determined that different salinity levels created with NaCl on germination and growth parameters were reduced the negative effects of salty environment. These different levels of salt were noted as different responses among the cultivars developed by the institute, salicylic treatments also had positive effects on germination at low salt levels. In addition, it was determined that salicylic acid applications at different doses applied to the seeds germinated in salty conditions reduced the negative effects of stress in the first growth. Therefore, it was thought that the effects of different salinity levels and salicylic applications detected in the experiment on germination and growth may be useful for further research.

## Acknowledgements

This experiment was conducted Forage Crops Laboratory of the Department of Field Crops, Akdeniz University. The maize cultivars (*Zea mays* L.) obtained from the Batı Akdeniz Agricultural Research Institute.

## Çıkar Çatışması

Author has declared no conflict of interest.

## References

- AbdElgawad H, Zinta G, Hegab M M, Pandey R, Asard H and Abuelsoud W (2016). High salinity induces different oxidative stress and antioxidant responses in maize seedlings organs. *Frontiers in Plant Science* 7(3): 276.
- Afzal I, Basra S M, Farooq M and Nawaz A (2006). Alleviation of salinity stress in spring wheat by hormonal priming with ABA, salicylic acid and ascorbic acid. *Int. J. Agric. Biol.* 8(1): 23-28.
- Anaya F, Fghire R, Wahbi S and Loutfi K (2017). Antioxidant enzymes and physiological traits of *Vicia faba* L. as affected by salicylic acid under salt stress. *J. Mater Environ Sci.* 8(7): 2549-2563.
- Arfan M (2009). Exogenous application of Salicylic acid through rooting medium modulates ion accumulation and antioxidant activity in spring wheat under salt stress. *Int. J. Agri. Biol.* 11: 437-442.
- Asaadi A M (2009). Investigation of salinity stress on seed germination of *Trigonella foenum-graecum*. *Res. J. Biol. Sci.* 4: 1152–1155
- Azooz M M (2009). Salt stress mitigation by seed priming with salicylic acid in two faba bean genotypes differing in salt tolerance. *Int J Agric Biol.* 11(4): 343-350.
- Banu N A, Hoque A, Watanabe-Sugimoto M, Islam, M M, Uraji M, Matsuoka K, Nakamura Y and Murata Y (2010). Proline and glycinebetaine ameliorated NaCl stress via scavenging of hydrogen peroxide and methylglyoxal but not superoxide or nitric oxide in tobacco cultured cells. *Biosci. Biotech. Bioch.* 74(10): 2043e2049.



---

Banziger M and Araus J (2007). Recent advances in breeding maize for drought and salinity stress tolerance. *Advances in Molecular Breeding Towards Drought and Salt Tolerant Crops*. SpringerLink, Berlin, 587-601.

Cassaniti C, Romano D, Ho M C and Flowers T J (2013). Growing floricultural crops with brackish water. *Environ. Exper. Bot.* 92: 165-75.

Ceritoglu M. and Erman M (2020). Mitigation of salinity stress on chickpea germination by salicylic acid priming. *Uluslar. Tar. ve Yaban Hayatı Bil. Der.* 6(3): 582-591.

Dempsey D M A and Klessig D F (2017). How does the multifaceted plant hormone salicylic acid combat disease in plants and are similar mechanisms utilized in humans? *B.M.C. Biol.* 15: 1-11.

El-Katony T M, El-Bastawisy Z M and El-Ghareeb S S (2019). Timing of salicylic acid application affects the response of maize (*Zea mays* L.) hybrids to salinity stress. *Heliyon* 5(4): e01547.

El-Mergawi R A and El-Wahed M S (2020). Effect of exogenous salicylic acid or indole acetic acid on their endogenous levels, germination, and growth in maize. *Bull. Nat. Res. Centre* 44: 1-8.

Farahbakhsh H and Saiid M S (2011). Effects of foliar application of salicylic acid on vegetative growth of maize under saline conditions. *Afr. J. Plant Sci.* 5: 575-578.

Flowers T J (2004). Improving crop salt tolerance. *J. Exp. Bot.* 55: 307-319.

Ghonaim M M, Mohamed H I and Omran A A (2020). Evaluation of wheat salt stress tolerance using physiological parameters and retrotransposon-based markers. *Genet. Resour. Crop Evol.* 68: 227-242.

Gökkaya T H, Arslan M. (2023). Exogenous salicylic acid application during germination of silage maize (*Zea mays* L.) exposed to PEG-induced drought condition. *Turkish Journal of Range and Forage Science* 4(1): 43-52.

Gunes A, Inal A, Alpaslan M, Eraslan F, Bagci E G and Cicek N (2007). Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. *J. Plant Physiol* 164: 728-36.

Guo X, Zhi W, Feng Y, Zhou G and Zhu G (2022). Seed priming improved salt-stressed sorghum growth by enhancing antioxidative defense. *Plos one* 17(2): e0263036.

Gülser F, Gülser C and Gökkaya T H (2019). The effects of selenium application on germination parameters of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) and osmotic potential of growth media under drought conditions. 10th International Soil Science Congress on "Environment and Soil Resources Conservation". p. 249-255.

Halliwell B (2006). Reactive species and antioxidants. Redox biology is a fundamental theme of aerobic life. *Plant Physiolog* 141: 312–322.

---

Hussein M M, Balbaa L K and Gaballah M S (2007). Salicylic acid and salinity effects on growth of maize plants. *Research J. of Agri. and Biol. Sci.* 3(4): 321-328.

Ibrahim M E H, Zhu X, Zhou G and Nimir N E A (2016). Comparison of germination and seedling characteristics of wheat varieties from China and Sudan under salt stress. *Agronomy Journal* 108: 85-92.

ISTA 2017. International for Seed Testing Rules. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.

Jaleel C A, Kishorekumar A, Manivannan P, Saankar B, Gomathinayagam M and Panneerselvam R (2008). Salt stress mitigation by calcium chloride in *Phyllanthus amarus*. *Acta Bot. Croat.* 67: 53–62.

Jamil M, Lee D B, Jung K Y, Ashraf M, Lee S C and Rha E S (2006). Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four Vegetable species. *J. Cent. Eur. Agric.* 7: 273-282.

Jayakannan M, Bose J, Babourina O, Rengel Z and Shabala S (2015). Salicylic acid in plant salinity stress signalling and tolerance. *Plant Growth Regulation* 76: 25-40.

Jini D and Joseph B (2017). Physiological mechanism of salicylic acid for alleviation of salt stress in rice. *Rice Sci.* 24 (2): 97e108.

Kaya C, Ugurlar F, Ashraf M and Ahmad P. (2023). Salicylic acid interacts with other plant growth regulators and signal molecules in response to stressful environments in plants. *Plant Physiol. Biochem.* 196: 431–443.

Khan M A and Weber D J (2008). *Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants (Tasks for Vegetation Science)*, 1st ed.; Springer Science and Business Media: Amsterdam, The Netherland.

Khan M I R, Iqbal N, Masood A and Khan N A (2012a). Variation in salt tolerance of wheat cultivars: Role of glycinebetaine and ethylene. *Pedosphere* 22: 746-754.

Khan N A, Syeed S, Masood A, Nazar R and Iqbal N (2010). Application of salicylic acid increases contents of nutrients and antioxidative metabolism in mungbean and alleviates adverse effects of salinity stress. *Int. J. of Plant Bio.* 1(1): e1.1-8.

Khan S U, Asghari B and Gurmani A R (2012b). Abscisic acid and salicylic acid seed treatment as potent inducer of drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pak. J. Bot.* 44(1): 43-49.

Khodary S E A (2004). Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. *Int. J. Agric. Biol.* 6(1): 5-8.

Kudla J, Becker D, Grill E, Hedrich R, Hippler M, Kummer U, Parniske M, Romeis T and Schumacher K (2018). Advances and current challenges in calcium signaling. *New Phytol.* 218: 414-31.

---

Latif H H and Mohamed H (2016). Exogenous applications of moringa leaf extract effect on retrotransposon, ultrastructural and biochemical contents of common bean plants under environmental stresses. *South Afr. J. Bot.* 106: 221-231.

Lin J, Wang Y, Sun S, Mu C and Ya X (2017). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth, photosynthesis and photosynthetic pigments of *Leymus chinensis* seedlings under salt-alkali stress and nitrogen deposition. *Sci. Total Environ.* 576: 234-241.

Majda C, Khalid D, Aziz A, Rachid B, Badr A S, Lotfi A and Mohamed B (2019). Nutri-priming as an efficient means to improve the agronomic performance of molybdenum in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Science of the Total Environment* 661: 654-663.

Mansour M M F, Salama K H A, Ali F Z M and Abou Hadid A F (2005). Cell and plant responses to NaCl in *Zea mays* L. cultivars differing in salt tolerance. *Gen. Appl. Plant Physiol.* 31(1-2): 29e41.

Mittal N, Thakur S, Verma H and Kaur A (2018). Interactive effect of salinity and ascorbic acid on *Brassica rapa* L. plants. *Gl. J. of Bio-Sci. and Biotech.* 7: 27-29.

Moghaddam S S, Rahimi A, Pourakbar L and Jangjoo F (2020). Seed Priming with salicylic acid improves germination and growth of *Lathyrus sativus* L. under salinity stress. *Yuzuncu Yil Uni. Journal of Agricultural Sciences* 30(1): 68-79.

Mohamed H I and Goma E Z (2012). Effect of plant growth promoting *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens* on growth and pigment composition of radish plants (*Raphanus sativus*) under NaCl stress. *Photosynth* 50(2): 263–272. <https://doi.org/10.1007/s11099-012-0032-8>.

Mohammed Ibrahim Elsiddig A, Zhou G, Nimir N E A and Yousif Adam Ali A (2022). Effect of exogenous ascorbic acid on two sorghum varieties under different types of salt stress. *Chilean journal of agricultural research* 82(1): 10-20.

Munns R and Tester M (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Reviews of Plant Biology* 59: 651-681.

Nawaz F, Ashraf M Y, Ahmad R, Waraich E A and Shabbir R N (2014). Selenium (Se) regulates seedling growth in wheat under drought stress. Hindawi Publishing Corporation. *Advances in Chemistry*, Article ID 143567, 7p.

Nazar R, Iqbal N, Syeed S and Khan N A (2011). Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under salt stress by enhancing nitrogen and sulfur assimilation and antioxidant metabolism differentially in two mungbean cultivars. *Journal of plant physiology* 168(8): 807-815.

Niu G, Rodriguez , Dever J and Zhang J (2013). Growth and physiological responses of five cotton genotypes to sodium chloride and sodium sulfate saline water irrigation. *J. Cotton Sci.* 17(2): 233–244.

---

Noreen S and Ashraf M (2008). Alleviation of adverse effects of sunflower (*Helianthus annuus* L.) by exogenous application of salicylic acid growth and photosynthesis. Pak. J. Bot. 40(4): 1657-1663

Öten M, Kiremitçi S and Çınar O (2016). Bazı yem bitkileri ve karışımlarıyla hazırlanan silajların silaj kalitelerinin farklı yöntemlerle belirlenmesi. And. Ege Tar. Araş. Ens. Der. 26(2): 33-43.

Purcarea C and Cachita-Cosm D (2010). Studies regarding the effects of salicylic acid on maize (*Zea mays* L.) seedling under salt stress. Studia Universitat, Seria Tiintele Vietii 1: 63-68.

Rajabi Dehnavi A, Zahedi M, Ludwiczak A, Cardenas Perez S and Piernik A (2020). Effect of salinity on seed germination and seedling development of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes. Agronomy 10(6): 859.

Raskin I (1992). Role of salicylic acid in plants. Ann. Rev. of Plant Physiol. Mol. Boil. 43: 439-463.

Rehman S, Harris P J C, Bourne W F and Wilkin J (2000). The relationship between ions; vigour and salinity tolerance of Acacia seeds. Plant Soil 220: 229-233.

Ren H, Wang X, Zhang F, Zhao K, Liu X, Yuan R, ... and Wang J. (2023). Salicylic acid and pyraclostrobin can mitigate salinity stress and improve anti-oxidative enzyme activities, photosynthesis, and soybean production under saline-alkali regions. Land 12(7): 1319.

Rivas-San Vicente M and Plasencia J (2011). Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development. J. of Experimental Botany 62(10): 3321-3338.

Rouf Shah T, Prasad K and Kumar P (2016). Maize-A potential source of human nutrition and health: a review. Cogent Food and Agriculture 2 (1): 1166995.

Roy J, Galano J M, Durand T, Le Guennec J Y nad Chung-Yung Lee J (2017). Physiological role of reactive oxygen species as promoters of natural defenses. The FASEB Journal 31(9): 3729-3745.

Semida W M, Abd El-Mageed T A, Mohamed S E and El-Sawah N A (2017). Combined effect of deficit irrigation and foliar applied salicylic acid on physiological responses, yield, and water-use efficiency of onion plants in saline calcareous soil. Archives of Agronomy and Soil Science 63(9): 1227-1239.

Shtaya M J, Al-Fares H, Qubbaj T, Abu-Qaoud H and Shraim F (2021). Influence of salt stress on seed germination and agromorphological traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Legume Research-An International Journal 44(12): 1455-1459.

Singh P K, Shahi S K and Singh A P (2015). Effects of salt stress on physico-chemical changes in maize (*Zea mays* L.) plants in response to salicylic acid. Indian J. Plant Sci. 4: 2319-3824.

---

Steduto P, Albrizio R, Giorio P and Sorrentino G (2000). Gas-exchange response and stomatal and non-stomatal limitations to carbon assimilation of sunflower under salinity. *Env. and experimental botany* 44(3): 243-255.

Sudhir P and Murthy S D S (2004). Effects of salt stress on basic processes of photosynthesis. *Photosyn.* 42: 481-6.

Sultan I, Khan I, Chattha M U, Hassan M U, Barbanti L, Calone R, .. and Usman S (2021). Improved salinity tolerance in early growth stage of maize through salicylic acid foliar application. *Italian Journal of Agronomy* 16(3): 1-11.

Tenikecier H S and Ateş E (2022). Impact of salinity on germination and seedling growth of four cool-season turfgrass species and cultivars. *Polish Journal of Environmental Studies.* 31(2): 1813-1821.

Tester M and Davenport R (2003). Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. *Ann. Biol.* 91: 503-7.

Tufail A, Arfan M, Gurmani A R, Khan A and Bano A (2013). Salicylic acid induced salinity tolerance in maize (*Zea mays*). *Pak. J. Bot.* 45(S1), 75-82.

TUIK 2023. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2022-45504#:~:text=Bir%20%C3%B6nceki%20y%C4%B1la%20g%C3%B6re%2C%20bu%209Fday,artarak%20365%20bin%20ton%20oldu>.

Tuna A L, Kaya C, Dikilitaş M, Yokaş İ, Burun B and Altunl H (2007). Comparative effects of various salicylic acid derivatives on key growth parameters and some enzyme activities in salinity stressed maize (*Zea mays* L.) plants. *Pak. J. Bot.* 39(3):787-798.

Vazirimehr M, Rigi K and Branch Z (2014). Effect of salicylic acid in agriculture. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences* 4: 291e296

Wang Y H, Zhang G, Chen Y, Gao J, Sun Y R, Sun M F, et al. (2019). Exogenous application of gibberellic acid and ascorbic acid improved tolerance of okra seedlings to NaCl stress. *Acta Physiologiae Plantarum* 41:93.

Xia F S, Wang Y C, Zhu H S, Ma J Y, Yang Y Y, Tian R and Dong K H (2019). Influence of priming with exogenous boron on the seed vigour of alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Legume Research-an International Journal* 42(6): 795-799.

Xie X, He Z, Chen N, Tang Z, Wang Q and Cai Y (2019). The roles of environmental factors in regulation of oxidative stress in plant. *BioMed Research International* 9732325.

Yamaguchi T and Blumwald E (2005). Developing salt-tolerant crop plants: Challenges and opportunities. *Trends Plant Sci.* 12: 615–620.

Yıldız M, Terzi H and Akçalı N (2014). Bitki Tuz Stresi Toleransında Salisilik Asit ve Poliaminler. *Afyon Kocatepe Uni. J. of Science and Engineering* 14(2): 7-22.



*Araştırma makalesi*

## Anadolu Mandaların Bir Yaş Ağırlığı Üzerine Etki Faktörlerin CHAID Algoritması Kullanılarak Belirlenmesi<sup>a</sup>

Aziz ŞAHİN\*<sup>1</sup>, Yüksel AKSOY<sup>2</sup>, Arda YILDIRIM<sup>3</sup>, Zafer ULUTAŞ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 40100, Kırşehir, Türkiye

<sup>2</sup>Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 26160, Eskişehir, Türkiye

<sup>3</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, 60100, Tokat, Türkiye

<sup>4</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): aziz.sahin@ahievran.edu.tr

Makale alınış (Received): 04.12.2023 / Kabul (Accepted): 25.12.2023 /Yayınlanma (Published): 31.12.2023

### ÖZ

Bu çalışma, Anadolu Mandalarının on iki aylık yaştaki canlı ağırlığı üzerine bazı faktörlerin (buzağılama mevsimi, cinsiyet, ana yaşı ve doğum ağırlığı) etkisinin CHAID algoritması (veri madenciliği) kullanılarak belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bağımlı değişkeni etkileyen faktörlerin belirlenmesinde Regresyon Ağacından faydalanılmıştır. Bu çalışmada, 2023 yılında 809 baş Anadolu mandasının bir yaş ağırlığı (BYA) verileri değerlendirilmiştir. Araştırmada, malaklama mevsimi, cinsiyet, ana yaşı ve doğum ağırlığının BYA üzerine etkisinin önemli olduğu saptanmıştır. Dişi ve erkek mandaların BYA sırasıyla 136.96±40.145, 144.62±42.705 kg olarak tahmin edilmiştir. Sonuç olarak, Anadolu mandalarında büyüme özellikleri dikkate alınarak yapılacak ıslah çalışmalarında on iki aylık canlı ağırlığın (BYA) kriter olarak kullanılabilmesi düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** regresyon ağacı, malaklama mevsimi, malak cinsiyeti, ana yaşı

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

<sup>a</sup> **Atf bilgisi / Citation info:** Şahin A, Aksoy Y, Yıldırım A, Ulutaş Z (2023). Anadolu Mandaların Bir Yaş Ağırlığı Üzerine Etki Faktörlerin CHAID Algoritması Kullanılarak Belirlenmesi. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 3(2): 270-277

## **Determination of Some Factors Affecting the Twelfth Months Live Weight of Anatolian Buffaloes Using the CHAID Algorithm**

### **ABSTRACT**

This study aimed to determine the effects of some factors (calving season, calf sex, dam's age, and birth weight) on the one-year-old live weight of Anatolian Buffaloes using the CHAID data mining algorithm. A Regression Tree was utilized to identify factors affecting the dependent variable. In this research, data of 809 Anatolian buffaloes one-year-old in 2023 were evaluated. It was found that the effects of calving season, calf sex, dam age, and birth weight on one-year-old live weight (TMLW) were significant. The TMLW of male and female buffaloes was estimated as  $136.96 \pm 40.145$  kg and  $144.62 \pm 42.705$  kg, respectively. In conclusion, it is suggested that the one-year-old live weight (TMLW) can be used as a criterion in breeding studies considering the growth characteristics of Anatolian buffaloes.

**Keywords:** regression tree, calving season, calf sex, dam age

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

### **Giriş**

Bugün dünyanın hemen hemen her bölgesinde, evcil ve yabani olarak 70'ten fazla farklı Manda ırkı yetiştirilmektedir. Mandalar Nehir ve Bataklik mandaları olmak üzere iki grup altında incelenmektedir. Hindistan'dan köken alan ve kombine verim yönlü olan nehir mandalarının alt grubu olan Akdeniz mandaları, Türkiye'de yetiştirilen ve Anadolu Mandası olarak isimlendirilen mandaların kökenini oluşturmaktadır (Şekerden, 2001; Soysal, 2009). Anadolu mandaları Türkiye'de Marmara bölgesinde İstanbul, Ege bölgesinde Afyon, Karadeniz bölgesinde Çorum, Tokat, Sinop, Amasya ve Samsun, Güneydoğu Anadolu bölgesinde Diyarbakır, Doğu Anadolu bölgesinde Muş ve Bitlis illerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Kırsal alanda yaşıyan ve gelir düzeyi düşük olan küçük ölçekli aile işletmeleri manda yetiştiriciliği yaparak geçimlerini sağlamaktadır (Şahin ve ark., 2013; Aksoy ve ark., 2021). Toplumunu oluşturan bireylerin sağlıklı ve dengeli beslenebilmeleri için tüketmeleri gereken gıda maddelerinden bir tanesi de kırmızı ettir. Son istatistiki bilgilere göre Türkiye'de 171 835 baş manda yetiştirilmekte olup, mandalardan 215 kg (Ulutaş ve ark., 2021), 218 kg (Anonim, 2023) karkas elde edilmektedir. Hayvanlardan elde edilen verimlerin artırılması amacıyla yürütülen ıslah çalışmalarında, seleksiyona esas özellikler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi önem taşımaktadır. Değişkenler arasındaki ilişkiler, CHAID (Otomatik Ki-Kare etkileşim Belirleme Analizi) ve regresyon ağacı kullanıldığında daha kolay açıklanabilir. İstatistiğin önemli konularından birisi olan, regresyon analizi iki ya da daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi saptamak için kullanılmaktadır (Yavuz ve Şahin, 2022). Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklayan ve parametrik olmayan bir yöntem olan regresyon ağacı, analizlerin yapılabilmesi için veri setinin yapısı ile ilgili doğrusallık ve normallik gibi bazı

---

kabuller, ön koşullar ya da varsayımlar yerine getirilmediğinde, değişkenler arasındaki ilişkileri diyagramlar ile açıklayan bir yöntemdir (Doğan ve Özdamar 2003; Balta, 2018).

Bağımsız değişkenlerle ilgili ölçüm sonuçlarından doğru ve güvenilir bir şekilde bağımlı değişkeni tahmin etmek, bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki yapısal ilişkiyi saptamak için regresyon ağaçlarından yararlanılmaktadır. Regresyon ağaçları, bağımsız değişken sayısı fazla olan karmaşık veri setlerinin analiz edilmesinde tercih edilebilen yöntemlerdendir (Balta, 2018). Regresyon ağacı, bağımlı değişkeni en iyi açıklayan değişkenleri içerir diğer değişkenleri ise ağaç yapısından çıkarır. Bilgisayar teknolojisinde meydana gelen değişimler, hayvancılık işletmelerinde kompleks veri setlerinin oluşmasına neden olmuştur. Bu nedenle, bilinen metotlarla yapılan analizler yetersiz kaldığı zaman regresyon ağaçları gibi metotlar geliştirilerek, bu metotlar günümüzde birçok alanda uygulanmaya başlanmıştır (Balta, 2018; Gacar ve Kocakoç, 2020).

CHAID, Torbalama, Hızlandırma, Sınıflandırma ve Regresyon Ağaçları, Rastgele Orman gibi algoritmalar, Regresyon Ağacı elde etmek amacıyla geliştirilmiş olan algoritmalar arasında yer almaktadır. Bonferroni kriteri esas alınarak CHAID algoritmasında düzeltme yapılmaktadır (Hastie ve ark., 2009; Şata ve Elkonca, 2020; Akbulut ve ark., 2022).

Günümüzde bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin tespit edilmesi, karmaşık ve büyük veri setlerine uygulanabilmesi, analiz sonuçlarının anlaşılır olması, daha az varsayımlara gereksinim duyulması gibi avantajlar CHAID algoritmasının araştırmacılar tarafından diğer yöntemlere göre tercih edilmesine neden olmuştur (Kayri and Boysan, 2007).

Türkiye’de Anadolu mandalarının büyüme özellikleri üzerine etkili faktörlerin CHAID algoritması vasıtasıyla belirlendiği araştırmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu nedenle, araştırmada, Anadolu Mandaların büyüme özelliklerinden bir yaş ağırlığı (BYA) üzerine etki eden faktörler CHAID algoritması kullanılarak belirlenmiştir.

## **Materyal ve Yöntem**

Bu araştırmada, Tokat ili ve ilçelerinde 2022 yılının ikinci yarısında doğan ve 2023 yılında bir yaşında olan 809 baş Anadolu mandasının, bir yaş ağırlığı (BYA) değerlendirilmiştir. Araştırmada, bağımsız değişken olarak, malaklama mevsimi (1: kış, 2: ilkbahar, 3: yaz, 4: sonbahar), malak cinsiyeti (dişi 1; erkek: 2), ana yaşı (3-10), doğum ağırlığı bağımsız değişken olarak, bir yaş ağırlığı (BYA) ise bağımlı değişken olarak modelde yer almıştır. Analizler öncesinde büyüme verileri bilgisayara Microsoft Excel yardımı ile taşınmıştır. Araştırma verilerinin değerlendirilmesinde SPSS 17 paket programından yararlanılmıştır.

Bağımsız değişkenleri kullanarak bağımlı değişken ya da değişkenleri tanımlayan, parametrik olmayan bir yöntem olan regresyon ağacının sonuçlarının anlaşılır olması ve kullanımının kolay olması, günümüzde regresyon ağacının veri analizinde yaygın olarak kullanılmasına neden olmuştur. Bu tür analizlerde, ilk olarak regresyon ağacı oluşturulur. Sonrasında ise kök düğüm oluşturulur. Takip eden aşamalarda ise ağaç üzerindeki diğer düğümler oluşturulur. Düğüm oluşumunun tamamlanmasından sonra Regresyon ağacı oluşturulmuş olur. Regresyon ağacının ilgili düğümlerine veriler yerleştirilir.



---

## Bulgular ve Tartışma

Bu araştırmada, bir yaş ağırlığı üzerine etkili olan çevresel faktörlerin tespit edilmesi için CHAID algoritmasından faydalanılmıştır. Analizlerde, malaklama mevsimi, ana yaşı, malak cinsiyeti, doğum ağırlığı bağımsız değişken olarak, BYA ise bağımlı değişken olarak modelde yer almıştır.

Araştırmada, BYA'ya uygulanan 100:50 ebeveyn-çocuk düğüm oranı için oluşturulan regresyon ağacı diyagramı Şekil 1'de sunulmuştur.

Bu araştırmada, elde edilen regresyon ağacı incelendiğinde, BYA'nı en çok etkileyen değişkenlerin malaklama mevsimi, ana yaşı, malak cinsiyeti ve malak doğum ağırlığı olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Araştırmada oluşturulan regresyon ağacının yapısına bakıldığında, kurulan ağacın en tepesinde konumlandırılmış olan cevap değişkeni (BYA) ile ilgili tanımlayıcı istatistiklerin yer aldığı "düğüm 0" olarak belirtilen kök düğümü bulunmaktadır.

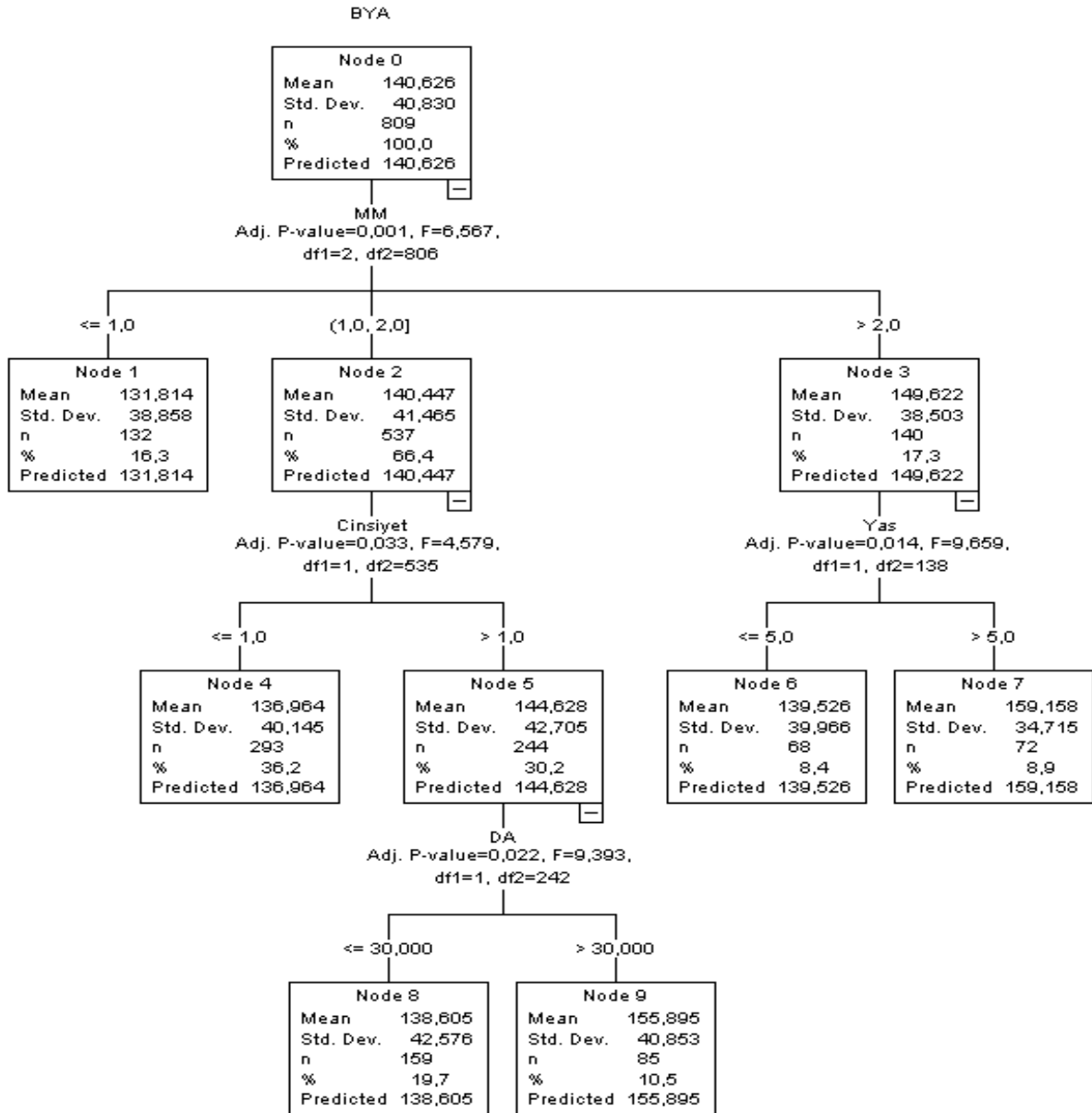
Düğüm 0'da BYA  $140.62 \pm 40.830$  kg olarak tahmin edilmiştir. Bu düğümde toplam 809 adet veri bulunmaktadır (Şekil 1).

BYA (Düğüm 0), mevsim değişkeni bakımından üç alt gruba (Düğüm 1, Düğüm 2, Düğüm 3) ayrılmıştır. Düğüm 1; kış mevsiminde doğan mandaların oluşturduğu grubu ( $\leq 1$ ; kış), Düğüm 2 ise; ilkbahar mevsiminde doğan mandaların oluşturduğu grubu (1.0, 2], Düğüm 3 ise yaz ve sonbahar mevsimlerinde doğan mandaların oluşturduğu grubu ( $> 2$ ) temsil etmektedir (Şekil 1). Düğüm 1'de, yani kış mevsiminde doğan mandaların oluşturduğu grupta BYA  $131.81 \pm 38.858$  kg olarak tahmin edilmiştir. Bu düğüm toplam veri adedinin %16,3 (n=132)'ünü oluşturmuştur. Düğüm 2 yani ilkbahar mevsiminde doğan mandaların oluşturduğu grubun, toplam veri sayısının %66.4'ünü (n=537) oluşturduğu saptanmış olup, bu grupta BYA ağırlığı ortalamasının  $140.44 \pm 41.465$  kg olduğu belirlenmiştir. Düğüm 3'te yaz ve sonbahar mevsiminde doğan mandaların oluşturduğu grupta ise, BYA ortalaması  $149.62 \pm 38.503$  kg olarak tespit edilmiştir. Düğüm 3'ün toplam veri sayısının %17.3'ünü (n=140) oluşturduğu saptanmıştır.

Daha sonra, Düğüm 2 cinsiyet değişkenine göre iki alt gruba (düğüm 4, düğüm 5) ayrılmıştır. Düğüm 4 olarak ( $\leq 1$ ) adlandırılan 1.grupta dişi mandaların BYA ortalaması  $136.96 \pm 40.145$  kg olarak belirlenmiştir. Düğüm 4'teki verilen toplam veri sayısının %36.2 (293)'sini oluşturduğu belirlenmiştir. Düğüm 5'in yani, erkek mandaların oluşturduğu grubun toplam veri sayısının %30.2 (244)'sini oluşturduğu belirlenmiştir. Erkek mandaların oluşturduğu grupta yani Düğüm 5'te BYA ortalaması  $144.62 \pm 42.705$  kg olarak tespit edilmiştir.

Düğüm 3, ana yaşı değişkeni bakımından Düğüm 6 ve Düğüm 7 olmak üzere iki alt gruba ayrılmıştır. Bu alt gruplardan, Düğüm 6'nın ( $\leq 5$ ) ortalaması  $139.52 \pm 39.966$  olarak tahmin edilmiş olup, bu gruptaki veri sayısının 68 adet olduğu ve toplam veri sayısının %8.4'ünü oluşturduğu tespit edilmiştir. Düğüm 7 olarak belirlenen grupta ( $> 5.0$ ), BYA ortalaması  $159.15 \pm 34.715$  kg olarak belirlenmiştir. Düğüm 7'de 72 adet veri bulunduğu, bu verilerin toplam veri sayısının %8.9'unu oluşturduğu belirlenmiştir.

Düğüm 5, doğum ağırlığı değişkeni bakımından Düğüm 8 ( $\leq 30.0$  kg) ve Düğüm 9 ( $> 30.0$  kg) olmak üzere iki alt gruba ayrılmıştır. Bu alt gruplardan, Düğüm 8’de BYA ortalaması  $138.60 \pm 42.576$  kg olarak tahmin edilmiş olup bu gruptaki veri sayısının (159) toplam veri sayısının 19.7’sini oluşturduğu tespit edilmiştir. Düğüm 9’da BYA ortalaması  $155.89 \pm 40.853$  kg olarak tahmin edilmiştir. Düğüm 9’da 85 adet veri bulunmakta olup, bu veriler toplam veri sayısının %10.5’ini oluşturmaktadır.



**Şekil 1.** CHAID algoritması ile elde edilen regresyon ağacı diyagramı

Araştırmada, dişi ve erkek mandaların BYA ortalaması sırası ile  $136.96 \pm 40.145$  kg,  $144.62 \pm 42.705$  kg olarak tahmin edilmiştir. Araştırma bulgusu erkek ve dişi malaklar için Alkoyak ve Öz (2022) tarafından tespit edilen değerler ile, Erdoğan ve ark., (2021)’nin saptadığı değerlerden (168 ve 162 kg) düşük bulunmuştur.

---

Anadolu mandaları üzerinde yürütülen bir çalışmada Alkoyak ve Öz (2022) tarafından BYA'nın kış mevsiminde, Surti mandasında BYA'nın (Sorathiya ve ark., 2009) kış mevsiminde, Murrah mandasında BYA'nın Kış (Thiruvankadan ve ark., 2009) mevsiminde doğan malaklarda, diğer mevsimlere göre daha düşük olduğu bildirilmiştir. Manda cinsiyetinin BYA'nı etkilediği beirlenmiştir. Benzer sonuç, Joshi ve ark., (2022) tarafından Murrah mandalarında, El-den ve ark., (2020) tarafından Mısır mandaları üzerinde yürütülen araştırmalarda da saptanmıştır. Anadolu mandaları üzerinde yapılan bir çalışmada (Uğurlu ve ark., 2016; Kul ve ark., 2018; Alkoyak ve Öz 2022), ana yaşının BYA üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, Anadolu mandalarında büyüme özelliklerinden BYA bakımından yürütülecek olan ıslah çalışmalarında, fenotipik değerlere göre yani BYA kriter olarak kullanılacak ise, araştırma da BYA'nı etkilediği tespit edilen malaklama mevsimi, malak cinsiyeti, ana yaşı gibi çevresel faktörlerin etkileri giderildikten sonra damızlık seçiminin yapılmasının seleksiyondaki başarıyı artıracakı düşünülmektedir.

### **Teşekkür**

Bu çalışmada, kullanılan verilerin elde edilmesindeki katkıları nedeni ile Tokat Damızlık Manda Yetiştiricileri Birliği'ne ve Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne (Proje No: TAGEM/60MANDA2011- 01) makale yazarları olarak teşekkür ederiz.

### **Çıkar Çatışması**

Makale yazarları arasında çıkar çatışması yoktur.

### **Kaynaklar**

Akbulut Ö, Kaygısız A, Yılmaz İ (2022). A Comparative Research on Data Analysis with Factorial ANOVA, Logistic Regression and CHAID Classification Tree Methods. Black Sea Journal of Agriculture, 5(3), 314-322. <http://doi.org/10.47115/bsagriculture.1087820>.

Alkoyak K ve S Öz (2022). The effect of nongenetic factors on calf birth weight and growth performance in Anatolian buffaloes, Turkish Journal of Veterinary Animal Sciences: 46: No. 4, Article 8. <https://doi.org/10.55730/1300-0128.4232>.

Anonim (2023). Tarım ve Orman Bakanlığı Hayvancılık verileri. <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/HAYGEM.pdf>.Erişim Tarihi 04.11.2023.

Balta B (2018). Hemşin Kuzularının Doğum ve Merada Büyüme Özelliklerine Etki Eden Faktörlerin Karar Ağacı Yöntemleriyle İncelenmesi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Erzurum. 99 sayfa.

---

Camdeviren HA, Yazici AC, Akkus Z, Bugdayci R, Sungur MA (2007). Comparison of logistic regression model and classification tree: An application to postpartum depression data. *Expert Systems with Applications*, 32, 4, 987-94.

Doğan N, Özdamar K (2003). CHAID Analizi ve Aile Planlaması ile Bir Uygulama, *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi*, 23; 392-398.

El-den K, Mohammed K. M, Saudi, E M (2020). Estimation of Genetic and Non-Genetic Factors Influencing Growth Traits Performance of Egyptian Buffalo. *Journal of Animal and Poultry Production*, 11(10), 383-388.

Erdoğan M, Tekerli M, Çelikeloğlu K, Hacan Ö, Koçak S, Bozkurt Z, Çinkaya S, Demirtaş M (2021). Associations of SNPs in GHR gene with growth and milk yield of Anatolian buffaloes, *Turkish Journal of Veterinary Animal Sciences*: 45: 6, Article 12. <https://doi.org/10.3906/vet-2103-40>.

Gacar BK ve ID Kocakoç (2020). Regression analyses or decision trees? *Manisa Celal Bayar Univ J Social Sci*, 18: 251-260.

Hastie T, Tibshirani R, Friedman JH, Friedman JH (2009). *The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction*, Springer, second editon.

Kayri M ve M Boysan (2007). Araştırmalarda CHAID analizinin kullanımını ve baş etme stratejileri ile ilgili bir uygulama[Using Chaid analysis in researches and an application pertaining to coping strategies]. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences*. 40(2), 133-149.

Kul E, Filik G, Şahin A, Çayıroğlu H, Uğurlutepe E (2018). Effects of some environmental factors on birth weight of Anatolian buffalo calves. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 6 (4): 444-446.

Sorathiya LM, Fulsoundar AB, Kharadi VB (2009). Environmental and genetic effects on body weight in Surti buffalo calves. *Indian Journal of Animal Sciences*, 79(11), 1176.

Soysal Mİ (2009). *Production of buffalo and its products*. University of Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science Course Notes, page:237 (in Turkish).

SPSS 17. (2011). *Statistical package for Social Sciences (SPSS) for Windows Release 17.0* SPSS Inc

Şahin A, Ulutaş Z, Yıldırım A (2013). Türkiye ve Dünya da Manda Yetiştiriciliği. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi* (8), 65-70.

---

Şahin A, Aksoy Y, Uğurlutepe E, Kul E (2021). Fatty acid profiles and some meat quality traits at different slaughter weights of Brown Swiss bulls. *Tropical Animal Health and Production*, 53 (380), 1-10.

Şekerden Ö (2001). *Büyükbaş Hayvan Yetiştirme (Manda Yetiştiriciliği)*. Temizyürek Ofset Matbaacılık.

Şata M ve F Elkonca (2020). A comparison of classification performances between the methods of logistics regression and CHAID analysis in accordance with sample size. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 7(2), 15-26. DOI: <https://doi.org/10.33200/ijcer.733720>

Thiruvankadan AK, Panneerselvam S, Rajendran R (2009). Non-genetic and genetic factors influencing growth performance in Murrah Buffalos. *South African Journal of Animal Science*, 39 (sup-1), 102-106.

Uğurlu M, Kaya İ, Saray M (2016) .Effects of some environmental factors on calf birth weight and milk yield of Anatolian Water Buffalo (*Bubalus bubalis*). *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 22 (6): 995-998. 19.

Ulutaş Z, Şahin A, Aksoy Y, Uğurlutepe E (2021). Determination of slaughter and carcass traits in male Turkish Anatolian buffaloes at different slaughter weights. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 45, 168-175., Doi: 10.3906/vet-1911-15.

Yavuz E ve M Şahin (2022). Investigation of Parametric, Non-Parametric and Semiparametric Methods in Regression Analysis, *Sakarya University Journal of Science* 26(6), 1111-1116.



*Araştırma makalesi*

## Ak Keçilerde Klasik Ölçüm ve Görüntü İşleme Metotları ile Vücut Ölçülerinin Karşılaştırılması<sup>a</sup>

Serdar GENÇ<sup>1,\*</sup>, Birol ERDAL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 40100, Bağbaşı, Kırşehir, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): serdargenc1983@gmail.com

Makale alınış (Received): 12.12.2023 / Kabul (Accepted): 27.12.2023 /Yayınlanma (Published): 31.12.2023

### ÖZ

Bu araştırmada, Ak Keçi ırkında vücut ölçümleri, Sabit Nesne Fotoğraf Metodu (SNF) ve Klasik Ölçüm Metodu (KM) ile belirlenmiştir. Cidago yüksekliği (CY), sırt yüksekliği (SY), sağrı yüksekliği (SGY), sağrı genişliği (SG), göğüs derinliği (GD), oturak yumru genişliği (OYG) ve vücut uzunluğu (VU) incelenmiştir. Toplamda 26 Ak Keçi'nin vücut ölçümleri her iki yöntemle alınmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, özellikle sırt yüksekliği (SY), sağrı genişliği (SGY) ve oturak yumru genişliği (OYG) gibi vücut ölçüleri açısından Sabit Nesne Fotoğraf Metodu'nun (SNF), Klasik Metot (KM) yerine geçebileceği sonucuna varılmıştır. Bu bulgular, Ak Keçi ırkında vücut ölçülerini belirleme konusunda SNF metodunun etkili bir alternatif olduğunu ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Keçi Irkı, Ak Keçi Görüntü İşleme Metotları, Morfometrik ölçümler

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

<sup>a</sup> **Atf bilgisi / Citation info:** Genç S, Erdal B (2023). Ak Keçilerde Klasik Ölçüm ve Görüntü İşleme Metotları ile Vücut Ölçülerinin Karşılaştırılması. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 3(2): 278-287

## **Comparison of Body Measurements with Classical Measurement Method and Image Processing in White Goat Breed**

### **ABSTRACT**

In this research, body measurements of the White Goat breed were determined using the Classical Measurement Method (CMM) and the Photography Method (PM). Withers height (WH), chest depth (CD), back height (BH), rump height (RH), rump width (RW), seat tuber width (STW) and body length (BL) measurements were examined. In total, body measurements of 26 White Goat individuals were taken with both methods and the results were compared. As a result of the analyses, it was concluded that the PM can replace the CMM especially in terms of body measurements such as BH, RW and STW. These findings reveal that the PM method is an effective alternative for determining body measurements in the White Goat breed.

**Keywords:** Goat, White Goat, Body measurements, Image processing methods, Morphometric measurements

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

### **Giriş**

Türkiye'de yetiştirilen süt keçisi ırklarından biri olan Ak keçilerin ırk geliştirme çalışmalarına, 1954 yılında Kilis yöresinden Kilis keçisi ile başlanmıştır. Bu amaçla Kilis keçileri 1961 yılında Almanya'dan ithal edilen Saanen tekeleri ile çiftleştirilmiştir. Bu şekilde, 1962 yılında ilk Saanen x Kilis melezleri (F1), 1963 yılında Saanen x Kilis genotipine Saanen tekelerine verilerek birinci geriye melezleri (G1) elde edilmiştir. Saanen ırkının erken gelişme yeteneği, soğuğa dayanıklılığı ile Kilis keçisinin kurağa-sıcağa dayanıklılığı ve yürüme kabiliyetini birleştirilerek Ak Keçi adı verilen yeni bir süt keçisi ırkı geliştirilmiştir (Ertuğrul, 1997).

Küçükbaş hayvanların tanımlanması ve uygun ıslah yöntemlerinin geliştirilmesi, günümüz teknolojisinin kullanılmasıyla daha sağlıklı ve güvenilir bir şekilde gerçekleştirilebilir (Akman vd., 2005; Kuchida vd., 1996; Maroti-Agóts, 2005). Teknolojinin ilerlemesi, çeşitli yöntemlerle elde edilen verilerin daha az hata ve daha hassas bir şekilde belirlenmesine olanak tanımaktadır (Bianconi ve Negretti, 1999). Görüntüleme teknikleri ve yöntemlerinin kullanımı, yüksek verim özelliklerine sahip hayvanların tespitini kolaylaştırabilir (Burke vd., 2004). Bu nedenle, modern teknolojinin hayvan ıslah çalışmalarında kullanılması, zaman tasarrufu sağlamakla birlikte daha doğru sonuçların elde edilmesine katkıda bulunmaktadır.

Klasik metotlarla yapılan çalışmalarda, hayvanın anlık tepkisi nedeniyle hatalar meydana gelebilmekte ve canlı materyal üzerinde gerçekleştirilen bu çalışmalar hatalı sonuçlara yol açabilmektedir. Ayrıca, aradaki net farklılıkların tespiti zorlaşabilmektedir.

Bu araştırmada, Ak Keçi ırkı hayvanlarda morfolojik ölçümlerle elde edilen veriler, Klasik Metot (KM) ile Sabit Nesne Fotoğraf Metodu (SNF) ile karşılaştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırma materyalini, deneme amacıyla yetiştirilen 26 baş baş Ak Keçi ırkı oluşturmuştur. Bu keçiler, Kırşehir ilinde Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni bölümünde yer alan çiftlikte yetiştirilmektedir.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. Vücut ölçüleri

Ak Keçi ırkının vücut ölçüm noktalarının belirlenmesinde, Kök (1991) ve Doğaroğlu (2006) tarafından bildirilen ölçüm noktaları esas alınmıştır. Şekil 2.1'de de görüldüğü üzere çalışmada kullanılan vücut ölçüm noktaları göğüs derinliği (GD), sırt yüksekliği (SY), sağrı yüksekliği (SGY), sağrı genişliği (SGG), oturak yumru genişliği (OYG), vücut uzunluğu (VU) ve cidago yüksekliği (CY)'dir.



Şekil 2.1. Vücut ölçüm noktaları

#### 2.2.2. Klasik Metot (KM)

Geleneksel yöntem olarak da adlandırılan bu metotta vücut ölçüleri; ölçü bastonu ve ölçü şeridi ile elde edilmiştir (Nilipour ve Butcher, 1997) (Şekil 2.2).

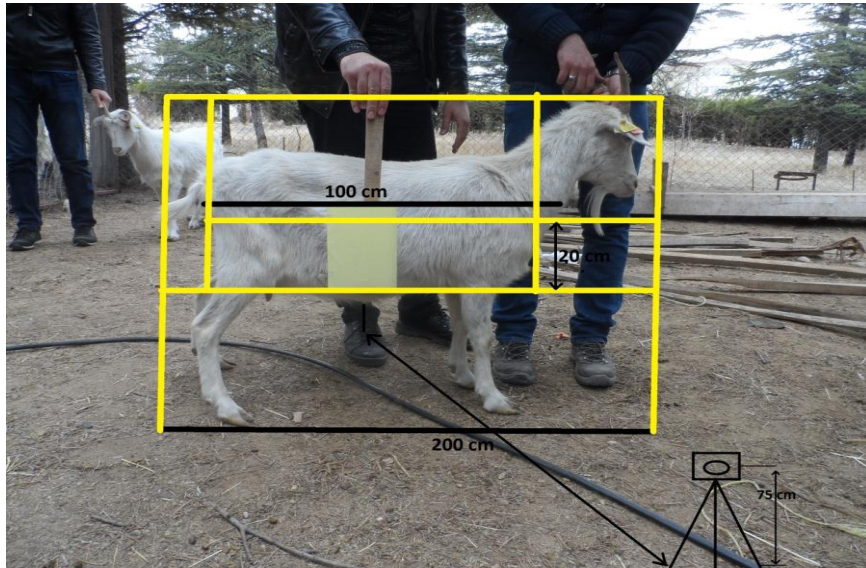




**Şekil 2.2.** Klasik metotta kullanılan ölçüm araçları

### 2.2.3. Sabit Nesne Fotoğraf Metodu (SNF)

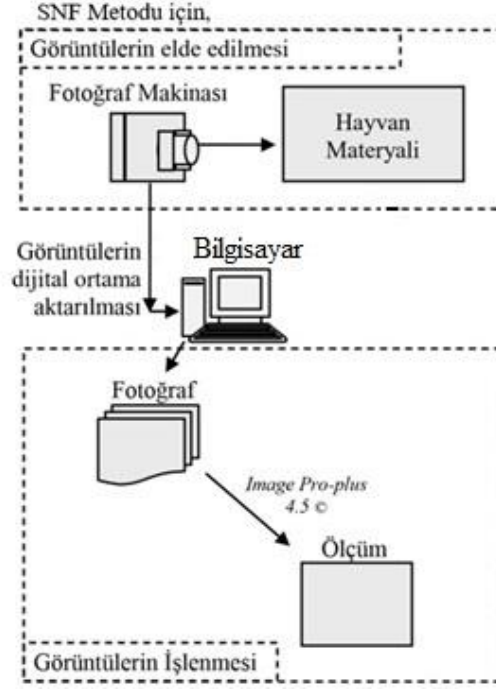
Sabit Nesne Fotoğraf Metodunda (SNF), görüntüleme aygıtı olarak dijital fotoğraf makinesi (Samsung WB 150F) kullanılmıştır. Bu yöntemde, kullanılan referans kaynağı ve görüntü aygıtının konumu, hayvanın sağ yan ve arka kısmını kapsayacak şekilde konulmuştur (Şekil 2.3).



**Şekil 2.3.** Sabit nesne fotoğraf metodu (SNF)

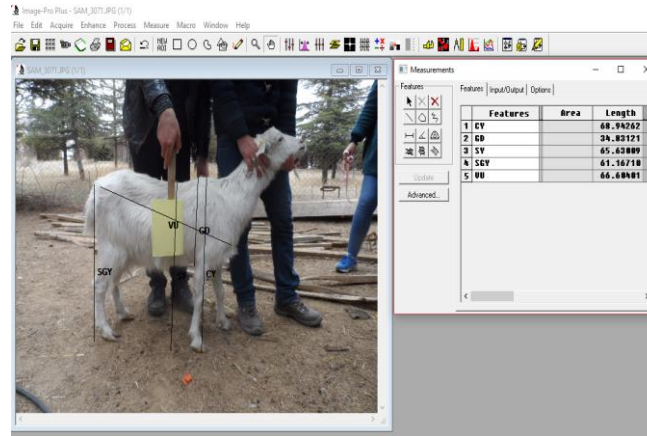
### 2.2.5. Görüntülerin Elde Edilmesi ve İşlenmesi

Görüntüler, hayvana zarar vermemek ve ürkütmek amacıyla dikkatlice tutulmuş ve sabitlendikten sonra alınmıştır. Görüntü işleme metotlarına ait işlem basamakları, Şekil 2.4'te şematize edilmiştir.



Şekil 2.4. Görüntü işleme aşamaları

Görüntülerin elde edilmesi için hayvanlar dikkatlice tutulmuş, sabitlenmiş ve ölçülmüştür. SNF metodunda Samsung WB 150F fotoğraf makinesi kullanılmış olup, görüntüler hayvandan 2 m uzaklıktan çekilmiştir (Şekil 2.5). Elde edilen dijital görüntülerin işlenmesi ve değerlendirilmesinde Image Pro-plus4.5© (Media Cybernetics, Inc. MD-USA. 1995-2001) yazılımı kullanılmıştır.



Şekil 2.5. Ölçümlerin yapılması

### 2.2.7. İstatistiksel Analizler

KM ve SNF ile elde edilen vücut ölçülerine tanımlayıcı istatistikler hesaplanmış. Vücut ölçülerinin ortalamaları arasındaki farkın belirlenmesinde Student-t istatistiği kullanılmıştır (Düzgüneş vd., 1993).

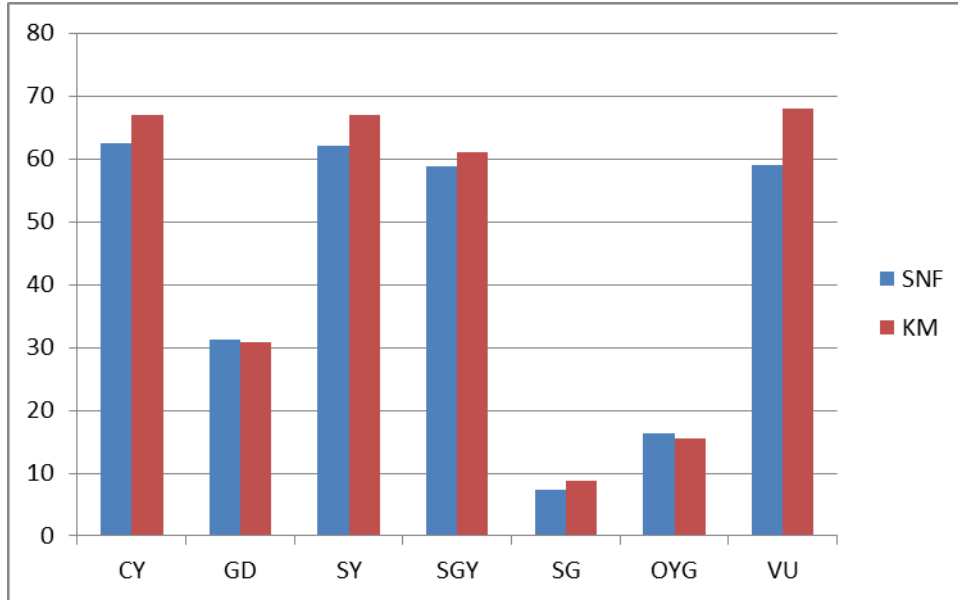
## Bulgular ve Tartışma

Ak Keçi ırkının CY'lerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler, literatürde belirtilen yöntemler olan Klasik Metot (KM) ve Sabit Nesne Fotoğraf Metodu (SNF) kullanılarak elde edilmiştir (Çizelge 3.1, Şekil 2.6). Yapılan inceleme sonucunda, keçilerde kullanılan metotlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ). Çalışmada t testi sonuçlarına göre, KM ile SNF metotları arasında CY bakımından anlamlı farklılıklar bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Ak Keçiler için KM ile SNF metotları arasında CY değerleri  $66,9\pm 1,4$  ve  $62,5\pm 1,4$  cm olarak belirlenmiştir.

**Tablo 3.1.** Ak Keçi ırkının farklı metotlara göre vücut ölçülerine ait tanımlayıcı değerleri

Vücut ölçüleri	Metot	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	VK%	Min	Max	P-değeri
CY	KM	$66,9\pm 1,4$	10,9	54	79	0,034*
	SNF	$62,5\pm 1,4$	11,4	47	74	
GD	KM	$30,8\pm 0,7$	12,4	22	38	0,696
	SNF	$31,3\pm 0,9$	14,7	23	39	
SY	KM	$66,9\pm 1,4$	11,3	53	77	0,015*
	SNF	$62,0\pm 1,2$	10,4	48	71	
SGY	KM	$61,0\pm 1,3$	11,6	46	73	0,189
	SNF	$58,7\pm 1,2$	10,8	44	72	
SG	KM	$8,8\pm 0,6$	35,3	4	19	0,039*
	SNF	$7,3\pm 0,4$	28,9	4	11	
OYG	KM	$15,6\pm 0,4$	13,8	11	20	0,284
	SNF	$16,3\pm 0,5$	16,4	10	21	
VU	KM	$68,0\pm 1,9$	14,7	47	87	0,001**
	SNF	$59,1\pm 1,6$	14,4	42	73	

\*\*:( $P<0.01$ ), \*:( $P<0.05$ ),



**Şekil 2.6.** Ak Keçi ırkının farklı metotlara göre vücut ölçülerine ait tanımlayıcı değerler grafiği

---

GİM ile CY'nin belirlenmesinde KM ile istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmadığını bildiren önceki araştırmalardan (Zehender vd. 1996; Tözsér vd., 2000; Maroti-Agóts vd., 2005; Polak vd., 2007; Özder ve Önal, 2008; Önal vd., 2008; Negretti vd., 2008) farklı sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmamızda, Ak Keçilerde CY'nin belirlenmesinde Klasik Metot (KM) ile Sabit Nesne Fotoğraf Metodu (SNF) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). SNF metodunda görüntülerin hareket esnasında dijital fotoğraf makinesi ile alınmasından kaynaklanan faktörler, referans noktalarının uygun açıda ve istenen yerde olmamasına, ayrıca hayvanın uygun pozisyonda görüntülenememesine neden olabileceği düşünülmektedir. Bu durum, ölçüm noktalarının doğru ve güvenilir bir şekilde belirlenmesini zorlaştırabilir, bu nedenle ölçümlerde sapmalara yol açabilir.

GD'nin KM ve SNF metotlarıyla elde edilen tanımlayıcı istatistikleri, Çizelge 3.1'de sunulmuştur. Elde edilen analiz sonuçlarına göre, Ak Keçilerde GD bakımından KM ve SNF arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Yapılan Çoklu Karşılaştırma *t*-testine göre, Ak Keçilerde KM ile SNF metodu arasında GD bakımından bir fark olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Ak Keçilerde GD'nin belirlenmesinde KM ve SNF metotlarının benzer performans gösterdiğini göstermektedir. Ortalama değerler arasındaki farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan analiz, Ak Keçilerde GD bakımından KM ile SNF metotları arasında anlamlı bir fark olmadığını doğrulamıştır. Daha önce yapılan araştırmalarda da belirtildiği gibi, literatürde SNF'nin GD'ni belirlemede KM ile istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığına dair bulgular mevcuttur (Bianconi ve Negretti, 1999; Tözsér vd., 2000; Özder ve Önal, 2008; Önal vd., 2008, Negretti vd., 2008). Bu bağlamda, çalışmamızın sonuçları, benzer literatür çalışmalarıyla uyumludur. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, Ak Keçilerde KM ile SNF metotları arasında GD bakımından istatistiksel olarak fark olmadığını göstermektedir. Ancak, SNF metodundaki farklılığın referans kaynağı olan skalanın, hayvanın hareketlerinden etkilenmesi ve uygun pozisyonda fotoğraf alınamamasından, referans kaynaklarının hayvanlara doğrudan temas etmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum, özellikle GD gibi hassas ölçümlerde, SNF metodunun uygulanabilirliğini sınırlayabileceği düşünülmektedir. GD için KM ve SNF arasında hesaplanan farklılıklar, diğer vücut ölçülerine göre nispeten düşük olduğu gözlemlenmektedir. Düşük farklılığın özellikle SNF açısından hayvanların ölçüm noktalarının belirlenmesindeki zorluktan kaynaklandığı düşünülmektedir. KM ile ölçüm yapıldığında, ölçüm bastonunun göğüs altındaki vücut kıllarının arasına girdiği, ancak SNF ile ölçümlerde göğüs altı ölçüm noktasının tam olarak belirlenemediği gözlemlenmiştir. Bu tür vücut ölçüm noktalarının termal kameralar kullanılarak belirlenmesinin daha uygun olabileceği öne sürülebilir. Benzer şekilde, Burke vd. (2004) küçükbaş hayvanlarda vücut ölçümlerinin SNF ile belirlenmesinde ölçümlerin kırkımdan sonra yapılması gerektiğini, aksi halde koyunlarda ve keçilerde yapağı örtüsünün hatalara neden olabileceğini belirtmişlerdir. Elde edilen bu bulgular, SNF metodunun uygulama koşulları ve vücut ölçüm noktalarının belirlenmesindeki zorluklara dikkat çekerek, doğru ve güvenilir ölçümler elde etmek için alternatif yöntemlerin değerlendirilmesini önermektedir.

---

KM ve SNF yöntemleriyle elde edilen SY'ye ait tanımlayıcı istatistikler, Çizelge 3.1'de detaylı bir şekilde sunulmuştur. Çizelgenin incelenmesi sonucunda, Ak Keçilerde KM ile SNF metotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu belirtmiştir ( $P<0.05$ ). Bu bulgular, SY'nin SNF ile belirlenmesi konusunda yapılan çalışmalarda, KM ile SNF arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını vurgulayan önceki araştırmalarla farklı bulunmuştur (Zehender vd., 1996, Maroti-Agóts vd., 2005; Özder ve Önal, 2008; Önal vd., 2008). Ancak, bu çalışmanın Ak Keçi ırkı üzerine odaklanması, diğer benzer çalışmalardan farklılıklar içerebileceğini göstermektedir. SNF metodundaki referans kaynaklarının hayvanlarla doğrudan temas etmemesi, ortaya çıkabilecek farklılıkları açıklamak için düşünülmektedir. Ayrıca, görüntülerin hareket sırasında dijital fotoğraf makinesiyle alınmasından dolayı referans noktalarının uygun açı ve yerde olmaması, hayvanın uygun pozisyonda görüntülenememesinden kaynaklanabilecek başka bir faktördür (Durban ve Parsons, 2006). KM ve SNF metotları uygulanırken geçen süre zarfında hayvanların pozisyonundaki değişimlerin de sonuçları etkileyebileceği daha önce bildirilmiştir (Kuchida vd., 1996). Elde edilen bu bulgular, vücut özelliklerinin belirlenmesinde SNF ve KM yöntemlerinin kullanımıyla ilgili pratik ve metodolojik hususlara dikkat çekerek, gelecekteki benzer çalışmalara rehberlik edebilir.

Ak Keçi ırkında elde edilen sağrı yüksekliği SGY için KM ve SNF yöntemleriyle elde edilen tanımlayıcı istatistikler Çizelge 3.1'de sunulmaktadır. Çizelgenin incelenmesinden anlaşılacağı üzere, Ak Keçilerde SGY ortalamaları bakımından KM ile SNF arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir. Araştırmacılar, SGY'nin SNF ile belirlenmesi amacıyla yapılan farklı çalışmalarda araştırma sonuçlarının benzer olduğunu ortaya koymuştur. Bu kapsamda, SNF'nin SGY'ni belirlemede KM ile arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (Polak vd., 2007; Özder ve Önal, 2008; Önal vd., 2008; Bianconi ve Negretti, 1999; Core vd., 2008).

Ak Keçi ırkında elde edilen SG için KM ve SNF yöntemleriyle elde edilen tanımlayıcı istatistikler Çizelge 3.1'de sunulmuştur. Ak Keçilere ilişkin ortalamalar arasındaki farklılığın hangi metotlardan kaynaklandığının belirlenmesi amacıyla yapılan Çoklu Karşılaştırma Testine göre, Ak Keçi ırkında KM ile SNF arasında istatistiksel farklılık olduğu belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). Araştırmacılar, SG'yi belirlemede SNF metodunun KM'ye göre istatistiksel olarak önemli bir farklılık oluşturmadığını ortaya koymuştur (Önal ve Özder, 2008).

Ak Keçi ırkında kullanılan KM ve SNF yöntemleriyle elde edilen OYG için tanımlayıcı istatistikler Çizelge 3.1'de sunulmuştur. Çizelge incelendiğinde, Ak Keçiler için OYG bakımından KM ile SNF arasında istatistiksel bir farklılık belirlenmemiştir.

Ak Keçilerde KM ve SNF ile elde edilen VU için tanımlayıcı istatistikler Çizelge 3.1'de verilmiştir. Ak Keçilere ilişkin ortalamalar arasındaki farklılığın hangi metotlardan kaynaklandığının belirlemek amacıyla yapılan Çoklu Karşılaştırma Testine göre, Ak Keçilerde KM ile SNF arasında önemli bir fark belirlenmiştir ( $P<0.01$ ). Bu çalışma sonucundan farklı olarak VU'nun belirlenmesinde kullanılan SNF ile KM arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı önceki araştırmalar tarafından belirtilmiştir (Özder ve Önal, 2008; Core vd.,

---

2008; Negretti vd., 2007). Ancak, bu çalışmada Ak Keçilerde VU'nun belirlenmesinde SNF metodunun KM'den istatistiksel olarak farklı olduğu gözlemlenmiştir ( $P<0.01$ ).

## **Sonuç**

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, özellikle GD, SGY ve OYG gibi vücut ölçüleri, SNF ile KM arasında daha az sapmalı sonuçlar vermiştir. Ancak, CY, SY, VU, SG gibi ölçümlerde SNF ile elde edilen sonuçların oldukça sapmalı olduğu belirlenmiştir. Bu sapmaların nedeni, SNF ile belirlenmesi zor olan referans noktalarının oluşturulmasındaki güçlükler olabilir. Bu durum, özellikle belirli vücut ölçümlerinin daha hassas bir şekilde belirlenmesi gerektiği durumlarda dikkate alınmalıdır. Teknolojinin gelişmesi ve özellikle bilgisayar teknolojisinin hayvancılık alanında kullanılması, hayvan ıslahında sağlanacak ilerlemeye büyük katkı sağlayabilir. Bu bağlamda, benzer çalışmaların yararlı olacağı düşünülmektedir. Referans kaynağı olarak kullanılacak materyal veya noktaların fotoğraf makinesi açısına uygun pozisyonda (uygun açı ve paralellik) ve sabit olması sağlanmalıdır. Bu, vücut ölçülerinin doğru ve güvenilir bir şekilde belirlenmesine katkı sağlayacaktır. Araştırma sonuçlarına göre, çiftlik hayvanlarda vücut özelliklerini belirlemede KM yerine SNF'nin kullanılabilmesi düşünülmektedir. Özellikle keçilerde vücut ölçülerinin belirlenmesinde genel olarak SNF'nin alternatif olarak kullanılabilmesi ifade edilebilir.

## **Kaynaklar**

Akman N. E., Tuncel M., Yener S, Kumlu K, Özkütük N, Tüzemen M, Yanar A, Koç O, Şahin Ç, Kaya Y (2005). Türkiye’de sığır yetiştiriciliği. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi. 3-7 Ocak. Milli Kütüphane, Ankara.

Bianconi G, Negretti P (1999). Analisi di immagine e valutazione morfologica lineare. Bianco Nero, 2:30-32.

Burke J, Nuthall P, Mckinnon A (2004). An Analysis of the Feasibility Of Using Image Processing To Estimate the Live Weight of Sheep. Farm and Horticultural Management Group Applied Management and Computing Division Lincoln University (ISSN1174-8796)

Core S, Miller S, Kelly M (2008). Development of the laser remote caliper as a method to estimate surface area and body weight in beef cattle. Studies by Undergraduate Researchers at Guelph. V1, N2:57-72.

Doğaroğlu OK (2006). Kasaplık Sığırlarda Canlı Ağırlık Ve Çeşitli Vücut Ölçülerinin Tahmininde Görüntü İşleme Teknolojisi. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Edirne.

Durban JW, Parsons KM (2006). Laser-metrics of free-ranging killer whales. Marine Mammal Science, 22:735-743.

Düzgüneş O, Kesici T, Gürbüz F (1993). İstatistik Metotlar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1291, Ders Kitabı: 369-II. Baskı, s:218, Ankara.

---

Ertuğrul, M., 1997. Keçi Yetiştirme. Hayvan Yetiştirme (Yetiştiricilik), Ed.: M. Ertuğrul, 2. Baskı, 183-211, Ankara. 313 s.

Kök S (1991). Keşan, İpsala ve Enez yöresi Boz Step Sığırı Yetiştiriciliği Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Edirne.

Kuchida K, Hamaya S, Saito Y, Suzuki M, Miyoshi S (1996). Development of a body dimension measurement method for dairy cattle by computer image analysis with video camera. *Ann. Sci. And Tech.*, 67:878-881.

Maroti-Agots A, Bodo I, Javorika L, Gera I (2005). Comparison of body measurements of Hungarian Grey and Maremman cattle breed. 2005 World Congress of Italian Beef Cattle Breeds, abstr. Gubbio-Italy

Negretti P, Bianconi G, Fınzı A (2007). Visual Image Analysis to Estimate Morphological and Weight Measurements In Rabbits. *World Rabbit Science*, ©WRSA-UPV, 15:37-41.

Negretti P, Bianconi G, Bartocci S, Terramocia S, Verna M (2008). Determination of live weight and body condition score in lactating Mediterranean buffalo by visual image analysis. *Livestock Science*, 113:1-7.

Nılıpour Ah, Butcher Cd (1997). Data collection is important in poultry integrations. *Misset World Poultry*, 13(8): 19-20.

Önal AR, Özder M, Sezenler T (2008). Evaluation of different visual image analysis methods to estimate of body measurements in cattle. Identification, breeding, production, health and recording of farm animals. Proceedings of the 36th ICAR Biennial Session held in Niagara Falls, p:215-220, 16-20 June, Niagara-USA.

Özder M, Önal AR (2008). Using of Laser Pointer Reference For Estimates of Body Measurements Of Cattle By Visual Image Process, New trends for Innovation in the Mediterranean Animal Production, Abstract. 6-8 November 2008, Corte-France.

Polak P, Sakowski T, Blanco Ren, Huba J, Krupa E, Tomka J, Peskovicova D, Oravcova M, Strapak P (2007). Use of computer image analysis for in vivo estimates of the carcass quality of bulls. *Czech Journal of Animal Science*, v:52, 12:430-436.

Zehender G, Cordella Lp, Chianese A, Ferrera L, Del Pozzo A, Barbera S, Bosticco A, Negretti P, Bianconi G, Balestra Gf, Tonielli R (1996). Image analysis in morphological animal evaluation: a group for the development of new techniques in zoometry. *AGRI* 20:71-79.



*Review article*

## The Use and Importance of Nano Fertilizers in Medicinal Aromatic Plants<sup>a</sup>

Emine BİLGİNOĞLU<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup> Kırşehir Ahi Evran University, Pilot University Coordinatorship, 40100, Bağbaşı, Kırşehir, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): emine.bilginoglu@ahievran.edu.tr

Makale alınış (Received): 04.12.2023 / Kabul (Accepted): 12.12.2023 /Yayınlanma (Published): 31.12.2023

### ABSTRACT

Medicinal and aromatic plants are widely used in the food, pharmaceutical and cosmetic industries around the world. The production of medicinal aromatic plants, which are subject to international trade, is increasing rapidly due to the increasing demand in recent years. The added value of medicinal and aromatic plants grown organic or with good agricultural practices is increasing in both domestic and foreign markets. New generation nano-fertilizers that are sensitive to human and environmental health may be a more effective application for nutrient management in good agricultural practices in medicinal aromatic plants, as they have more penetration capacity, surface area and efficiency. Although there are few studies investigating the effects of nanofertilizers on the yield and quality of medicinal and aromatic plants, these studies have determined that nanofertilizers have a positive effect on yield and quality. This approach opens a new avenue for investigating nanofertilizers as an alternative application to traditional fertilizers used in medicinal aromatic plant culture.

**Keywords:** Nano, fertilizer, medicinal aromatic plants

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

<sup>a</sup> **Atıf bilgisi / Citation info:** Bilginoğlu E (2023). The Use and Importance of Nano Fertilizers in Medicinal Aromatic Plants. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 3(2): 288-296



## **Nano Gübrelerin Tıbbi Aromatik Bitkilerde Kullanımı ve Önemi**

### **ÖZ**

Tıbbi ve aromatik bitkiler dünyada gıda, ilaç ve kozmetik sanayinde yaygın olarak kullanılan bitkilerdir. Uluslararası ticarete konu olan ve son yıllarda artan talepten dolayı tıbbi aromatik bitkilerin üretimi hızla artmaktadır. Organik ya da iyi tarım uygulamaları ile yetiştirilen tıbbi aromatik bitkilerin hem iç hem dış pazarda katma değerleri artmaktadır. Yeni nesil, insan ve çevre sağlığına duyarlı nano-gübreler daha fazla nüfuz etme kapasitesine, yüzey alanına ve verimliliğe sahip olmalarından tıbbi aromatik bitkilerde iyi tarım uygulamalarında besin yönetimi için daha etkili bir uygulama olabilir. Nano gübrelerin tıbbi ve aromatik bitkilerin verim ve kalitesine etkisini araştıran az sayıda çalışma bulunmakla birlikte yapılan bu çalışmalarda verim ve kalite üzerine nano gübrelerin pozitif etki yaptığı belirlenmiştir. Bu yaklaşım, tıbbi aromatik bitki kültüründe kullanılan geleneksel gübrelere alternatif bir uygulama olarak nano gübrelerin araştırılması için yeni bir yol açmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Nano, gübre, tıbbi aromatik bitkiler

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

### **Introduction**

When population growth is evaluated in a national, regional and global context, limited natural resources and climatic changes, the effects of which we are beginning to see, have become an important issue for future generations. Moreover, issues such as meeting the food needs of the increasing population, ensuring food security, decreasing natural resources and global climate change increase the importance of agriculture. Since the beginning of human history, agriculture has continued its existence sensitively in every period, as it is both a source of food and plays an important role in the development of economic disciplines by providing the raw material source of the industry.

One of the biggest challenges of global agriculture is the rapidly growing human population. It is estimated by the World Health Organization that the global population size will reach 10 billion in 2050 (United Nations, 2019). Factors such as misuse of agricultural land, increased food requirements and environmental pollution have reached levels that threaten human health. As a result, researchers have not only searched for ways to increase crop production, but also turned to alternative solutions to increase the yield per unit area. In plant production, it is very important to obtain a high level of product yield and increase economic profitability. This is achieved through proper fertilization methods in agricultural production. The income provided by farmers who use nutrients in crop production is also an indicator of the demand for fertilizer.

Soil, which is the first of the production factors, also constitutes the main source of agricultural activities. When fertilization is carried out using incorrect methods and in an uncontrolled manner, it can cause direct and indirect harm to the environment. As a result of applying

---

chemical fertilizers to the soil more than necessary; It can cause negative effects such as deterioration in soil structure, heavy metal accumulation, increasing soil salinity and toxicity levels, negatively affecting the population and life of soil organisms, causing nitrate accumulation in underground and surface waters, and causing eutrophication (Karaca and Turgay, 2012). It can be said that the biggest factor of land destruction, desertification and the risks arising by these negativities arise as a result of human activities. Agricultural methods that have been widely used for many years have reduced the existing quality of the soil; caused it to lose its physical, chemical, and biological properties and decrease its efficiency (ÇMUSEP, 2019).

Global population growth has brought about the necessity of providing high productivity per unit area in agricultural areas in order to meet food and nutritional needs. For this reason, humankind has tried to find more efficient resources to meet this need in order to increase the efficiency of plant production, and in this direction, agricultural systems in which fertilizers are used for plants have been developed in agricultural areas. At the beginning of the 19th century, Carl Bosch first introduced fertilization in agricultural areas by adding organic and inorganic substances to the soil to provide the necessary plant nutrients to obtain more product per unit area. Approximately 10-20 years after the Haber-Bosch process (the method used to fix ammonia and nitrogen) was commercialized in 1913, a faster increase in the world population was observed and more fertilizer was needed (Tsuji, 2010). In Türkiye, synthetic fertilizer production started in 1939 with the production of ammonium sulfate as a by-product at the Karabük Iron and Steel Enterprises. The first fertilizer facility was established by the public in 1954. In order to meet the increasing need for fertilizer, public investments continued in the following years, and it took its place in the private sector in the 1970s (Aydoğan and Demiryürek, 2012).

### **Nanotechnology**

The word nano is a word of Greek origin and the use of this word means very small. On the other hand, scientifically, the word nano means a unit of measurement that is one billionth of a meter. Nanotechnology field of study is in a wide variety of fields such as food industry, agriculture, electronics, medicine, textile, automobile, energy, improving water quality, sports equipment, improving air quality, space science; It examines substances whose size is less than 100 nm. The field of nanotechnology is concerned with producing and functionalizing biological or non-biological structures in the size of 0.1-100 nm. In order to achieve development in this field, multidisciplinary studies of biology, food, agriculture, medicine, physics, engineering and chemistry are needed (Kayır and Baççıl, 2010; Liu and Lal, 2014; Demirbilek, 2015; Dağhan, 2017).

Nanotechnology is recognized by the European Commission as one of six "Key Enabling Technologies" that contribute to sustainable competitiveness and growth in various areas of industrial application. Current situations regarding sustainability, food security and climate change are driving researchers to explore the field of nanotechnology as a new source of significant improvements for the agricultural sector (Parisi, Vigani, and Rodriguez-Cerezo, 2015).

---

## **Nano fertilizers**

One of the highly effective and slow-dissolving fertilizer types is nanotechnology fertilizers. Nano-sized elements make it much easier for plants to absorb minerals. These are types of fertilizers that can be applied especially foliar. Much more effective results can be achieved by using less fertilizer. Nano fertilizers in agricultural production; They are known as nano materials that have an enhancing effect on the growth and development of the plant and provide nutrients to the plant. Nanofertilizers can be classified at two basic levels: those containing micro and macro nutrients (Chhipa and Joshi, 2016). Macro nano fertilizers, which are essential for the growth and development of the plant, contain elements such as nitrogen, potassium, phosphorus, sulfur, magnesium and calcium. These nano fertilizers are fertilizers that dissolve slowly in the soil and have high efficiency performance. Micro nano fertilizers, which make plants resistant to pathogens, are nano fertilizers that contain trace elements that the plant needs, even in small amounts (Dağhan, 2017).

Nanofertilizers deliver the nutrients necessary for plant development to the plant in three different ways. These are respectively; The plant nutrient element is encapsulated in the nano material in the form of nano tubes or nano porous materials. Secondly, the plant nutrient element necessary for the plant is covered with a thin protective polymer film. Thirdly, plant nutrients are transported to the plant in the form of nanoscale particles or emulsions. Thus, the efficiency of the use of nutrients can be increased by transporting nanofertilizers in nanoparticles to the plant (Valizadeh and Milic, 2016; Dağhan 2017). As a result of the research, nanomaterials in agriculture aim to reduce the amount of dispersed chemical products, while minimizing nutrient losses during fertilization thanks to the smart distribution of active ingredients, so the quality and quantity of the product obtained by applying nanofertilizers can be increased (Parisi, Vigani, and Rodriguez-Cerezo, 2015; Mukherjee, Sinha and Das, 2015). Increasing product yield in agriculture, reducing environmental pollution, and developing innovative and effective fertilizers by using new technologies for reliable and sustainable agriculture and the environment have become a need of recent years. As a result of the use of nanofertilizers in the form of nanoparticles, the healthy growth and development of the plant, its resistance to pathogens, and its productivity and quality characteristics increase, and another issue is that this issue will be examined more broadly in the future (Rameshaiah, Pallavi and Shabnam, 2015; Dağhan, 2017).

### **Nano fertilizer applications in medicinal and aromatic plants**

Medicinal and aromatic plants cover a large area that is evaluated in many ways. It has a wide range of uses, both as raw drugs of plants, as well as active ingredients and as products with outputs in terms of various consumption areas. In this regard, although there is no standardized grouping today, they are generally grouped according to their families, the active substances they contain, their consumption and use, the organs used and their pharmacological effects (Ceylan, 2015). Cultivation of medicinal and aromatic plants has become widespread in recent years due to the inability to meet the commercial needs through collection from nature, the lack of standardization and the need for endangered species. Since medicinal and aromatic plants are widely used in the food, cosmetics and pharmaceutical industries, organic and good

---

agricultural practices are preferred in their cultivation. In recent years, the added value of medicinal and aromatic plants grown with organic farming or good agricultural techniques has been increasing in both domestic and foreign markets in order to meet the demand for medicinal aromatic plants in the world market. Since the quality of the final product in medicinal aromatic plants is very important in determining their share in the market, correct fertilizer applications are essential in the cultivation of medicinal and aromatic plants for both human, environmental and soil health. Fertilizers with a size below 100 nm can be used as nano-fertilizers for more environmentally friendly and efficient nutrient management, reducing environmental pollution. Nanofertilizers may be a more effective application for nutrient management in good agricultural practices in medicinal and aromatic plants, as they have greater penetration capacity, surface area and efficiency (Morales-Díaz et al. 2017; Shang et al. 2019). Research is being carried out on nano-fertilizer applications to increase the yield and quality of some medicinal aromatic plants that are subject to the domestic and foreign markets.

*Coriandrum sativum* (coriander) is a medicinal herb used in the kitchen. Nowadays, it is widely grown all over the world. It is used both as food and medicine. It is one of the most famous spices all over the world and has an important place in international trade (Ulutaş et al. 2018). In the study, nano-fertilizer applications were carried out to examine the effect of *Coriandrum sativum* on its vegetative characteristics, mineral elements and essential oils. Nano-fertilizer was applied twice with a one-month interval during the development phase of the plant, at concentrations of 0.5 and 1 g/L. When the results were examined, it was determined that a significant and clear increase in the mineral elements and essential oil, as well as the vegetative properties of *Coriandrum sativum* was applied with 1g/L nano fertilizer concentration (Shakır, 2023).

*Nigella sativa* (black cumin) is an annual herbaceous medicinal plant belonging to the Ranunculaceae family. It is grown for its seeds. The composition of the seed contains 30-45% fixed oil, 0.01-0.5% essential oil, 20-30% protein, alkaloid bitter substances and saponins. *Nigella sativa* is an important medicinal plant with an economic role in various industries such as food, cosmetics, nutraceutical and pharmaceutical and in the agricultural sector. The effects of micronutrient application on seed yield and essential oil in *Nigella sativa* were investigated. A controlled application was made by applying Nano-Fe, Nano-Zn, Nano-Mn separately and their binary and triple combinations (Fe+Mn, Fe+Zn, Zn+Mn, Fe+Zn+Mn). The results showed that the application of micronutrients to the leaves had a significant effect on yield factors such as plant height, number of capsules per plant, number of shoots per capsule, 1000 grain weight, biological yield, seed yield, percentage of essential oil and yield components and essential oil compared to the control. It has been shown to increase productivity. In addition, the combined use of micronutrients (Nano-Fe, Nano-Zn, Nano-Mn) applied to the plant showed the highest increase in the examined properties compared to their individual use. The highest seed yield of 706.67 kg/ha and essential oil yield of 8.66% were obtained from Fe+Zn+Mn application. It has been demonstrated that increasing the quantitative and qualitative yield of *Nigella sativa*, a medicinal plant, by spraying nano-micro nutrients onto the leaves plays a remarkable role (Rezaei-Chiyaneh et al, 2018). The effect of applying different levels of humic acid and nano fertilizer (Farmks®) to the leaves during the development period of *Nigella sativa* L. plant on

---

the yield and yield components was investigated. Application of nano fertilizer (Farmks®) significantly increased the yield and yield components of *Nigella sativa*. Nanofertilizer application had a significant effect on seed weight, seed yield, biological yield and harvest index. As a result of the study, it was observed that nanofertilizer and humic acid application increased *Nigella sativa* performance and reduced environmental pollution due to its nutritional content and different physiological effects, and could be used to increase and stabilize field crop production (Azizi and Safaei, 2014).

While the *Rosmarinus officinalis* L. (rosemary) plant is dried and used as a spice, it is also used in the production of essential oil. The products produced are marketed domestically and abroad. In order to increase the yield, hydroxyapatite, that is, calcium phosphate, as a new phosphorus nanofertilizer, was developed as nanoparticles (HAP NPs) and nanoparticles were applied to the plants through foliar application at different concentrations (0.25, 0.5 and 1 g/l) in *Rosmarinus officinalis*. The results showed that the application of HAP NP with different main components increased the growth parameters and essential oil yield compared to NPK. It also played an improving role on many physiological indexes of the rosemary plant (Elsayed et al, 2022).

*Foeniculum vulgare*, belonging to the Apiaceae family, is an annual spice and medicine plant cultivated in Türkiye (Kan et al. 2006). The effects of different drought stress and different doses of zinc nanofertilizer and salicylic acid on yield and yield components were investigated by applying them to the leaves of *Foeniculum vulgare* (fennel). In severe drought stress, the highest umbel number per umbel was obtained with the application of zinc nanofertilizer and salicylic acid at 4mM concentration. Grain yield increased by 14%, 5.3% and 4.5% in zinc nanofertilizer application under non-stress, moderate and severe drought conditions, respectively (Heydarnejadiyan et al, 2021).

*Crocus sativus* L. (saffron) is one of the most valuable and special agricultural plants in the world and is generally cultivated in regions with arid climate. Saffron plant, which belongs to the Iridaceae family, attracts attention as it is in the international market as the world's most expensive spice/agricultural product according to its weight. In order to investigate the effect of Nano-Fe chelate on saffron and compare it with EDDHSA chelate, in a study where two different doses of 0.5 and 10 kg/ha were applied, flower number, flower performance, fresh and dry stigma yield, chlorophyll (a, b, total). Research was conducted on its amount, leaf area index, dry leaf yield, leaf iron concentration and total iron. Additionally, secondary metabolites such as crocin, picrocrocin, and safranal were also examined. The findings showed that nano-based iron fertilizer was more effective than microfertilizer and had positive effects on the properties of the saffron plant. The most positive effect on saffron production was seen in the 5 kg application and the use of nano fertilizer was recommended (Farahani et al. 2015).

*Cuminum cyminum* L. (cumin) seeds are used in commerce and industry in the perfumery, food, beverage and pharmaceutical sectors. The highest cumin production in Türkiye takes place in Ankara and Konya provinces. Cumin has an extensive history dating back approximately 5000 years to the ancient Egyptian civilization, where it was used as a spice and a preservative in mummification (Chaudhry et al. 2020). In 2019, 20,245 tons of cumin were produced in

---

321,889 da production areas in Türkiye. The largest share of the amount of medicinal and aromatic plants produced with good agricultural practices belongs to cumin production, with 34,6% (TAB, 2021). Various productivity increasing studies are carried out on the *Cuminum cyminum* plant, which has economic value. Three different types of Fe fertilization were tested in order to increase the growth, yield and nutritional properties of the cumin plant during its development (higher Fe content is desired). These nano-Fe-chelated, Fe-chelated and Fe-siderophore were sprayed on the plants and applied twice with an interval of 10 days, before and after flowering. Application doses are 0 (control), 0.5 and 1 g/l. The 1g/l concentration of all three fertilization methods (nano, chelate and siderophore) was the most effective and significantly changing dose application. The results showed that the use of nanofertilization is an effective method for a significant increase in cumin growth and yield. While nano-Fe and Fe-chelated fertilizers are effective methods that increase cumin growth and yield, Fe-siderophore has been reported to be the most effective method in seed enrichment (Sabet et al. 2018).

### **Conclusion**

Nowadays, it is seen that there is a significant increase in the use of medicinal and aromatic plants due to increase of people's interest in natural products instead of synthetic products containing chemicals. These plants have been used in every aspect of daily life from past to present. In order to meet the increasing demand, appropriate cultivation programs must be implemented for medicinal aromatic plants. Organic and good agricultural practices should be preferred for these plants used in health and food.

Agricultural production, since it is an area where natural resources such as water and soil are used directly, efficient resource use is very important in agricultural production. In modern agricultural practices, excessive use of synthetic fertilizers is used to provide the necessary nutrients to increase crop productivity. Although beneficial in the short term, long-term and permanent applications damage soil fertility and the nutrient dynamics of the rhizospheric microbium. The application of nanotechnology in the form of nanofertilizers appears to provide an innovative, efficient and environmentally friendly alternative to synthetic fertilizers. Nanofertilizers allow a slow and sustained release of nutrients that not only support plant growth but also maintain the diversity of the beneficial microbiome (Kalwani et al., 2022). In addition, although they have much higher efficiency and ease of application compared to synthetic fertilizers used in modern agricultural practices, research on the relationships between medicinal aromatic plants and nanofertilizers is important due to some limitations such as complex production processes and dose-sensitive efficiency related to nanofertilizers.

### **References**

Aydoğan M, Demiryürek K (2012). Organik ve Konvansiyonel Fındık Yetiştiricilerinin Gübre Kullanımı Konusundaki Bilgi Kaynaklarının Sosyal Ağ Analizi ile Karşılaştırılması. 10. *Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*, 5-7.

---

Azizi M, Safaei Z (2017). Effect of foliar application of humic acid and Nano fertilizer (Farmks®) on growth index, yield, yield components essential oil content and yield of Black cumin (*Nigella sativa* L.). *Journal of Horticulture Science*, 30(4).

Ceylan A. (1995). Tıbbi Bitkiler IE Ü. *Ziraat Fakültesi Yayınları III. Basım*, (312).

Chaudhry Z, Khera RA, Hanif MA, Ayub MA, Sumrra SH (2020). Cumin. In *Medicinal plants of South Asia* (pp. 165-178). Elsevier.

Chhipa H, Joshi P (2016). Nanofertilisers, nanopesticides and nanosensors in agriculture. *Nanoscience in Food and Agriculture 1*, Volume 20 (247-282) of the series Sustainable Agriculture Reviews, Springer International Publishing Switzerland.

Dağhan H (2017). Nano gübreler. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 197-203.

Demirbilek ME (2015). Tarımda ve gıdada nanoteknoloji. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi*, 15, 46-53.

Elsayed AA, Ahmed EG, Taha ZK, Farag HM, Hussein MS, AbouAitah K (2022). Hydroxyapatite nanoparticles as novel nano-fertilizer for production of rosemary plants. *Scientia Horticulturae*, 295, 110851.

Farahani SM, Khalesi A, Sharghi Y (2015). Effect of nano iron chelate fertilizer on iron absorption and saffron (*Crocus sativus* L.) quantitative and qualitative characteristics. *Asian Journal of Biological Sciences*.

Heydarnejadiyan H, Maleki A, Babaei F (2021). Effects of zinc nanofertilizer and salicylic acid on yield and yield components of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) under drought stress conditions. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 37(1), 145-161.

Kalwani M, Chakdar H, Srivastava A, Pabbi S, Shukla P (2022). Effects of nanofertilizers on soil and plant-associated microbial communities: Emerging trends and perspectives. *Chemosphere*, 287, 132107.

Karaca A, Turgay OC (2012) Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, Toprak Kirliliği. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 16

Kayır YZ, Başçıl EG (2010). Nanoteknoloji nedir. KOSGEB Sincan İşletme Geliştirme Merkezi.

Liu R, Lal R (2014). Synthetic apatite nanoparticles as a phosphorus fertilizer for soybean (*Glycine max*). *Scientific Reports*, 4, 1-16.

Mukherjee A, Sinha I, Das R (2015). Application of nanotechnology in agriculture: future prospects. Paper presented at the Outstanding Young Chemical Engineers (OYCE) Conference, March 13-14, DJ Sanghvi College of Engineering, Mumbai, India.

Parisi C, Vigani M, Rodriguez-Cerezo E (2015). Agricultural Nanotechnologies: What are the current possibilities? *Nano Today* 10 (2):124–27.

---

Rameshaiah DGN, Pallavi J, Shabnam S(2015). Nano fertilizers and nano sensors: An attempt for developing smart agriculture. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 3(1), 314-320.

Rezaei-Chiyaneh E, Rahimi S, Rahimi A, Hadi H, Mahdavia H (2018). Response of seed yield and essential oil of black cumin (*Nigella sativa* L.) affected as foliar spraying of nano-fertilizers. *Journal of Medicinal plants and By-product*, 7(1), 33-40.

Sabet H, Mortazaeinezhad F (2018). Yield, growth and Fe uptake of cumin (*Cuminum cyminum* L.) affected by Fe-nano, Fe-chelated and Fe-siderophore fertilization in the calcareous soils. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 50, 154-160.

Shakır ANS (2023). Nano-Gübre ve *Ascophyllum Nodosum* Ekstraktının *Coriandrum Sativum* L.'nin Fizyolojik Özellikleri ve Uçucu Yağ İçeriğine Etkisi. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, YL., 1-43.

TAB (2021), Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sektör Politika Belgesi 2020-2024, 20-129.

Tsuji A (2010). Let's Talk More About Chemistry: The Haber and Bosch Story, CSJ Publications, no. 63, pp. 757-758.

Ulutaş Deniz E, Yeğenoğlu S, Sözen Şahne B, Gençler Özkan A (2018). Kişniş (*Coriandrum sativum* L.) üzerine bir derleme. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 22(1).

United Nations, (2019). Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects: Highlights. ST/ESA/SER. A/423.

Yüksel K (2006). Composition of essential oil of fennel fruits cultivated at different conditions. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 35(2), 95-101.





*Derleme makale*

## Kırşehir Mera Vejetasyonlarında Yaygın Olarak Bulunan

### Zehirli Bitki Türleri <sup>a</sup>

Tamer YAVUZ<sup>1\*</sup>, Sümeyye YÜCE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 40100, Bağbaşı, Kırşehir, Türkiye

<sup>2</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, 40100, Merkez, Kırşehir, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): tamer.yavuz@hievrn.edu.tr

Makale alınış (Received): 30.11.2023 / Kabul (Accepted): 25.12.2023 /Yayınlanma (Published): 31.12.2023

### ÖZ

Aşırı ve kontrolsüz otlatma, klimaks mera vejetasyonlarında bulunan arzulanan türlerin azalmasına ve bu türlerin yerine hayvanların tercih etmedikleri istilacı türlerin, özellikle de hayvan sağlığına ya da hayvansal ürüne zararlı bazı toksik bileşikler içeren zehirli bitkilerin yerleşmesine neden olmaktadır. Kırşehir mera vejetasyonunda bulunan 205 bitki türünün yaklaşık %88'i büyük ölçüde istenmeyen yabancı ot karakterine sahip istilacı türlerdir. Bu türler arasında 8 farklı familyaya ait 26 zehirli bitki türü bulunmaktadır. Zehirli bitkilerle mücadeleye başlamadan önce hangi hayvanlar için tehdit oluşturduğunu bilmek, zehirli türleri tanımak, toksisite düzeyleri ve toksik oldukları dönemler hakkında bilgi sahibi olmak gerekir. Zehirli bitki etkilerinin ortaya çıkması, bitkinin olgunluk evresi, içerdiği kimyasalların oranı, otlanan veya yenen kısım ve miktarı, otlayan hayvanların türü ve yaşı gibi birçok faktöre bağlıdır. Mera alanlarında erken, yoğun ve kontrolsüz otlatma gibi yanlış yönetim uygulamalarının gelecekte de devam etmesi durumunda, bitki örtüsündeki istilacı ve zehirli türlerin sayısının ve bunların botanik kompozisyondaki oranlarının artması muhtemeldir. Bu sonuca bağlı olarak zehirli bitkilerden kaynaklanan hayvan sağlığı ve hayvansal ürünlerin kalitesiyle ilgili sorunlar daha yaygın hale gelecek ve ekonomik kayıplar artacaktır. Meralardan etkin bir şekilde faydalanabilmek için yabancı ot kontrolü ve diğer ıslah uygulamaları ile hayvan sağlığına ve ürünlerine zararlı bileşikler içeren zehirli bitki türlerinin oranının kabul edilebilir düzeyde tutulması gerekmektedir. Ayrıca bu meraların hem hayvan sağlığı hem de bitki örtüsünün verim ve kalitesinin sürekliliği açısından kritik

<sup>a</sup> Atf bilgisi / Citation info: Yavuz T, Yüce S (2023). Kırşehir Mera Vejetasyonlarında Yaygın Olarak Bulunan Zehirli Bitki Türleri. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 3(2): 297-312

---

dönemlerin dikkate alındığı otlatma sistemlerinde bitki örtüsünün ürettiği yemi en iyi değerlendirecek hayvanlar tarafından otlatılması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** zehirli bitki, yabancı ot, mera, hayvan sağlığı

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

*Review article*

## **Poisonous Plant Species Commonly Present in Kırşehir Rangelands Vegetations**

### **ABSTRACT**

Intensive and uncontrolled grazing causes the decrease of desirable species in climax rangeland vegetation and the settlement instead of these species with invasive species that animals do not prefer, especially poisonous plants that contain some toxic compounds harmful to animal health or products. Approximately 88% of the 205 plant species found in Kırşehir rangeland vegetation are invasive species with a largely undesirable weed character. Among these species are 26 toxic plant species from 8 different families. Before starting to fight against poisonous plants, it is necessary to know which animals they pose a threat to, to recognize poisonous species, to have information about their toxicity levels, and the period when they are toxic. The emergence of the effects of poisonous plants depends on many factors, such as the maturity stage of the plant, the rate of chemicals it contains, the part and amount grazed or eaten, and the species and age of the grazing animals. If mismanagement practices in rangelands, such as early, heavy, and uncontrolled grazing, continue in the future, the number of invasive and poisonous species in the vegetation and their proportions in the botanical composition are likely to increase. Depending on this result, problems related to animal health and the quality of animal products caused by poisonous plants will become more common, and economic losses will increase. The rate of poisonous plant species containing compounds harmful to animals' health and their products should be kept at an acceptable level by weed control and other improvement practices to benefit from rangelands effectively. In addition, these rangelands should be grazed by animals that will best evaluate the forage produced by the vegetation in grazing systems where critical periods are considered for both animal health and the continuity of the productivity and quality of the vegetation.

**Keywords:** poisonous plant, weed, rangeland, animal health

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

### **Giriş**

Çayır ve meralar öncelikli işlevi olan çiftlik hayvanlarına temel kaba yem kaynağı olmasının yanında; yaban hayatının vazgeçilmezi, canlı çeşitliliği ve genetik kaynak oluşturması gibi birçok ekolojik işlevi üstlenen doğal bitki örtüleridir. Yeşil oldukları dönemde nitelikli yem üreten meralar, sahip oldukları zengin tür çeşitliliği sayesinde hayvanların dengeli beslenmesine katkı yaparlar (Çaçanan & Yüksel, 2016). Meralarda beslenen hayvanlar ahırda beslenen

---

hayvanlara göre daha sağlıklı olurlar, hayvansal ürünlerinin veriminde ve kalitesinde artış görülür. Çayır meralar sahip oldukları bitki örtüsü sayesinde toprak ve su kaynaklarının korunmasını ve muhafaza edilmesini sağlarlar. Yeraltı su kaynaklarını zenginleştirirken toprak verimliliğini artırırılar, toprakları erozyona karşı korurlar. Tüm bunlara ek olarak aynı zamanda yabancı hayvanlar için de barınma ve beslenme alanlarıdır (Carlier et al., 2009; Gökkuş, 2018).

Türkiye meralarının sorunlarının en başında ağır ve zamansız otlatma gelmektedir. Otlatma mevsimi ve otlatma kapasitesi gibi mera amenajman kurallarına aykırı olarak yapılan ağır ve zamansız otlatma, kar örtüsünün bulunmadığı tüm zamanlarda devam ederken, karla kaplı alanlarda da kar örtüsü kalktıktan hemen sonra meraya hayvan sokularak devam ettirilmektedir (Ayan et al., 2007; Gökkuş, 2018; Yavuz et al., 2008). Söz konusu kullanım şekli, çayır ve mera bitki örtülerinin klimaks vejetasyonundan uzaklaşmasına sebep olmakta ve bu alanların hayvanların tercih etmedikleri, hatta hayvan sağlığına zararlı kimyasallar içerdikleri için otlamadıkları bitkilerle kaplanmasına neden olmaktadır (Tükel & Hatipoğlu, 2001).

Türkiye’de 1,4 milyon hektar çayır ve 13,2 milyon hektar mera olmak üzere toplam 14,6 milyon hektar çayır ve mera arazisi mevcutken, Kırşehir ilinin çayır ve mera arazisi varlığı 129 bin hektardır (Anonim, 2023; TÜİK, 2023). Kırşehir mera vejetasyonunda bitki ile kaplı alan ortalama %65,4, çıplak alan %34,6’dır. Kırşehir mera vejetasyonunun tespit edilen 205 farklı bitki türünün %12,7’sini buğdaygiller, %15,1’ini baklagiller ve %72,2’sinin de diğer familyadan türler oluştururken, kalite dereceleri bakımından söz konusu türlerin %88,3’ü nün istilacı türlerden oluşmaktadır (Avağ et al., 2012). Diğer familyalara ait türlerin çok önemli bir kısmıyla birlikte istilacı türlerin tamamı yabancı ot karakterinde bitkilerdir. Çayır meralarda yabancı ot tanımına bitkisel üretim yapılan alanlardan farklı olarak hayvanların otlama tercihleri, otlanan bitkinin hayvan sağlığına ya da hayvansal ürüne etkileri gibi faktörler de dahil olmaktadır. Bu açıdan meralarda yabancı ot “*hayvansal ürünlerin kalitesini olumsuz yönde etkileyen ve hayvanların sağlığına zararlı olan, ortamın verimli bir şekilde kullanılmasını ya da yönetim planlarının uygulanmasını zorlaştıran bitkiler*” şeklinde tanımlanabilir (Altın et al., 2005). Genel olarak yabancı otlar mera alanlarının verim ve kalitesini düşürerek etkin bir şekilde kullanılmasını engellerken, yabancı otlar içinde önemli bir yer tutan zehirli bitkiler hastalanmaya ya da zehirlenmeye sebep olarak hayvan sağlığını olumsuz etkilerler.

Hayvansal üretim ve hayvan sağlığı açısından zehirli türlerin tanınması bu bitkilerin zararlarını en düşük düzeye indirilmesinde atılacak ilk adımdır (Töngel & Ayan, 2005). Çayır meralarda zehirlilik özelliği taşıyan yabancı otlar genellikle ani şekilde gelişen ölümlere ya da yaşam süresinin kısalmasına, canlı ağırlık artışında azalmaya, gebe hayvanlarda yavru atmaya veya süt ya da yün gibi hayvansal ürünlerin kalitesinin bozulmasına sebep olurlar (Bakırel, 2013; DiTomaso, 2000; Kara & Sürmen, 2019; Pfister & Provenza, 1992). Türkiye florasındaki zehirli bitkilerin hayvan sağlığına ya da hayvansal ürüne verdiği zararların ekonomik boyutları tam olarak bilinmezken, sadece ABD’de yabancı otlar veya zehirli bitkilerden kaynaklanan ekonomik kaybın 2 milyar dolar, dünyada genelinde ise milyarlarca dolar olduğu bilinmektedir (DiTomaso, 2000; James et al., 1992; Keeler et al., 2013; Kellerman et al., 1996; Nielsen, 1988).

Türkiye’de gerek insan gerekse hayvan sağlığını tehdit edecek düzeyde toksik olan 200 kayıtlı tür (Baytop, 1989), Kırşehir mera vejetasyon onlarında ise 8 familyadan 26 farklı zehirli bitki

---

türü bulunmaktadır (Avağ et al., 2012). Bu çalışmada Kırşehir mera vejetasyonlarında bulunan zehirli bitki türleri ve bazı özellikleri, içerdikleri toksit bileşikler, bu bileşiklerin etkileri ve zehirli bitkilerle mücadele ve etkilerini azaltma yöntemleri incelenmiştir.

## **Kırşehir Mera Vejetasyonunda Bulunan Bitkilerde Hayvanlarda Zehirlenmeye Sebep Olan Kimyasallar**

### **Alkaloitler**

Alkaloitler suda çözünebilen ve direkt olarak sinir sistemini etkileyen, genellikle renksiz, bazik karakterli, azot içerikli sekonder metabolit sınıfından bileşikler olup çok etkili zehir özelliği gösteren bitkisel maddelerden biridir. (Croteau et al., 2000; Yücel, 2012). Bitkilerin genellikle yaprak, tohum, meyve, kabuk ve kök gibi belirli bir organlarında bulunurlar. Alkaloitler genel olarak bir tür ya da akraba türlere hatta bir familyaya özgüdürler (Ceylan, 1983). Alkaloit üretmeyen bitkilerde mikotoksinlerle kontamine olmak suretiyle hayvanlarda zehirlenmelere sebep olabilirler (Dinç & Aydın, 2023). Alkaloitler salgı sistemini ve sinir sistemini etkileyerek, karaciğer hasarı, hareketsizlik, titreme, koordinasyon kaybı, düşük, depresyon, felç ve ani ölümler meydana getirebilirler (Allred, 1991; Ergün et al., 2002; Yücel, 2012).

### **Glikozitler**

Asit ve enzimlerle hidrolize olan glikozitler bitkilerin bütün organlarında bulunabilirler. (Yücel, 2012). Bitkilerdeki glikozit miktarı bitkinin gelişme çağına, bulunduğu ekolojik koşullara ve gübreleme gibi faktörlere göre değişir. Bazı glikozitler hayvanların sindirim sistemindeki enzimlerin etkisiyle hidrolize olarak toksik siyanidli bileşiklere dönüşürler (Çelik & Bulur, 1996). Glikozitler rumen de parçalanarak kana geçerler ve hemoglobinle birleşerek siyanohemoglobin oluşturduktan sonra oksijen azlığından ölüme neden olurlar (Ergün et al., 2002).

En belirgin toksik glikozitler arasında siyanojenikler, tahriş edici yağlar ve saponinler bulunur. Siyanojenikler çok sayıda glikozit arasında belki de çiftlik hayvanlarında en fazla zehirlenmeye neden olanlardır. Glikozitin kendisi zararsız olmasına rağmen, hidroliz sonucu oldukça toksik olan hidrosiyanik asit (HCN) oluşur. Hidroliz bitkide veya hayvanda meydana gelebilir. HCN sıklıkla bitkide solma veya donma nedeniyle büyümenin engellendiği durumlarda oluşur. HCN, geniş getiren hayvanlarda geniş getirmeyen hayvanlara göre daha kolay oluşur; rumendeki mikroflora hidrolize yol açan enzimatik etkiyi destekler. Nefes almada zorluk, sendeleme, felç, bitkinlik, kasılmalar sonucunda ölüm genellikle hızlıdır ve birkaç saat içinde meydana gelir (Allred, 1991; Mueggler, 1970).

### **Resinler-Resinoidler**

Resinler ve resinoidler, farklı kimyasal yapılaraya sahip olmalarına rağmen belirli bir fiziksel benzerliği paylaşan, bünyelerinde N bulunmayan, bitkilerin canlı dokuları tarafından salgılanan, karmaşık organik polimerler olarak tanımlanırlar. İnsanlar ve her türlü canlı hayvan bu toksinlere karşı hassastır (Dinç & Aydın, 2023; Mueggler, 1970). Resinler ve resinoidler sinir ve kas dokusunun doğrudan tahrişi, depresyon, halsizlik, sendeleme, zor nefes alma,

---

yüksek ateş, göz bebeklerinin genişlemesi ve böbreklerin dejenerasyonu sonrasında koma ve ölüme neden olurlar (Allred, 1991; Hall et al., 2020).

### **Tanenler**

Kondanse ve hidrolize olabilen tanenler yem bitkileri bakımından en çok bilinen fenolik bileşiklerdir. Tanen içeren bitkiler hayvanlar tarafından yenildiğinde zehirlenmeye sebep olmamakla birlikte, bitkilere buruk ve acı bir tat verdikleri için lezzetliliği dolayısıyla da yem tüketimini azaltırlar. Aynı zamanda proteinlerle reaksiyona girerek sindirilemez kompleks bir yapıya dönüştürürken, selüloz enziminin aktivitesini azaltarak yemin sindirilebilirliğini düşürürler. Bu nedenle hayvansal verim üzerine olumsuz etki yaptığı söylenebilir. Bununla birlikte proteinin parçalanmasını yavaşlatan tanenler hayvanlarda şişme tehlikesini azaltır ya da engellerler (Açıkgöz, 2021). Hayvanlar tarafından düşük miktarda alınan kondanse tanen proteinlerin işkembedeki parçalanma hızını yavaşlattığı için yararlı kabul edilirken yüksek miktarda alınan tanenler sindirimini azalttığı için zararlı kabul edilir (Barry, 1987; Kumar, 1992).

### **Kumarin**

Bulunduğu bitkinin lezzetli iliğini azaltan bir kimyasal madde olan kumarin, hayvanlar için tehlikeli bir madde olmamasına karşın, iyi kurutulmamış otlarda küflerle birleşerek dikumarola dönüşür. Dikumarol ise kanın pıhtılaşmasını engelleyerek, bulaşık olduğu otu yiyen hayvanlarda iç ve dış kanama sonucu ölümlere neden olur (Açıkgöz, 2021).

### **Işığa Karşı Duyarlılığa Neden Olan Bileşikler**

Işığa duyarlı hale getiren bileşikleri içeren bitkiler yenildiğinde hayvanlar, sıradan güneş ışığına kıyasla spektrumun daha geniş bir kısmındaki ışınlarla karşı aşırı duyarlı hale gelir. Reaksiyon, yoğun bir kıl tabakasıyla kaplanmayan, pigmentsiz veya hafif pigmentli ciltteki aşırı güneş yanığına benzer. Fotodinamik etki tek başına nadiren ölümcül olmamasına rağmen, ikincil etkiler ölüme neden olabilir (Mueggler, 1970). Bu ikincil etkiler karaciğer hasarı, ciltte iltihaplanma, kaşıntı, nekroz, huzursuzluk, serumun ciltten sızması şeklinde ortaya çıkarlar. Dolayısıyla ölüm doğrudan fotodinamik etkiden değil, böbrek yetmezliğinden meydana gelir (Allred, 1991).

### **Kırşehir Mera Vejetasyonunda Bulunan Zehirli Türler ve Bazı Özellikleri**

#### ***Achillea wilhelmsii***

Bitki Kırşehir mera vejetasyonlarında yaygın olarak bulunur (Tablo 1). *A. wilhelmsii* türü achilleine, saponin, tanen ve kumarin içerir (Ali et al., 2011; Ardakani & Hosseinejad, 2022; Fazly Bazzaz et al., 1997; Niazmand et al., 2010).

#### ***Adonis sp.***

Kırşehir mera vejetasyonlarında *A. annua* ve *A. flammea* türleri bulunur (Avağ et al., 2012). Toprak üstü organları zehirli olan her iki tür de simarin ve adonitoksin alkaloidlerini içerirken, *A. annua* steroid, tritedpenoid, adoninve saponin glikozitlerini de içerir (Tablo 1). *A. annua* 'nın

---

toprak üstü organları hayvanlar tarafından yenildiği takdirde hareketlerde ahenksizliğe, kan dolaşımında bozukluğa ve kan basıncının ani düşmesi sonucunda ölüme neden olur (Ergün et al., 2002; Yücel, 2012). *Adonis flammea* hayvanlarda bol salya, kusma, karın sancısı şeklinde belirti veren hafif zehirlenmelere neden olmasına rağmen nadiren ölümcüldür (Burrows & Tyrl, 1989; Yücel, 2012).

### ***Artemisia santonicum***

Bitki taurisin ve prolizidin alkaloidlerini içerir ve toprak üstü aksamaları zehirlidir. Taurisin sinir sistemine etki eder ve salya akması, kusma, ishal gibi etkiler yapar. Özellikle de atlar hassastır (Lubenov, 1985).

### ***Centaurea sp.***

Kırşehir meralarında *C. carduiiformis*, *C. drabifolia*, *C. pichleri*, *C. triumfettii*, *C. Urvillei* ve *C. virgata* türleri bulunur (Avağ et al., 2012). Bu türlerde yaprak ve gövde başta olmak üzere tüm organları zehirlidir. Özellikle atlar için toksik etkiye sahiptir. Atlarda çiğneme hastalığına neden olur (Reyhan et al., 2004). Bitkiler santaurin, sianin, sikonin alkaloidleri içerir (Tablo 1). Koordinasyon bozukluğu ve sendeleme belirtileriyle beraber ölümlerde meydana gelebilir (Lubenov, 1985).

### ***Cichorium intybus***

Köklerinde fruktoz, inulin, albümin, çiçeklerinde şikhorin glikoziti, yapraklarında laktukopikrin, tohumlarında protakateşin ve inulin aldehytları bulunur. Hayvanlar tarafından düşük miktarlarda tüketildiğinde sorun olmazken, aşırı miktarda tüketildiğinde zehirlenmelere neden olur (Schreurs et al., 2002).

### ***Convolvulus sp.***

*Convolvulus* türleri konvolvulin glikoziti içerirler (Tablo 1). Bitkilerde yaprak ve çiçekler zehirlidir ve gastrit, ülser veya mide sancısına neden olurlar (Yücel, 2012). Atlarda kalın bağırsak sancısı ve kilo kaybı şeklinde belirti gösterir (Frohne & Pfander, 1983). Bitkiler kurutulduklarında zehirlilik etkileri azalır (Töngel & Ayan, 2005). Kırşehir mera vejetasyonlarında *Convolvulus arvensis* türü yanında *C. assyrricus*, *C. Holoserius* ve *C. lineatus* türleri yaygındır (Avağ et al., 2012).

### ***Ephedra majör***

Tanen ve efedrin içeren *E. majör*'ün dal, yaprak ve meyveleri hayvanlar için zehirlidir. (Morton, 1977). Bitkilerdeki efedrin miktarı mevsime göre hatta dişi veya erkek bireylere göre de değişmektedir (Tanker et al., 2008). Baş dönmesi, dizlerde titreme, huzursuzluk gibi belirtilere ek olarak bulantı, kusma, ve ishale neden olur. Diğer *Ephedra* türleri de içerdikleri efedrin nedeniyle hayvanlarda toksisiteye neden olur (Yücel, 2012).

---

### ***Euphorbia sp.***

*Euophorbia* cinsinin Kırşehir meralarında *E. falcata* ve *E. macroclada* türleri bulunur (Tablo 1). Beyaz-sarı renkli lateks salgısı *Euophorbia* cinsinin tüm türlerinde gövde, yaprak, kök ve dallar tarafından üretilir ve bitkiyi tüketen hayvanlarda toksik etkiye neden olur. Özellikle taze beyaz salgısı ile tohumları hayvanlarda zehirlenmelere neden olur (Öksüz et al., 1996). Zayıf toksik etkiye sahip resinler, resinoidler ve tanen içeren ve kurutulduklarında zehirlilik etkilerinde azalma meydana gelmeyen *Euophorbia* türlerini tüketen hayvanların süt renkleri pembeye dönerek aroması değişir (Kaya et al., 2002; Yücel, 2012). Renk ve aroması değişen sütü içen çocuklarda ve yavru hayvanlarda hafif zehirlenme belirtileri görülür (Frohne & Pfander, 1983).

### ***Galium sp***

Kırşehir meralarında *Galium* cinsinin *G. verum* ve *G. incanum* türleri yaygındır (Tablo 1). *Galium* cinsinin tüm türlerinde olduğu gibi *G. verum* ve *G. incanum* türleri de saponin glikozitiyle beraber tanen ve kumarin içerirler (Brdic et al., 2018; Ozbilgin et al., 2015; Yücel, 2012). Saponinler, sabun gibi köpürme özelliği gösteren steroid ve triterpenoid glikozitlerdir ve sindirim kanalındaki sterol alımını da etkileyerek dolaşımdaki kana karıştıktan sonra hemolize yol açabilirler (Taiz & Zeiger, 2002). Bunun yanında allelopatik ve antimikrobiyal aktivitelere neden olarak, geviş getiren hayvanlarda yemin sindirilebilirliğini azaltırlar (Dixon & Sumner, 2003). Yaprakları zehirli olan *G. Verum*'u yada saponin ve kumarin içeren bitkileri tüketen hayvanlarda da zehirlenmeler görülebilir (Yücel, 2012).

### ***Hypericum heterophyllum***

Kırşehir mera vejetasyonlarında *Hypericum* cinsinin Türkiye'ye özgü endemik bir türü olan *H. heterophyllum* bulunmaktadır. *Hypericum* cinsinin hiperisin içeren diğer türlerinde olduğu gibi ışığa karşı duyarlılığa neden olur. Doğrudan güneş alan deri bölgelerinde görülen kızarıklıklar yaraya dönüşür. (Yücel, 2012). Bazen koyunlarda yüksek ateş dışında başka bir belirti görülmeden ölüm meydana gelebilirken, genellikle kulaklar ve göz kapaklarında ödem ve konjunktivalarında hiperemiyle beraber ayaklarda ve meme derisinde ışığa hassasiyete bağlı yangı oluşur (İçen et al., 2012).

### ***Papaver lacerum***

Tohumu dışında tüm organları zehirli olan *Papaver* cinsine ait türler çiçek açana kadar toksik etki göstermezler (Töngel & Ayan, 2005). *P. lacerum* türü isoquiroline, aporphine ve roemerine alkaloidlerini içerir (Sariyar, 2002; Sariyar & Phillipson, 1981).

### ***Ranunculus damascenus***

*Ranunculus* cinsine ait türlerin çoğunda olduğu gibi *R. damscenus* türü de bünyesinde ranunkulin ve saponin glikozitlerini bulundurur (Çelik et al., 2020; Yücel, 2012). Zehirlenme belirtileri sancılanma, ishal, denge kayıpları, deri üzerine yakıcı tahriş, deriye temasta kızarıklık ve kaşıntı görülür (Frohne & Pfander, 2005). Yeşilken toksik etki gösteren bitki kurutulduğunda toksik etkisi azalır yada ortadan kalkar (Yücel, 2012).

---

### ***Rumex tuberosus***

*Rumex tuberosus* türü diğer *Rumex* türlerinde de olduğu gibi rumisin glikoziti ve potasyum oksalat asidi içerir. Potasyum oksalat asidi sinir sistemi sorunlarına, idrar kanallarının tıkanmasına ve böbrek hastalıklarına, rumisin de mide rahatsızlıklarına yol açar (Töngel & Ayan, 2005; Yücel, 2012).

### ***Senecio vernalis***

Bitki pirolizidin, senesifilin, senesiyonin, jasidin, jakobin, jakolin, jakonin, jakozin alkaloidleri içerir (Cortinovic & Caloni, 2015). Her ne kadar *Senecio* türleri otlanmasalar da, otlayan hayvanlar bitkinin rozet yapraklarını yakındaki diğer bitkilerle karıştırdıklarında, mera vejetasyonlarında yeterli yem bulunmadığında veya kurumuş bitki parçalarının samana karışmasıyla zehirlenme meydana gelir (Stegelmeyer, 2011). Tüm hayvanlar zehirlenebilir ancak sığırlar ve atlar özellikle duyarlıdır (Cortinovic & Caloni, 2013). Bu türlerin toksisitesi haftalar veya aylar sonra ortaya çıkan karaciğer yetmezliği, ikincil fotosensitizasyon ve kandaki yüksek amonyak nedeniyle merkezi sinir sistemi bozukluğu ile kendini gösterir (Anadon et al., 2012; Cortinovic & Caloni, 2013, 2015; Panter et al., 2012; Ziegler & Facchini, 2008).

### ***Xanthium strumarium***

*X. strumarium* türü atractyloside, carboxyattractyloside xantostrumarin glikozitleri ve kumarine ek olarak 170 dolayında farklı kimyasal madde içerir (Fan et al., 2019; Tokluoglu, 1986). Kök, gövde, yaprak ve tohumları ölümcül derecede zehirli olan *X. strumarium*'un fide ve tohumları daha yüksek toksik etkiye sahiptir (Burrows & Tyrl, 1989; Cole et al., 1989; Fan et al., 2019). *X. strumarium*'u tüketen hayvanlarda carboxyattractyloside sindirim sistemlerini olumsuz etkileyerek (Cole et al., 1980), depresyon, iştahsızlık, deride kızarma, kasılma, başı geriye bükme, nefes darlığı ve kusma şeklinde ortaya çıkan zehirlenme sonucu ölüm meydana gelir (Burrows & Tyrl, 1989).

### **Zehirli Türlerin Etkilerinin Azaltılması ve Mücadelesi**

Zehirli bitkilerle mücadeleye başlamadan önce hangi hayvanlar için tehdit oluşturduklarını bilinmesi, zehirli türlerin tanınması, zehirlilik düzeyleri ve zehirli oldukları dönem hakkında bilgi sahibi olunması gerekir. Zehirli bitkilerin etkilerinin ortaya çıkması; bitkinin içinde bulunduğu olgunluk dönemi, içerdiği kimyasalın miktarı, otlanan ya da yenen kısmı ve miktarı, otlayan hayvanın cinsi ve yaşı gibi pek çok faktöre bağlıdır. (Altın et al., 2005). Bu faktörleri dikkate alarak yapılan doğru mera yönetim uygulamalarıyla birlikte yapılan zehirli bitki mücadelesi, bu bitkilerin hayvan sağlığı ve verimi üzerine olumsuz etkilerinin azaltılmasında oldukça etkilidir (Altın et al., 2005; Dönmez & Hatipoğlu, 2020; Gökkuş, 1999).



**Tablo 1.** Kırşehir Mera Vejetasyonunda Bulunan Zehirli Bitkiler ve İçerdikleri Bileşikler\*

Familya	Tür Adı	İçerdiği Bileşik
		Alkaloit
Asteraceae	<i>Achillea wilhelmsii</i>	Achilleine
	<i>Artemisia santonicum</i>	Taurisin, Prolizidin
	<i>Centauera carduiformis</i> , <i>Centauera drabifolia</i> , <i>Centauera pichleri</i> , <i>Centauera triumfettii</i> , <i>Centauera urvillei</i> , <i>Centauera virgata</i>	Santaurin, Sianin, Sikonin
	<i>Senecio vernalis</i>	Pirolizidin, Senesifilin, Senesiyonin, Jasidin, Jakobin, Jakolin, Jakonin, Jakozin
	<i>Ephedra major</i>	Tanen ve Efedrin
Papaveraceae	<i>Papaver lacerum popou</i>	Isoquirolin, Aporphine, Roemerine
Ranunculaceae	<i>Adonis annua</i>	Simarin, Adonitoksin
	<i>Adonis flammea</i>	
<b>Glikozit</b>		
Asteraceae	<i>Achillea wilhelmsii</i>	Saponin
	<i>Cichorium intybus</i>	Şikhorin
	<i>Xanthium strumarium</i>	Atractyloside, Carboxyatractyloside Xantostumarin
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> <i>Convolvulus assyrricus</i> <i>Convolvulus holoserius</i> <i>Convolvulus lineatus</i>	Konvolvulin
Polygonaceae	<i>Rumex tuberosus</i>	Rumisin
Ranunculaceae	<i>Adonis annua</i>	Steroid Triterpenoid, Adonin, Saponin
	<i>Ranunculus damascenus</i>	Ranunkulin, Saponin
Rubiaceae	<i>Galium incanum</i> <i>Galium verum</i>	Saponin
<b>Diğer Bileşikler</b>		
Asteraceae	<i>Achillea wilhelmsii</i>	Tanen
	<i>Xanthium strumarium</i>	Kumarin
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia falcata</i> , <i>Euphorbia macroclada</i>	Resin, Resinoid, Tanen
Ranunculaceae	<i>Ranunculus damascenus</i>	Tanen
Rubiaceae	<i>Galium incanum</i>	Tanen, Kumarin
	<i>Galium verum</i>	
<b>Işığa Karşı Duyarlılık Yapan Bileşikler</b>		
Clusiaceae	<i>Hypericum heterophyllum</i>	Hypericine, Pseudohypericin

\*Ali et al. (2011); Ardakani and Hosseininejad (2022); Balabanlı and Yüksel (2006); Brotherson et al. (1980); Cortinovis and Caloni (2015); Çelik et al. (2020); Davis (1965-1988); Fan et al. (2019); Fazly Bazzaz et al. (1997); Kocabaş (2020); Mueggler (1970); Niazmand et al. (2010); Ozbilgin et al. (2015); Sariyar (2002); Sariyar and Phillipson (1981); Smelcerovic et al. (2008); Tokluoglu (1986); Töngel and Ayan (2005); Yücel (2012)

Hayvanlar için toksik olan zehirli bitkilerin etkileri mevsimlere göre değişiklik gösterebilir; *Hypericum* türleri tüm vejetasyon boyunca, *Delphinium* türleri ilk bahar sonu-yaz başlangıcı

---

arasında, *Conium* türleri yaz döneminde toksiktirler (Gökkuş, 1999). Bazı zehirli bitkilerin hayvanlar tarafından tüketildikleri dönemde yaş ya da kuru olmaları toksisite düzeylerine etki eder (Baytop, 1989). *Convolvulus* ve *Ranunculus* türleri kurutulunca veya kuru ot olarak değerlendirildiklerinde toksik etkileri azalır ya da yok olurken, *Euophorbia* türlerinde kurutma toksisiteyi değiştirmez (Töngel & Ayan, 2005; Yücel, 2012). *Astragalus* türleri hayvanlarda döl veriminin düşmesine ve yavru atmaya (James et al., 1992; Kingbury, 1964), *Euphorbia* türleri de süt rengi ve aromasının değişmesine neden olurlar (Yücel, 2012). Bitkilerin yaprak veya yeni sürgün gibi vejetatif organlarıyla, tohum gibi generatif organları farklı düzeylerde toksik bileşen içerirler. *G. verum* türünün yaprakları (Yücel, 2012), *Centaurea* türlerinde ise dal yaprak dahil tüm bitki zehirliyken (Reyhan et al., 2004), *X. Strumarium* türünde diğer dokular da toksik etkiye sahip olmakla birlikte fide ve tohumların toksisite düzeyleri çok daha yüksektir (Burrows & Tyrl, 1989).

Koyunlarla sığırların, kuzu ve buzağularla da yetişkin hayvanların zehirli bitkilerden etkilenme düzeyleri farklılık gösterir. Sığırlarda *Hypericum* türlerine bağlı zehirlenme çok fazla görülmezken, koyunlarda da *Delphinium* türlerine bağlı zehirlenmelere daha az rastlanır. Yetişkin hayvanlar tecrübeleri sayesinde zehirli türleri tanır ve otlamaktan kaçınırken, meraya ilk kez çıkan buzağı ve kuzularda zehirlenme vakaları daha sık görülür (Altın et al., 2005; Gökkuş, 1999).

Yapılacak yabancı ot mücadelesine ek olarak zehirli bitkilerin tehlikeli oldukları dönemde merada hayvan otlatmaya ayrı bir özen gösterilmesi zehirli bitkilerin etkilerini azaltmakta yararlı olabilir (Altın et al., 2005; Gökkuş, 1999). Özellikle merada yem açığının fazla olduğu kritik dönemlerde ve zehirli bitkilerin toksisitelerinin yüksek olduğu zamanlarda hayvanlar meraya çok aç çıkarılmamalıdır. Sürüye yeni katılan ya da bölgeye yeni gelen hayvanlarla, kuzu ve buzağular meraya ilk çıktıkları dönemlerde tecrübe kazanıncaya kadar otlatma kontrollü yapılmalıdır. Zehirli otların yoğun olduğu alanlarda ya da dönemlerde söz konusu alanlarda otlatma yapmaktan kaçınılmalı, hatta gerekiyorsa bu alandan otlatmaya kapatılmalıdır. (Altın et al., 2005, 2011).

## **Sonuç**

Kırşehir meralarında giderek azalış gösteren bitki ile kaplı alanda tür dağılımına bakıldığında, mevcut bitki örtüsünü oluşturan türlerin büyük çoğunluğunun yabancı ot karakterli istilacı türler olduğu görülmektedir. Bu sonuç büyük oranda meraların amenajman kuralları dışında hatalı kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Gelecekte çayır ve meraların yoğun olarak hatalı kullanımına devam edildiği takdirde, vejetasyondaki zararlı ve istilacı tür sayısı ve oranları artarak, hayvan sağlığı ve ürünleriyle ilgili sorunlar daha yaygın olarak ortaya çıkacak ve ekonomik kayıplar artacaktır. Dolayısıyla yabancı ot kontrolü ve diğer ıslah uygulamaları ile hayvan sağlığına ve ürünlerine zararlı bileşikler içeren zehirli bitki türlerinin oranının kabul edilebilir düzeyde tutulması gerekmektedir. Kırşehir meralarından efektif yararlanabilmek için, doğru gübreleme ve yabancı ot mücadelesi yapılarak, bu alanların otlatma kapasitesine uygun sayıda hayvan ile doğru zamanlarda, uygun otlatma sistemleri kullanılarak otlatması gerekir.

---

## Çıkar Çatışması

Makalenin hiçbir yazarı için bilinen ya da olası bir çıkar çatışması yoktur.

## Kaynaklar

Açıkgöz, E. (2021). *Yem Bitkileri* (Vol. I). Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü.

Ali, N., Shah, S. W. A., Shah, I., Ahmed, G., Ghias, M., & Khan, I. (2011). Cytotoxic and anthelmintic potential of crude saponins isolated from *Achillea Wilhelmsii* C. Koch and *Teucrium Stocksianum* boiss. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 11(1), 106. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-11-106>

Allred, K. W. (1991). An Annotated checklist of Poisonous or Injurious range Plants of new Mexico. *New Mexico State University, Cooperative Extension Service*(636), 1-28.

Altın, M., Gökkuş, A., & Koç, A. (2005). Çayır Mera Islahı. *Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Tarımsal Üretim ve geliştirme Genel Müdürlüğü. Çayır-Mera, Yem Bitkileri ve Havza Geliştirme Daire Başkanlığı Yayınları. Ankara, 468s.*

Altın, M., Gökkuş, A., & Koç, A. (2011). *Çayır ve mera yönetimi (2. cilt)* (Vol. 314). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü.

Anadon, A., Martinez-Larranaga, M., & Castellano, V. (2012). Poisonous plants of Europe In R. C. Gupta (Ed.), *Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles, 2nd ed.* Elsevier Inc.: San Diego, CA, USA, pp. 1080–1094.

Anonim. (2023). *Kırşehir İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü İl Tanıtım*. Retrieved Aralık, 22, 2023 from <https://kirsehir.tarimorman.gov.tr/Menu/9/II-Tanitim>

Ardakani, A. S., & Hosseininejad, S. A. (2022). Identification of chemical components from essential oils and aqueous extracts of some medicinal plants and their nematicidal effects on *Meloidogyne incognita*. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 83(1). <https://doi.org/10.1186/s41936-022-00279-6>

Avağ, A., Koç, A., Kendir, H., Şimşek, U., Özgöz, M. M., Aksakal, E., Dumlu, S., Uzun, M., Çakal, Ş., Kara, A., Erkovan, H. İ., Daşcı, M., Yıldız, H., Mermer, A., Ünal, E., Ural, Ö., Aydoğdu, M., Torunlar, H., Harun, F. D., . . . Başkan, O. (2012). *Ulusal Mera Kullanım ve Yönetim Projesi Sonuç Raporu (PROJE NO: 106G017)*. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara, s483.

Ayan, İ., Mut, H., Acar, Z., Başaran, U., Töngel, M., & Önal Aşçı, Ö. (2007). *Samsun İli Kıyı Kesiminde Yer Alan Taban Meraların Bitki Örtüsü, Toprak Özellikleri ve Bazı Sorunlar* Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi,

Bakırel, T. (2013). Veteriner Toksikoloji Yönünden Trakya Bölgesi'nin Zehirli Bitkileri Üzerine Çalışmalar. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 28(1), 125-142.

---

Balabanlı, C. A., Sebahattin Türk, Mevlüt , & Yüksel, O. (2006). Türkiye Çayır Meralarında Bulunan Bazı Zararlı Bitkiler ve Hayvanlar Üzerindeki Etkileri. *Turkish Journal of Forestry*, 7(2), 89-96. <https://doi.org/10.18182/tjf.84498>

Barry, T. (1987). Secondary compounds of forages. In J. Hacker & J. Ternouth (Eds.), *Nutrition of Herbivores* (pp. 91-121). Academic Press, Sydney, Australia.

Baytop, T. (1989). *Türkiye’de Zehirli Bitkiler, Bitki Zehirlenmeleri ve Tedavi Yöntemleri* İstanbul Üniversitesi Yayınları, No:54, İstanbul, 290 s.

Bradic, J., Petkovic, A., & Tomovic, M. (2018). Phytochemical and Pharmacological Properties of Some Species of the Genus Galium L. Galium Verum and Mollugo. *Serbian Journal of Experimental and Clinical Research*, 0(0). <https://doi.org/10.1515/sjecr-2017-0057>

Brotherson, J. D., Szyska, L. A., & Evenson, W. E. (1980). Poisonous plants of Utah. *The Great Basin Naturalist*, 40(3), 229-253.

Burrows, G. E., & Tyrl, R. J. (1989). Plants causing sudden death in livestock. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 5(2), 263-289.

Carlier, L., Rotar, I., Vlahova, M., & Vidican, R. (2009). Importance and functions of grasslands. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37(1). <https://doi.org/10.15835/nbha3713090>

Ceylan, A. (1983). *Tıbbi Bitkiler (I. Genel Bölüm)*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, s.312.

Cole, R., Cutler, H., & Stuart, B. (1989). Carboxyatractyloside. In P. Cheeke (Ed.), *Toxicants of Plant Origin: Glycosides*, (Vol. II, pp. 253-263). CRC Press, Inc., Boca Raton, Fla., USA., 277pp.

Cortinovic, C., & Caloni, F. (2013). Epidemiology of intoxication of domestic animals by plants in Europe. *The Veterinary Journal*, 197(2), 163-168.

Cortinovic, C., & Caloni, F. (2015). Alkaloid-Containing Plants Poisonous to Cattle and Horses in Europe. *Toxins*, 7(12), 5301-5307. <https://doi.org/10.3390/toxins7124884>

Croteau, R., Kutchan, T. M., & Lewis, N. G. (2000). Natural products (secondary metabolites). In B. B. G. Buchanan, Wilhelm Jones, Russell L. (Ed.), *Biochemistry and Molecular Biology of Plants* (pp. 1264). John Wiley & Sons.

Çaçanan, E., & Yüksel, A. (2016, 28-30 Eylül 2016). *Çayır ve meraların bölgesel kalkınma üzerindeki etkisi* ÜNİDAP Uluslararası Bölgesel Kalkınma Konferansı, Muş.

Çelik, E., Okay, E., & Ertekin, F. (2020). Ranunculaceae Dermatitis due to Ranunculus Arvensis: Case Series, Literature Review of Reported Cases from Turkey. *International Archives of Medical Research*, 12(1), 1-11.

---

Çelik, N., & Bulur, V. (1996, 17-19 Haziran 1996). *Çayır-mera ve yem Bitkileri kaynaklı hayvan zehirlenmeleri ve beslenme bozuklukları Türkiye 3. Çayır-mera ve Yembitkileri Kongresi*, Erzurum.

Davis, P. H. (1965-1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Vol. 1-10). Edinburg University Press.

Dinç, H., & Aydın, İ. (2023). Yem Bitkilerinde Anti-Kalite Faktörleri. 2nd International Conference on Sustainable Ecological Agriculture 13-15 Mart 2023, Konya.

DiTomaso, J. M. (2000). Invasive weeds in rangelands: species, impacts, and management. *Weed Science*, 48(2), 255-265.

Dixon, R. A., & Sumner, L. W. (2003). Legume Natural Products: Understanding and Manipulating Complex Pathways for Human and Animal Health. *Plant Physiology*, 131(3), 878-885. <https://doi.org/10.1104/pp.102.017319>

Dönmez, H. B., & Hatipoğlu, R. (2020). Çayır Meralardaki Zehirli Bitkilerin Etkileri ve Hayvan Zehirlenmelerine Karşı Önleyici Tedbirler. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 7(9), 49-55.

Ergün, A., Tuncer, Ş., Çolpan, İ., Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, M., Küçükersan, S., Şehu, A., & Saçaklı, P. (2002). Yemler, yem hijyeni ve teknolojisi. *Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı*, 5, 12-55.

Fan, W., Fan, L., Peng, C., Zhang, Q., Wang, L., Li, L., Wang, J., Zhang, D., Peng, W., & Wu, C. (2019). Traditional Uses, Botany, Phytochemistry, Pharmacology, Pharmacokinetics and Toxicology of *Xanthium strumarium* L.: A Review. *Molecules*, 24(2), 359. <https://doi.org/10.3390/molecules24020359>

Fazly Bazzaz, B. S., Haririzadeh, G., Imami, S. A., & Rashed, M. H. (1997). Survey of Iranian Plants for Alkaloids, Flavonoids, Saponins, and Tannins [Khorasan Province]. *International Journal of Pharmacognosy*, 35(1), 17-30. <https://doi.org/10.1076/phbi.35.1.17.13275>

Frohne, D., & Pfander, H. (1983). *A Color Atlas of Poisonous Plants*—Wolfe Publishing Ltd. London, England, 291.

Frohne, D., & Pfander, H. (2005). *Poisonous Plants: A Handbook for Doctors. Pharmacists, Toxicologists, Biologists and Veterinarians*.

Gökkuş, A. (1999). Çayır ve meralarda yabancı bitki savaşı. In *Mera kanunu eğitim ve uygulama el kitabı*. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretimi Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara, s. 235-245.

Gökkuş, A. (2018). Meralarımız ile İlgili Bir Değerlendirme. *TÜRKTÖB Dergisi*, 25, 6-8.

Hall, A. L., Gornish, E., & Ruyle, G. (2020). Poisonous Plants on Rangelands. *The University of Arizona Cooperative Extension*, 10, 1-10.

- 
- İçen, H., Sekin, S., & Karataş, A. (2012). İvesi Koyunlarında Kantaron Otu (*Hypericum perforatum*) Zehirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 23(1), 51-53.
- James, L. F., Nielsen, D. B., & Panter, K. E. (1992). Impact of poisonous plant on the livestock industry. *Rangeland Ecology & Management*, 45(1), 3-8.
- Kara, E., & Sürmen, M. (2019). The effects of secondary metabolites of rangeland and pasture plants on the animal health in Mediterranean ecological conditions. *Journal of US-China Medical Science*, 16, 63-72. <https://doi.org/0.17265/1548-6648/2019.01.003>
- Kaya, S., Pirinçci, İ., & Bilgili, A. (2002). *Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji*, 2. Baskı. Medisan Yayınevi, Ankara.
- Keeler, R. F., Van Kampen, K. R., & James, L. F. (2013). *Effects of poisonous plants on livestock*. Elsevier.
- Kellerman, T., Naudé, T., & Fourie, N. (1996). The distribution, diagnoses and estimated economic impact of plant poisonings and mycotoxicoses in South Africa. *The Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 63(2), 65-90.
- Kingbury, J. (1964). *Poisonous plants of the United States and Canada*. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 626 pp.
- Kocabaş, Y. Z. (2020). Türkoğlu (Kahramanmaraş) ilçe florasında bulunan zehirli bitkiler. *Turkish Journal of Science and Health*, 1(1), 42-51.
- Kumar, R. (1992). Anti-nutritional factors, the potential risks of toxicity and methods to alleviate them. *Legume trees and other fodder trees as protein source for livestock. FAO Animal Production and Health Paper*, (102), 145-160.
- Lubenov, Y. (1985). *Zararlı Otlar Yasam ve Ölüm Kaynagidir (Çev. B. Makakli, M. Dinçer)*. Çağ Matbaası, Ankara.
- Morton, J. F. (1977). *Major medicinal plants: botany, culture, and uses (Vol. III)*. Charles C. Thomas, Springfield.
- Mueggler, W. (1970). Objectionable characteristics of range plants. Range and wildlife habitat evaluation. A research symposium, US Dep. Agric. For. Serv. Misc. Publ (Vol. 1147, pp. 63-70).
- Niazmand, S., Khooshnood, E., & Derakhshan, M. (2010). Effects of *Achillea wilhelmsii* on rat's gastric acid output at basal, vagotomized, and vagal-stimulated conditions. *Pharmacognosy Magazine*, 6(24), 282. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.71791>
- Nielsen, D. B. (1988). Economic impact of poisonous plants on the rangeland livestock industry. *Journal of Animal Science*, 66(9), 2330-2333.
- Ozbilgin, A., Durmuskahya, C., Kayalar, H., Ertabaklar, H., Gunduz, C., Ural, I., Zeyrek, F., Kurt, O., Cavus, I., Toz, S., & Ozbek, Y. (2015). Antileishmanial Activity of Selected Turkish

---

Medicinal Plants. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 13(12), 2047.  
<https://doi.org/10.4314/tjpr.v13i12.15>

Öksüz, S., Gürek, F., Lin, L.-z., Gil, R. R., Pezzuto, J. M., & Cordell, G. A. (1996). Aleppicatinines A and B from *Euphorbia aleppica*. *Phytochemistry*, 42(2), 473-478.

Panter, K. E., Gardner, D., Lee, S., Pfister, J., Ralphs, M., Stegelmeier, B., & James, L. (2012). Important poisonous plants of the United States. In R. C. Gupta (Ed.), *Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles, 2nd ed* (pp. 837-889). Elsevier Inc.: San Diego, CA, USA, pp. 1031–1079.

Pfister, J. A., & Provenza, F. D. (1992). Introduction to the symposium ingestion of poisonous plants by livestock. *J. Range Manage*, 45(1), 2.

Reyhan, A., Küpeli, E., & Ergun, F. (2004). The biological activity of *Centaurea* L. species. *Gazi University Journal of Science*, 17(4), 149-164.

Sariyar, G. (2002). Biodiversity in the alkaloids of Turkish *Papaver* species. *Pure and Applied Chemistry*, 74(4), 557-574.

Sariyar, G., & Phillipson, J. D. (1981). Alkaloids of *Papaver lacerum*. *Journal of Natural Products*, 44(2), 239-240.

Schreurs, N. M., Lopez-Villalobos, N., Barry, T. N., Molan, A. L., & McNabb, W. C. (2002). Effects of grazing undrenched weaner deer on chicory or perennial ryegrass/white clover pasture on the viability of gastrointestinal nematodes and lungworms. *Veterinary Record*, 151(12), 348-353. <https://doi.org/10.1136/vr.151.12.348>

Smelcerovic, A., Zuehlke, S., Spitteller, M., Raabe, N., & Özen, T. (2008). Phenolic constituents of 17 *Hypericum* species from Turkey. *Biochemical Systematics and Ecology*, 36(4), 316-319.

Stegelmeier, B. L. (2011). Pyrrolizidine Alkaloid-Containing Toxic Plants (*Senecio*, *Crotalaria*, *Cynoglossum*, *Amsinckia*, *Heliotropium*, and *Echium* spp.). *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 27(2), 419-428. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2011.02.013>

Taiz, L., & Zeiger, E. (2002). *Plant Physiology* (3rd ed.). Sinauer Associates Inc., Sunderland, MA, USA, 690pp.

Tanker, N., Coşkun, M., & Altun, M. L. (2008). Türkiye'de Yetişen *Ephedra* Türlerindeki Alkaloitlerin Mevsime ve Cinsiyete Göre Gösterdiği Değişimlerin YBSK Metodu İle İncelenmesi. *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 049-056. [https://doi.org/10.1501/eczfak\\_0000000465](https://doi.org/10.1501/eczfak_0000000465)

Tokluoglu, M. (1986). *Zehirli Çayır ve Mera Bitkileri*. OMÜ Ziraat Fakültesi Yayınları. Samsun, 56s.

---

Töngel, M. Ö., & Ayan, İ. (2005). Samsun İli Çayır ve Meralarında Yetişen Bazı Zararlı Bitkiler ve Hayvanlar Üzerindeki Etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(1), 84-93. <https://doi.org/10.7161/anajas.2005.20.1.84-93>

TÜİK. (2023). *İstatistik Veri Portalı, Tarım ve Orman Alanları*. Retrieved Aralık, 22, 2023 from <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>

Tükel, T., & Hatipoğlu, R. (2001). Çayır meralarda zehirli bitkiler ve hayvanlar üzerindeki etkileri. *Tarım ve Köy İşleri Dergisi*(139), 40-43.

Yavuz, T., Sürmen, M., Töngel, M. Ö., & Çankaya, N. (2008). Karadeniz bölgesinde mera kullanım alışkanlıkları üzerine bir araştırma. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*(1), 43-47.

Yücel, E. (2012). *Türkiye'nin Çayır, Mera ve Ormanlarının Zehirli Bitkileri*. Arkadaş Basım, Ankara, 94s.

Ziegler, J., & Facchini, P. J. (2008). Alkaloid Biosynthesis: Metabolism and Trafficking. *Annual Review of Plant Biology*, 59(1), 735-769. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092730>





*Review article*

## The Importance of FattyAcids in Nuts in Terms of Human Health <sup>a</sup>

Yakup POLAT<sup>1\*</sup>, Ferit ÇELİK<sup>1</sup>, N. Ebru KAFKAS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 65080, Tuşba, Van, Türkiye

<sup>2</sup> Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): yakupyyu@gmail.com

Makale almış (Received): 22.11.2023 / Kabul (Accepted): 18.12.2023 /Yayınlanma (Published): 31.12.2023

### ABSTRACT

People's eating habits have undergone radical changes over time. The correlation between people's eating habits and the diseases has been widely reported in many studies. Therefore, people pay great attention to their diet for a healthy life. Proteins, lipids, and carbohydrates, which play a significant role in human nutrition, are the most important energy sources for the survival of living organisms. Nuts such as hazelnuts, almonds, walnuts, and pistachios contain substantial amounts of lipids, in the form of mono and polyunsaturated fatty acids, which have demonstrated numerous beneficial effects for human. In general, the fatty acids found in nuts are an important dietary component for a healthy and balanced diet. Nuts are high in energy value and rich in nutritional content. To improve nutritional diversity and health, it is essential to consume nuts in the daily recommended amounts. In the study, information about the importance of fatty acids found in nuts for nutrition and human health is included.

**Keywords:** Fatty acids, Health, Nut, Nutrition

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

<sup>a</sup> **Atf bilgisi / Citation info:** Polat Y, Çelik F, Kafkas NE (2023). The Importance of FattyAcids in Nuts in Terms of Human Health. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 3(2): 313-338

## **Sert Kabuklu Meyve Türlerinde Bulunan Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı Açısından Önemi**

### **ÖZ**

İnsanlar zamanla beslenme alışkanlıklarında köklü değişikliklere gitmişlerdir. Yapılan birçok araştırmada, insanların beslenme alışkanlıkları ile karşılaştıkları hastalıklar arasında bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Bundan dolayı günümüze baktığımızda, sağlıklı bir yaşam sürdürmek isteyen insanlar beslenmelerine dikkat ettiği görülmektedir. İnsanların beslenmesinde önemli bir yer tutan protein, lipitler ve karbonhidrat yaşayan organizmaların yaşamını devam ettirmesi için en önemli enerji kaynaklarıdır. Fındık, badem, ceviz ve Antep fıstığı gibi meyveler, yüksek miktarda lipit içerirken, bu lipitlerin tekli ve çoklu doymamış yağ formunda olması bu meyvelerin insan sağlığı için birçok yararlı etkilerini ortaya çıkarmıştır. Genel olarak baktığımızda sert kabuklu meyvelerde bulunan yağ asitleri sağlıklı ve dengeli beslenmede önemli bir diyet grubu içerisinde yer almaktadır. Sert kabuklu meyveler enerji değeri yüksek ve besin içeriği yönünden de oldukça zengindir. Besin çeşitliliğinin ve sağlığın iyileştirilmesi yönünden sert kabuklu meyveler günlük önerilen miktarlarda tüketilmesi önemlidir. Çalışmada sert kabuklu meyve türlerinde bulunan yağ asitlerinin insan beslenmesi ve sağlığı açısından önemine dair bilgilere yer verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Beslenme, sağlık, sert kabuklu meyveler, yağ asitleri.

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

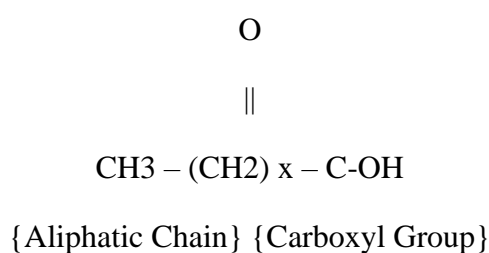
### **Introduction**

Nutrition is the science that investigates the factors related to the substances that living things take from the foods they assimilate in order to maintain their vital activities. In this context, when examined the science of nutrition is considered as a branch of biochemistry. This branch of science examines various biochemical processes necessary for the continuity of life, the formation of the structure that makes up living organisms, and the chemical structure of foods that provide the necessary energy (Eris and Yanmai, 1979). Nutrition is provided by the intake of nutrients in our body, and none of the nutrients can meet the body's needs. Therefore, for a balanced diet, it is imperative to choose various foods with different shapes, colors, and flavors (Erkut, 1969). Although most energy is provided by fats, fatty acids are specifically saturated. Furthermore, they are rich in complex carbohydrates, fiber, protein, tocopherol, non-sodium minerals, and polyphenols. Presently, many fruit and vegetable species come to the fore thanks to their high content of highly unsaturated fatty acids, antioxidants, vitamins, and minerals that affect human health. Hence the number of studies conducted on this subject is on the rise (Maguire et al. 2004; Jambazian et al. 2005). The significance of fruits rich in oleic, linoleic, and linolenic fatty acids has positive effects on cholesterol level regulation and cardiovascular diseases in humans. In order to create a healthy and sustainable nutrition policy, countries that try to cope with chronic environmental problems such as rapidly increasing population, global

warming, and climate change prioritize the prevention of diseases over their treatment. In this regard, one of the solutions proposed by science is to increase the consumption of functional components or foods with physiological effects. In addition to their known nutritional values, functional components are defined as “substances that have positive physiological effects on the human body depending on their composition”. Numerous studies have found a relationship between nut consumption and cardiovascular protection and are therefore recommended as a component of a healthy diet.

### **Fatty acids**

Oil is a complex structure that is insoluble in water but soluble in organic solvents such as ether, benzene, and chloroform (Ozdemir, 2003). Fats and oils fall in the group of compounds dominated by triglycerides consisting of glycerol and fatty acids. The physical and chemical structures of lipids are dictated by the composition of the fatty acids they contain. Due to these features, it is used in many industries. Although glycerol is present in the same composition in all oil plants, fatty acid composition differs according to plant types (Baydar, 2000). The carboxyl group (-COOH) in the fatty acid is the most valuable element of the oil. Fatty acids with double carbon atoms and a carboxyl group are the most dominant fatty acids in oils (Kayahan, 2003; Nas et al. 2001). Fats, which have high energy values, also constitute important building blocks of cells due to essential fatty acids and vitamins in their structure (Koroglu and Koksall, 1998). Fatty acids have an even number of carbon atoms on a regular basis. These fatty acids are straight chain derivatives consisting of double carbon units. Lipids, like proteins, are important substances that must be taken as part of the daily diet of people. The daily fat requirement of a person is 50-70g which is recommended to be supplied from both animal and plant-based foods. However, in some cases, animal fats are completely cut in terms of health and daily fat needs are met from vegetable oils (Tayar and Korkmaz, 2004).



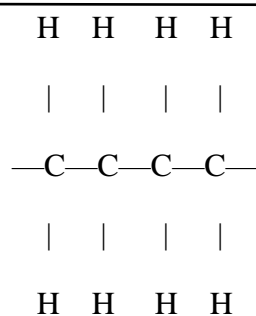
**Figure. 1.** The general formula of fatty acid.

### **Classification of fatty acids**

Fatty acids found in oils are generally straight-chain derivatives and are classified into two types: saturated and unsaturated fatty acids.

#### **Saturated fatty acids (SFA)**

Fatty acids that consist of a single covalent bond (-C-C-) between carbon-carbon atoms (Nas et al. 2001), and are generally solid at room temperature are called saturated fatty acids. Fats rich in these fatty acids are also called saturated fats (Fig. 2).

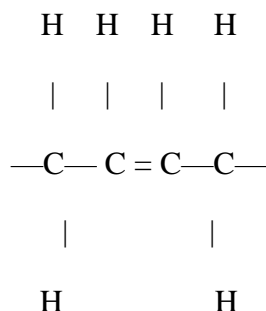


**Figure 2.** Carbon atoms in the saturated fatty acid chain.

Lauric acid (C12:0), Myristic acid (C14:0), Palmitic acid (C16:0), Stearic acid (C18:0), Aracidic acid (C20:0) and Behenic acid (C22:0) found in vegetable oils are the most important saturated fatty acids. Palmitic and stearic acids are the most dominant saturated fatty acids, especially in vegetable oils. Saturated fatty acids synthesized in the human body, even if no fat is consumed, can be synthesized from molecules formed by carbohydrate metabolism (Kumeli, 2006).

### Unsaturated fatty acids (UFA)

Fatty acids with one or more carbon-carbon double covalent bonds at various positions in the carbon chain are called unsaturated fatty acids (Fig. 3). Fats that are rich in these fatty acids are called unsaturated fats (Nas et al. 2001).



**Figure 3.** Carbon atoms in the unsaturated fatty acid chain

Due to the double bonds in their structure, unsaturated fatty acids are more reactive than saturated fatty acids. This reactivity increases with the number of double bonds in the fatty acid chain (Nas et al., 2001). Unsaturated fats are essential fatty acids that the body needs. They are in a liquid state at room temperature and most of them are of vegetable origin (Kumeli, 2006). Unsaturated fatty acids cannot be synthesized by the human body and, therefore, must be obtained through dietary sources (Mol, 2008). Various studies conducted in recent years have emphasized the importance of unsaturated fatty acids and essential amino acids in human nutrition (Erkan and Ozden, 2007).

---

### **Monosaturated fatty acids (MFA)**

Fatty acids with a double bond in their structure are called monounsaturated or monoenoic fatty acids. Two important members of this group are oleic acid (C18:1) and palmitoleic acid (C16:1). Although palmitoleic acid is commonly a characteristic component of marine animal oils, oleic acid has been found in all known natural oils to date (Kayahan, 2003). Monounsaturated fatty acids are present in high ratios in olive, rapeseed oils, nuts (hazelnuts, pistachios, walnuts), nut oils (peanut oil and almond oils), and avocado (Kumeli, 2006).

### **Poly unsaturated fatty acids (PUFA)**

Fatty acids containing more than one double bond are called PUFA. Linoleic (C18:2), linolenic (C18:3), arachidonic (C20:4), eicosapentaenoic (C22:5) and docosahexaenoic (C22:6) acids are the most important polyunsaturated fatty acids. From a nutritional standpoint, polyunsaturated fatty acids are important essential fatty acids and are also called vitamin F. It is demanded that these fatty acids be present in certain amounts in various oil products (Nas et al. 2001).

### **Importance of fatty acids for human health**

Nuts are called “foods containing functional components” because they contain adequate levels of nutrients needed on a daily basis, regulate appetite, supply calories, and are effective in preventing and treating especially cardiovascular diseases and some cancer diseases (Martins et al. 2017; Martirosyan et al. 2017). Regarding cardiac diseases, there are numerous studies underlining the relationship between healthy life and fatty acids. (Connor, 2000; Kolanowski and Laufenberg, 2006), reported that the risk of heart diseases and heart attack is closely related to EPA and DHA. Moreover, pointed out that these acids (EPA and DHA) ensure the healthy functioning of the cardiovascular and immune systems (Lauritzen et al. 2001). In addition, it has been observed that EPA reduces the cholesterol level, delays the formation of atherosclerosis, and significantly reduces the risk of heart attack by preventing thrombosis in the vessels. The benefits mentioned above are supported by epidemiological studies (Erkan and Ozden, 2007). Nuts, produced in different ecological conditions contain high levels of vitamins and minerals, are rich in oil and protein components, and are a food group consumed from past to present. The most edible nuts are pistachios (*Pistachia vera*), almonds (*Amygdalus communis*), walnuts (*Juglans regia*), hazelnuts (*Corylus avellana*), cashews (*Anacardium occidentale*), pine nuts (*Pinus pinea*), pecans (*Carya illinoensis*), Brazil nuts (*Bertholletia excelsa*), Macadamia nut (*Macadamia integrifolia*) and Queensland nut (*Macadamia terni folia*) (Del Castillo et al. 2018; Ersan and Topcuoglu, 2019).

### **Composition and nutritional values of nuts**

Nutrient and mineral contents of nuts are given in table 1, fatty acid contents in table 2 and table 3.

**Table 1.** Nutrients and mineral contents of nuts (100/g FW)

Nuts	Protein (g)	Oil (g)	Carbohydrate (g)	Energy (kcal)	Dietary fiber (g)	Ca (mg)	Fe (mg)	P (mg)	K (mg)	Na (mg)
Hazelnut	12.6	61.0	16.7	634	3.0	209	3.4	337	704	2
Walnut	14.8	67.8	15.8	651	2.1	99	3.1	380	450	2
Almond	18.6	54.0	19.5	598	2.6	234	4.7	504	773	4
Pistachio	19.3	44.4	19.0	594	1.9	131	7.3	500	972	-

**Table 2.** Fatty acid contents of nuts (g/100g FW).

Nuts	Saturated fatty acids	Monosaturated fatty acids	Polysaturated fatty acids
Hazelnut	4.60	49.09	6.00
Walnut	5.59	14.18	39.13
Almond	4.95	33.90	10.96
Pistachio	6.69	35.66	7.99

**Table 3.** Specific fatty acid content in nuts (g/100g FW).

Nuts	Myristic 14:0	Palmitic 16:0	Palmitoleic 16:1	Stearic 18:0	Oleic 18:1	Linoleic 18:2	Linolenic 18:3	Arachidic 20:0
Hazelnut (Karaosmanog lu 2021)	nd	4.63	0.11	2.54	83.67	8.66	0.15	0.13
Walnut (Muradoglu ve ark 2010)	0.04	4.04	0.36	1.66	21.81	60.51	11.51	0.07
Almond (Celik and Balta 2011)	0.47	7.24	0.55	1.93	72.60	17.39	0.11	0.08
Pistachio (Adal 2015)	nd	9.20	0.68	2.01	70.14	17.34	0.18	nd

Nd: Not detected

### Pistachio

Pistachio, due to its protein, fat and fatty acid, vitamin, antioxidant, and mineral contents, is a rich source for human nutrition (Tayar and Korkmaz, 2004). The fact that pistachio fruit provides a high amount of energy compared to most fruit types has led to the recognition of pistachio as an energy source among people. Michael et al. (Michael et al. 2006), reported that pistachio is a fruit rich in protein and dietary fibers and that 28 g of pistachio in daily nutrition meets 13% of the recommended protein amount and 12% of dietary fibers. Also, pistachios are rich in protein and minerals compared to walnuts, hazelnuts, and beef. According to the researchers, when compared to hazelnuts, almonds, walnuts, peanuts and pine nuts, pistachios bear the least amount of energy (557 kcal), the highest level of protein after almonds (20.6 g/100 g) and higher fiber, phytosterols, gamma-tocopherol, xanthophyll carotenoids and vitamin K (Tayar et al. 2011). When compared to oil seeds such as almond, hazelnut and walnut,

---

pistachios rank first in terms of protein, carbohydrates, vitamins A, B1, B6 and E, beta-carotene, lutein, iron, total phytosterol and potassium contents (Kucukoner and Yurt, 2003). In terms of oil content, pistachios hold the last place (44.4%) among the nuts (Shi and Shahidi, 2010). It has been determined that people who frequently consume nuts have 19-29% less heart disease rate than people who consume very little with a risk of death less than 17% (Zhou et al. 2004). Studies have shown that hazelnut, almond, pistachio, and walnut consumption increases the daily lipid/lipoprotein profile (Griel and Kris-Etherton, 2006). Furthermore, there are studies underlining that pistachio consumption has curative qualities (Kalkanci et al. 2007), and protects against diseases as a function of its numerous biological activities (Surh, 2003).

### **Pistachio and fatty acids**

Tokusoglu, (2007), revealed that the presence of a high amount of arginine amino acid in the composition of pistachio protects the arterial dilating feature and vascular flexibility thereby promoting increasing the blood flow rate. Kepekci et al. (1991), reported that the antioxidant, flavonoids, vegetable protein and unsaturated fatty acids in the structure of pistachio regulate carbohydrate tolerance, increase postprandial blood sugar, and prevent diabetic complications. Since pistachio is a nutrient with a low glycemic index, it helps to maintain the feeling of satiety and lowers blood glucose concentrations after eating which reduces the risk of diabetes. Kendall et al. (2014), reported in their study that the glucose level was high after the consumption of foods rich in carbohydrates, whereas the glucose level was low in the carbohydrate foods taken after the consumption of pistachios. Although nuts contain a large amount of fat and are high-energy foods, it has been observed that fruit consumption does not contribute to weight gain or obesity (Bes-Rastrollo et al. 2007; Casas-Agustench et al. 2011). Studies have shown that people who consume pistachios frequently have lower weight while those who consume less have a lower body mass index (Cotton, 2004). Pistachios, with their high monounsaturated fatty acid contents, are an important source of unsaturated fatty acids that reduce the risk of coronary heart disease (Kris-Etherton, 1999). It has been stated that the consumption of pistachios significantly reduces oxidative stress by regulating total cholesterol and LDL levels in healthy individuals (Kocyigit et al. 2006; Kasliwal et al. 2015), found that individuals consuming pistachio regularly both improved glycemic and lipid parameters, and also caused improvements in atherosclerosis and endothelial function. In addition, it has been observed that the phytosterols found in pistachios prevent prostate cancer. Orhan et al. (2006), in their study on the pistachio plant, they determined that the resin of the plant has an inflammatory effect and painkiller properties, but they observed that these effects were absent in some parts of the plant. It has been reported that pistachio resin has an important role in the treatment of several diseases. Since pistachio has antioxidant properties, it protects cardiovascular health, prevents some types of cancer, and reduces bad cholesterol by eliminating the factors that cause cancer. Lutein and zeaxanthin, which are found in all nuts only in pistachios, are concentrated in the retina, which is thought to act as a blue light filter to protect tissues against phototoxic effects (Carpentier et al. 2009). Sarı et al. (2010), examined the effects of pistachio consumption on inflammation, lipid parameters, endothelial function, and oxidative status in their study, and stated that low-density lipoprotein of *Pistacia vera* L. reduced, triacyl glycerol, glucose, and total cholesterol. In addition, the consumption of pistachios which contain a rich vitamin and

---

mineral content is especially recommended for the healthy physical and mental development of children (Yahia, 2011). Pistachio contains a significant amount of Zn and Se minerals, which have antioxidant effects that play a role in the prevention of cardiovascular diseases and various types of cancer (Hercberg et al. 2010; Huang et al. 2006). Selenium, which is essential for human health, is effective in preventing cancer (Alberg and Samet, 2003). Lutein and zeaxanthin have been proposed as important factors in the pathophysiology of age-related macular degeneration (SanGiovanni et al. 2012). Pistachio is very rich in phenolic compounds; therefore, it has been reported that it has protective and inhibitory effects against diseases associated with high production of free radicals such as cancer and cardiovascular diseases (Hassellund et al. 2013). The essential oils of the fruit and leaves of Pistacia species also have antibacterial and antifungal properties (Tsokou et al. 2007).

## **Walnuts**

In ancient times, many plants were likened to human organs and used in the treatment of emerging diseases. Walnuts, which hold a significant place among fruits, have been used medicinally for the treatment of various diseases, including brain diseases, memory enhancement, emotional balance, mood regulation, and the improvement of certain skin disorders. Especially in Asian countries, walnuts are still consumed as food for the brain (Ergun and Sutyemez, 2008). It has been stated that the walnut kernel has stone-breaking and diuretic properties enabling kidneys to dislodge stones and is good for asthma, chronic cough and anemia, prevents vomiting during pregnancy, and is used as a fattener and sedative. In addition, the oil obtained from walnut is utilized in the treatment of colitis pain and menstrual irregularities, hair dryness, dandruff and head wounds. The fruit peel of walnut boiled in water is good for intestinal inflammation and fungal diseases. The green shell of the walnut relieves anemia, stomach inflammations, abscesses, eyelid inflammations, kills head and body lice and intestinal worms, and is also used in the treatment of acne and herpes. In addition, it is stated that walnut leaves are also utilized in reducing hand and foot sweating (Yigit et al. 2005). Stevens et al. (1995), reported that approximately 60% of the human brain consists of structural fats, and that the brain needs these fats, especially omega-3 fatty acids, in order for the brain to function in a healthy manner. Epidemiological studies have proven that there is a relationship between depression, attention deficit, hyperactivity and brain nerve dysfunction in children and the rate of omega-3 consumption (Stevens et al. 1996). In addition to reducing the risk of cardiovascular diseases, walnuts balance cholesterol and provide a healing effect. Walnut, which has an important place in human health, contains mostly monounsaturated fats and is rich in polyunsaturated fatty acids such as omega-3 and omega-6, which are an important part of our daily fat requirement. In this context, when walnuts are examined in terms of fatty acids, the linoleic acid content was determined to be the highest (50.24–60.60%), followed by oleic acid (20.70–28.33%) and linolenic acid (10.93–15.04%), respectively (Amaral et al. 2006). Cancer, one of the most dangerous diseases of our time, arises as a result of uncontrolled growth and proliferation of cells (Anonymous, 2022a). Reiter et al. (2005), stated that due to its antioxidant composition, walnuts have the properties of minimizing the risk of cancer, delaying or slowing the progression of resistant diseases such as Parkinson's and Alzheimer's, which damage the cardiovascular and nervous system. The hormone Melatonin is the hormone that



---

helps regulate the human biological clock rhythm and is effective in ensuring the sleep pattern of a person (Anonymous, 2022b). This hormone, which is necessary for the human body, is present in walnuts. The secretion of this hormone decreases with age, and this decrease not only causes sleep disorders but also increases the diseases related to free radicals, which are probably caused by antioxidant deficiency. Furthermore, the consumption of walnuts is believed to increase the melatonin level in human blood and eliminate sleep disorders (Reiter et al. 2005). In a study conducted on 80,000 women, it was observed that for a period of 120 years, women who consumed 30 g of walnut kernels per week had a 25% less risk of developing gallstones than those who did not. In the same study, the researchers reported that they could not explain the reason behind such phenomenon and that the data obtained was likely to stem from the oil profile of the walnut, phytosterols or the mineral magnesium (Tsai et al. 2004). The scientific community stated that they were surprised by the similarity between walnuts and the brain, and the relationship between the basic components in walnuts and the vitamins that the brain needs (Anonymous, 2022d). Scientists have stated that the relationship between walnuts and the physical structure of the brain, as well as the similarity of nutrients in walnuts and vitamins needed by the brain, is surprising (Anonymous, 2022c). Simsek (2015), stated that silver, an element present in the human brain can only be found in walnuts and that it is necessary for the healthy functioning of the human brain and positively affects the development of intelligence in children.

### **Walnuts and fatty acids**

A group of organic compounds which are contained in walnuts are important for a healthy life and have an oxidation inhibitory effect. These compounds, which are present in the composition of walnuts, are polyphenols of ellagitannins and are known as gallicin A, B and C. It has been determined that these important compounds have antioxidant effects, and they prevent the oxidation of LDL and eliminate its harmful effects. In other words, they prevent the occurrence of atherosclerosis (Fukuda et al. 2003). In a study, it was determined that walnut is a fruit rich in polyunsaturated fatty acids,  $\alpha$ -tocopherol and many other important tocopherols. Maguire et al. (2004), reported that walnuts are a healthy food source because they contain  $\beta$ -sitosterol and stigmasterol in their structure. Feldman (2003), found that a diet containing walnut oil reduced LDL cholesterol and carbon-reactive protein levels and this in turn indicates a decrease in vascular occlusion and heart diseases. The FDA (American Food and Drug Administration) recommended that people consume 30 g of walnuts daily to reduce heart diseases due to their unsaturated fat content (Tarantino, 2004). Tapsell et al. (2004), performed an experiment on two groups of patients and determined that the HDL cholesterol level increased compared to the total cholesterol in the patients who were given walnuts compared to the patients who were not given walnuts, and a 10% decrease was observed in LDL cholesterol. A field survey of three groups of people with different consumption patterns (Never, Sometimes, Often) of walnut oil was conducted to investigate the impact of walnut oil on the cholesterol levels of these groups. The result concluded that walnut or walnut oil consumption increased HDL cholesterol and lowered LDL cholesterol. Also, the study reported that there was no change in total cholesterol level of people with low walnut oil consumption (Sometimes) while the increments were registered in people with a frequent consumption pattern (Lavendrine et al.

---

1999). Munoz et al. (2001), determined that walnut diet reduces LDL cholesterol in individuals with high cholesterol. Elaine and Feldman (2002), stated that walnuts have a protective effect against coronary heart diseases. Ros et al. (2004) found in their experiment that walnut diets had a more pronounced effect on cholesterol, which lowered systolic and diastolic blood pressure compared to main diets. Since walnuts are rich in monounsaturated fats, a decrease in high cholesterol and other cardiovascular risk factors has been observed in humans when taken regularly and in sufficient amounts (Sawage et al. 1999). For example, omega-3 fatty acids present in the walnut composition prevent irregular heart rhythm, promote the production of blood groups with very little coagulation properties in the veins and increase the amount of high-density lipoprotein (HDL) cholesterol compared to the amount of low-density lipoprotein (LDL) cholesterol (Tapsell et al. 2004). Omega-3 fatty acids contribute to the reduction of swelling and redness, which are important signs of cholesterol at the stage of occlusion of the arteries (Morgan et al. 2002). In a study conducted on a group of people, it was stated that consuming 4 walnuts daily significantly increased the levels of omega-3, alpha-linoleic acid (ALA) and eicosapentaenoic acid (EPA) in the blood. In another study, it was found that consuming a few walnuts a day improved the protective omega-3 levels in the blood of adult people (Marangoni et al. 2007). Simsek (2015), stated that consuming an average of four walnuts per day is very beneficial for human health. As a result of their clinical research, (Almario et al. 2001). Anderson et al. (2001), emphasized that the fibres and unsaturated fatty acids in walnuts affect the regulation of plasma fats by lowering the concentration of cholesterol and triacylglycerol in the blood and that the protective effect of walnuts on heart health stem from the high amount of polyphenol and fatty acid profile in walnuts. Carrero et al. (2004), emphasized that the polyunsaturated fatty acids in the composition of walnuts have an anti-inflammatory and antihypertensive effect in preventing cardiovascular diseases and that they reduce the amount of fat in the blood, and prevent thrombosis and vascular occlusion. Also, they underlined the essentiality of Omega 3 and Omega 6 as fatty acids and that they must be taken with food because they are not produced by the body. Numerous studies have shown that many problems arise related to omega-3 fats. The foods we consume daily, except for walnuts and fish, cannot meet the need for omega-3 fats in general for our body. Researchers have reported that most of the population, even in the USA, is deficient in omega-3 fatty acids (Zhou et al. 2014). Recently, clinical and scientific studies have stated that the effect of walnuts on health is more than just a rumor. Studies indicate that walnuts may have much more potential than many of the positive effects mentioned above. Therefore, walnuts are perhaps the most important foods that should be added to the daily diet of people of all ages for a healthier lifestyle.

### **Almond**

Nowadays, the issue of living a healthy life and nutrition is gaining importance day by day. Consumers prefer value-added foods with high nutritional properties and physiological benefits. Scientific studies on both consumer expectations and the effect of nutrition on health, in particular the healing properties of some fruits and vegetables have highlighted functional products in this area. In addition to the protein, vitamin, and mineral substances in the almond composition, it is among the important fruits as it contains high levels of unsaturated fat

---

(Gradzie et al. 2001; Kafkas et al. 1995; Zacheo et al. 2000). Kodad et al. (2004), reported that almonds contain high amounts of monounsaturated fatty acids (oleic acid), low amounts of saturated fatty acids (palmitic and stearic acids), and polyunsaturated fatty acids (linoleic acid). Ahrens et al. (2005), emphasized that almonds are a rich source of nutrients and have a high nutritional value, as well as having great significance across the world due to their beneficial effects on human health. Kodad et al. (2004), stated that the main unsaturated fatty acids found in almonds are oleic and linoleic fatty acids and they have the property of lowering cholesterol in the blood. In addition, almonds contain high amounts of phenol and tocopherol (Kornsteiner et al. 2006). Since alpha and gamma tocopherols are powerful antioxidants, they can take part in conducting different tasks in human health. The only difference lies in their chemical structure. Alpha-tocopherol is found in higher amounts in the body. Recent studies have revealed that gamma-tocopherol has a protective effect against prostate and colon cancer (Jiang et al. 2006), while alpha-tocopherol significantly reduces the progression of the risk of developing bladder cancer. In the Middle East, sweet almond oil (*Prunus dulcis* L.) is widely cultivated as a dietary nutrient due to its rich composition. Almond oil is considered a good soothing oil by aromatherapists as it is very light, sweet, and aromatic. In addition, thanks to the components in its structure, it is also used in cosmetic products. However, due to the high amount of unsaturated fatty acids in its composition, it is prone to rapid oxidation. Almond oil is a rich source of alpha-tocopherol. Almond consumption is associated with the improvement of hypertension, hyperlipidemia, hyperglycemia, and obesity. In a twelve-week clinical trial conducted on 20 Chinese patients, almond consumption was ruled out to improve glycemic control and lower the risk of diabetes type 2 and cardiovascular disease. A total daily calorie intake of 20% was added to the control diet. Daily consumption of 60 g of almonds showed an increase in dietary intakes of fiber, magnesium, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, and vitamin E. The body fat of patients consuming almonds was determined to be lower as a result of bioelectrical internal resistance analysis. The almond diet increased the alpha-tocopherol level by 26.8% when compared to the control diet. In addition, almond intake reduced total cholesterol (6%;1.6-9.4%), low-density lipoprotein cholesterol (11.6%; 2.8-19.1) and the ratio of low-density lipoprotein cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol (9.7%; 0.3-20.9%) (Li et al. 2011).

### **Almond and fatty acids**

Recently, studies on the effect of almonds on lowering blood cholesterol and lowering the risk of heart disease have increased significantly. Due to its high content of fatty acids, dietary fiber, phenolic components, B group vitamins (B, B2, B6) and potassium, and low sodium content, almonds have been found to have a positive effect on the improvement of many ailments such as cholesterol, cardiovascular diseases, weight control, diabetes, anxiety and Alzheimer's. It has also been proven by numerous studies that it bears anti-inflammatory, antioxidant, anticarcinogenic, and prebiotic properties (Batool et al. 2016; Batool et al. 2018; Gorji et al. 2018; Hou et al. 2018; Martins et al. 2017; Tsai et al. 2004; Williams et al. 2019). Almond (*Prunus dulcis* L), a nutritious food has been extensively investigated in recent years on their potential health benefits, and its use has been associated with weight control as well as lowering the risk of chronic diseases such as coronary heart disease (CHD) and type 2 diabetes. Almonds

---

have gained popularity in the diet of mankind since ancient times as a snack. Although approximately 50% of the weight of almonds is fat, an increased intake of 7 g of almonds daily reduces the concentration of low-density lipoprotein (LDL) cholesterol by 1%, as specifically stated in the diets recommended by the National Cholesterol Education Program. The usual consumption of almonds does not lead to weight gain, and their inclusion in low-calorie diets results in greater weight loss than a similar carbohydrate-based low-calorie diet. Also, almonds have a low glycemic index and do not adversely affect insulin sensitivity. Almonds are a bioavailable source of tocopherols, and increasing their intake increases LDL's resistance to oxidation. In addition, the polyphenolic components of almonds have been recently characterized and found to have antioxidant effects (Chen et al. 2016). Almonds are rich in monounsaturated fat, fiber, minerals such as  $\alpha$ -tocopherol, magnesium and copper, and phytonutrients, although they are energy-dense. Appropriate fat composition and fiber contribute to the hypocholesterolemic benefit of almond consumption. Thanks to their unique nutritional composition, almonds provide benefits against other modifiable cardiovascular and diabetes risks such as body weight, glucose homeostasis, inflammation, and oxidative stress (Kamil et al. 2016). Almonds can help reduce high cholesterol and low-density lipoprotein (LDL) cholesterol levels, as well as increase the level of high-density lipoprotein (HDL) cholesterol. It has also been stated that almonds are beneficial for hyperglycemia (Demir and Yılmaz, 2014; Dong et al. 2010). Studies conducted on nuts in Australia, Canada, Israel, India, New Zealand, and the USA showed significant reductions in total cholesterol (7-25%) and LDL cholesterol (10-33%) (Ternus et al. 2009). In recent years, there have been many studies on the positive effects of almonds in the prevention or treatment of many diseases such as cardiovascular, diabetes, body weight, inflammation, and oxidative stress. Studies have shown that regular consumption of almonds and other nuts has a positive effect on the prevention of cardiovascular diseases. This positive effect of almonds is associated with its high content of dietary fiber, potassium, magnesium, tocopherols, phytosterol, polyphenolic components and unsaturated/saturated fat. Although almonds are known for their unique fatty acids, about 14% of their energy comes from protein, hence they are also a good source of protein. Since almonds have the highest dietary fiber content among the nuts, approximately 14% of the daily recommended dietary fiber amount can be met with a single serving of almonds. Since insoluble fibers reduce intestinal transit time and increase satiety, they can also have a positive effect on reducing the amount of low-density cholesterol (LDL). In addition, almonds contain phytosterols that prevent intestinal cholesterol absorption. In studies carried out, it has been determined that consumption of 100 grams of almonds per day reduces the rate of total cholesterol and low-density cholesterol (LDL), which is a risk factor for coronary heart disease (Gorji et al. 2018; Kalita et al. 2018; Kamil and Chen, 2012; Martins et al. 2017; Richardson et al. 2009; Williams et al., 2019). In recent years, studies have focused on the importance of almonds in glycemic control, reducing insulin sensitivity and diabetes risk factors. It has been reported that especially the dietary fiber, magnesium, vitamins, minerals and antioxidants in the composition of almonds cause a lower glycemic index and prevent the development of Type 2 diabetes (Chen et al. 2017; Hou et al. 2018). Almond DNA has a high content of  $\alpha$ -tocopherol and polyphenols, which have strong antioxidant effects that protect lipids and proteins from oxidation. Almond antioxidants with different properties work either as regulators of radical scavenging or endogenous antioxidant systems, or with both influences, an antioxidant defense

---

capacity. Almond antioxidants with different properties work synergistically, either by scavenging radicals or regulating endogenous antioxidant systems, or by increasing antioxidant defense capacity with both effects. Due to the effect of almond components on glucose, the formation of glucose-based radicals thus oxidative damage can be reduced. Polyphenols such as flavonoids in the composition of almonds and flavonols and flavonolglycosides in the thin peel can contribute to the increase of antioxidant defense by modulating endogenous antioxidant systems or acting as antioxidants (Kendall et al. 2010; Martins et al. 2017). It is known that mono and polyunsaturated fatty acids in the composition of almonds prevent the formation of gallstones. Dietary fiber, magnesium, phytochemicals, and antioxidant vitamins may also support gallbladder health. For example, dietary fiber reduces the recirculation of bile acids in the intestine, while phytosterols reduce dietary cholesterol absorption (Tsai et al. 2004). Almonds have been reported to be effective in the treatment of dry throat, viral infections, peptic ulcers, help relieve urinary retention, show aphrodisiac properties, and give positive results in the improvement of urticaria and skin lesions. In addition, almonds constitute an important food group in the diet of celiac patients because they do not contain gluten (Gopumadhavan et al. 2003; Khalid et al. 2017).

### **Hazelnut**

One of the main goals in the development of healthy living habits is the acquisition of healthy eating habits. Improvement of individual diet and health practices along with increasing the efficiency of health services reduces the contraction of preventable diseases, disabilities, and premature deaths (Baysal, 1999). Hazelnut, thanks to its oil and unsaturated fatty acids, protein, carbohydrates, vitamins, minerals, dietary fiber contents, is an oilseed that can be included in meat group foods, which are very important for human nutrition and health. Almonds do not contain cholesterol and possess antioxidant properties. It contains vitamin E, which has antioxidant properties and is included in the food group that reduces the risk of cancer (Anonymous, 2023a; Baysal and Criss, 2004). In addition to providing energy in the organism, fats have important functions such as maintaining body temperature, protection against external factors and transporting fat-soluble vitamins. Furthermore, there are fatty acids in the composition of oils, which have various functions and benefits in the organism (Baysal, 1999). In studies on the composition of hazelnut oil, it has been determined that it resembles olive oil in composition and that there is the highest amount of oleic fatty acids in all varieties, followed by linoleic, palmitic, stearic, and linolenic fatty acids, respectively (Ozdemir et al. 2001; Simsek and Aslantas, 1999). The high level of oleic acid provides oil resistance (Yalcin and Unal, 2002). Nutrients in hazelnuts are of great importance in terms of nutrition. 100 g of hazelnut gives 634 calories of energy. 2.8-7.9% of the dry matter in hazelnut is total sugar. Sucrose constitutes 90% of the total sugar. Glucose and fructose have a share of 1%. Starch constitutes 1-3.6% of the dry matter. Nuts are rich in nutrients and contain high levels of protein, fat, vitamins, and minerals. Hazelnuts contain incredible health benefits that support brain health, weight loss, healthy muscles, bone health, and nervous system and prevent cancer, and neural damage. Malic acid is the most organic acid in hazelnuts. Cellulosic compounds and pectin constitute 1-3% of hazelnuts. The protein content of hazelnut kernels varies between 10-24%. 100 g hazelnut kernels provide 22% of a person's daily protein needs. Due to the high content

---

of unsaturated fatty acids in hazelnuts, it has a positive effect on the cardiovascular system and prevents the rise of cholesterol in the blood and has a protective effect against cardiovascular diseases. The majority of fatty acids are oleic and linoleic acids. Oleic acid reduces the level of cholesterol in the blood, and linoleic acid has an inhibitory effect on vasoconstrictions. Hazelnut is the second-best source of vitamin B1, B6 and natural antioxidant vitamin E after other vegetable oils. With the consumption of 100 g hazelnuts, 33% of the daily need for vitamin B1, 35% of vitamin B6 and 24% of vitamin E can be met. In addition, hazelnut is a type of fruit rich in amino acids. For a balanced and healthy diet, daily consumption of 100 g of hazelnut is very useful (Anonymous, 2023b). In addition to being a great source of fiber, they contain large amounts of monounsaturated fatty acids that help reduce LDL cholesterol (good cholesterol) and increase HDL cholesterol (bad cholesterol). Magnesium, phosphorus, and potassium are minerals associated with diabetes prevention. Hazelnuts provide a good combination of these minerals, which is beneficial for anyone suffering from diabetes. It supports good cholesterol and reduces bad cholesterol. Nuts, along with walnuts, are considered nutrients for the brain. They contain beneficial fats, proteins and amino acids that aid cell regeneration and support healthy brain functions. The combination of vitamin E, vitamin K, thiamine and selenium found in hazelnuts tremendously improves the brain. It may also be useful in preventing diseases such as Alzheimer's because it improves memory and brain activity. Hazelnuts are a delicious source of antioxidants; they contain vitamin E, which has effective properties in reducing the risk of lung, breast and prostate cancer. The array of antioxidants that hazelnuts have is very helpful in fighting oxidative stress, which is largely responsible for cancer formation. Nuts are rich in thiamine and selenium. Antioxidants such as lutein and zeaxanthin can aid in the establishment of strong immunity and fight cancer symptoms. Loss of bone density can lead to serious inflammatory diseases such as arthritis and joint pain. Hazelnuts are high in calcium, potassium, magnesium, and phosphorus, which are essential minerals that keep bone density intact as people age. Manganese helps build stronger bones and prevents the onset of osteoporosis in women. There are networks of nerves running through the body. It helps produce myelin to keep the system healthy enough. Myelin is the sheath of these nerves. This is necessary to ensure that electrical signals are transmitted throughout the body and brain. Hazelnuts not only promote internal health, but also help maintain the healthy appearance of the skin. There are many vitamins and minerals in hazelnuts that support heart health. Hazelnut is a rich source of vitamin E and vitamin C. These vitamins are considered the cornerstones of skin care and their combination with fatty acids makes them the most beneficial food for healthy and glowing skin.

### **Hazelnut and fatty acids**

In recent studies, it has been shown that regular consumption of hazelnuts as part of a healthy diet reduces the risk of CHD development in healthy individuals, as well as decreasing heart attack (acute myocardial infarction) and cardiac deaths due to CHD (Albert et al. 2002; Ellsworth et al. 2001). Studies have shown that oleic acid prevents the rise of cholesterol in the blood, lowers cholesterol by 26.2%, regulates blood sugar, has a protective effect against cardiovascular diseases, and increases apoprotein A-1 which has a protective effect against heart diseases, by 28%, and decreases the formation of risky apoprotein by %7.5 (Anonymous,

---

2023c; Parcerisa et al. 1998). Linoleic acid prevents the precipitation of platelets in the blood and narrowing of the vessels. Even this feature alone reveals that linolenic fatty acid should be given importance in daily diets in terms of healthy nutrition. It is known that the linoleic and linolenic fatty acids in hazelnut oil have an effect on lowering blood lipid and triglyceride levels, thus blood pressure, and can synthesize prostaglandins, which have functions of reversing cardiovascular diseases. In some trials, a diet rich in linoleic acid were applied to diabetic patients who did not need insulin and those who followed a diet with high levels of fat, and it was observed that triglyceride, cholesterol and insulin levels in the blood decreased after 10 days (Parcerisa et al. 1998; Yalcin and Unal, 2002). Antioxidant and phytochemical substances in hazelnut and hazelnut oil have an inhibitory effect on the development of many chronic diseases such as diabetes (cancer, atherosclerotic heart diseases, cataracts, etc) (Anonymous, 2023b; Anonymous, 2023c), by preventing cell destruction by free radicals and increasing body resistance (Baysal et al., 2002). In a study by Alphan et al. (1996), at the end of two diets containing the same amount of fiber, it was found that while the fasting insulin level increased by 21% in the hazelnut-containing diet, there was no change in the postprandial insulin and there was a significant decrease in Hb A<sub>1</sub>C levels (Elmacioglu et al. 2000). Another important feature of hazelnut oil is that it does not contain cholesterol, which is known to play a role in the emergence of cardiovascular diseases. In addition, b-sterol, one of the sterols found in hazelnuts, has the feature of preventing cholesterol synthesis and reducing its absorption in the intestine by absorbing cholesterol (Simsek and Aslantas, 1999). As a result of studies on public health in the USA, it has been observed that coronary heart diseases were reduced by 50% in people who consume nuts 4 times a day. In another study on the subject, it was determined that the blood sugar and blood pressure levels in diabetics who were on a hazelnut diet decreased due to the oleic acid which is present in hazelnuts and that the triglyceride and LDL cholesterol levels in the blood decreased while HDL cholesterol increased thereby decreasing total cholesterol levels (Simsek and Aslantas, 1999). The fatty acid composition of hazelnut oil contains up to 82% oleic acid. Oleic acid increases the rate of high-density lipoprotein (HDL) in human blood and reduces blood cholesterol, thus reducing the risk of cardiovascular diseases. It has been determined that people who eat hazelnuts at least once a day have decreased the possibility of contracting cardiovascular diseases by 50% compared to those who never eat hazelnuts (Yucesan et al. 2003). The composition of hazelnut oil is similar to that of olive oil. Studies have shown that hazelnut contains the most oleic fatty acids (80%), followed by linoleic, palmitic, stearic, and linolenic fatty acids, respectively (Amaral et al. 2003; Alasalvar et al. 2010). It was stated that the high amount of oleic acid provides resistance to fat and reduces cholesterol levels in diets. Recent scientific research has shown that oleic acid prevents the rise of cholesterol in the blood, regulates blood sugar, and has a protective effect against cardiovascular diseases (Bail et al. 2009). Oleic acid (C18:1), which is found in unsaturated fatty acids, has a cholesterol-lowering effect and is suitable for nutrition, as it is easily digested and easily broken down in the body. Besides, it has been scientifically proven to have many benefits for cardiovascular health. When compared with several almond varieties, the hazelnut oils were determined to have a low level of SFA (7.46-9.59%), intermediate level of PUFA (3.92-13.86%), and high level of MUFA (78.10-87.26%) (Mensink et al. 1993; Hu et al.1997). In various studies on the fatty acid composition of hazelnut, palmitic acid was found to be 4.9-8.3% and stearic acid was determined to be between 1.3-3.8%. In addition, the same

---

study revealed that Negreta had the highest oil content at 69.03 g/100 g, while M. Bollwiller had the lowest oil content at 59.25 g/ 100 g (Parcerisa et al. 1995). Nuts are a rich source of phytosterols. Phytosterols, which are found in free form in nature, are found in an esterified form with phenolic acids or glycosides (Quilez et al. 2003). Sterols both reduce blood cholesterol and have the ability to change the anticancer and immune systems. Awad et al. (2001) and Plat and Mersink (2001), found in their study that hazelnuts taken as part of a diet increased the levels of HDL cholesterol and triglycerides while reducing the total cholesterol and LDL-cholesterol levels in the blood. HDL/LDL is an important criterion for atherosclerosis. Therefore, it has been observed that it increases significantly in people who consume hazelnuts.

## **Conclusion**

Research over the last 30 years has revealed that there is a relationship between people's eating habits, diseases, and healthy living. While investigating the relationships between nutrition and some well-known diseases, the most questioned food component/food item was fats. It has been demonstrated by scientific studies that pistachios play an important role in the healthy diet of individuals and in reducing the risk of nutrition-related diseases, thanks to the fiber, unsaturated fat, phenolic compounds, vitamins, and minerals in their content. Numerous studies have reported pistachio has positive effects on various chronic diseases such as diabetes, hypertension, and especially cardiovascular diseases. Regular consumption of pistachios helps protect human health and provide the daily recommended nutritional requirement. Pistachio, which has functional properties, is recommended to be consumed especially in certain foods to enhance flavor and improve visual presentation, as well as maintaining a healthy life. Walnuts have a high nutritional value and is defined as a functional food because their fruit, shell and leaves are used as a support for medical treatments. Essential fatty acids, which contribute greatly to the healthy functioning and development of the human brain, are abundant in walnuts. For a more balanced and healthy diet, walnut consumption should be given importance. In this regard, necessary awareness should be created about the fact that walnut fruit contains high levels of fatty acids and their benefits. Research on the benefits of omega-3 fatty acids, which are high in walnuts, on human health continues in different areas such as cancer, depression, Alzheimer's, and diabetes. Today, studies revealing the positive correlation between nutrition and health draw attention to the fact that the consumption of functional components in the daily diet can prevent diseases and improve the quality of life. Almonds, a nut which is among the functional foods, are recommended to be consumed in a certain amount every day as it has a positive effect on the prevention of the development of many acute and chronic diseases and in the treatment of some of them. Almonds, a fruit that can be grown in the geographical conditions of our country, are considered an agricultural product whose production should be increased due to its valuable nutritional and functional properties. Hence, it is important to give more importance to almond cultivation and production both in closed plantations and in field conditions and to encourage producers in this regard. Turkey has an important position in hazelnut production and export. In addition to its economic importance, the fat, protein, vitamin, and mineral substances are very important in terms of human nutrition and health. Therefore, it can be suggested that hazelnuts be taken directly every day for a balanced and healthy diet, or projects can be developed to increase hazelnut consumption by adding them to the compositions



---

of various foods to be processed. For instance, the development of products enriched with natural foods that contain high nutritional value, which are popular today, can contribute to both increasing the amount of consumption and making the nutrient content of the developed products richer and healthier by including hazelnuts within the scope of the projects.

Nuts such as almonds, walnuts, hazelnuts, and pistachios are very important foods for human nutrition and health due to the fat and unsaturated fatty acids, protein, carbohydrates, vitamins, minerals, dietary fiber, and plant sterols they contain. Nuts contain vitamin E, which has antioxidant properties, and they influence lowering cholesterol and lipoprotein levels with their monounsaturated fatty acids and non-lipid components. Antioxidants and phytochemicals found in nuts have an inhibitory effect on the development of many chronic diseases such as diabetes by preventing the damage of free radicals to cells and increasing body resistance, and they are also in the group of nutrients that reduce the risk of cancer (Ozer and Guven, 2008). Nuts are extremely rich in terms of energy values and nutritional content. It is important to consume nuts in daily recommended amounts in order to maintain nutritional diversity and health. As it can be understood from the studies on the effects of fatty acids in nuts on human nutrition and health, it is thought that it would be appropriate to consume at least 1-2 times a week since it is an excellent food source due to the amino acids, fatty acids and healing effects in some diseases of our age.

### **Conflict of interest**

Authors have declared no conflict of interest.

### **Authors contributions**

The authors contributed equally.

### **References**

Adal E, Oksuzler F. T, Eren, S. Effect of Roasting on Oxidative Stability of Pistachio Nut.

Alphan E, Pala M, AÃ S Kurt F, Yilmaz T (1996). Nutritional composition of hazelnuts and its effects on glucose and lipid metabolism. In IV International Symposium on Hazelnut 445 (pp. 305-310).

Ahrens S, Venkatachalam M, Mistry AM, Lapsley K, Sahte SK (2005). Almond (*Prunus dulcis* L.) protein quality. *Plant Foods for Human Nutrition* 60:123-128.

Alasalvar C, Pelvan E, Topal, B, (2010). Effects of roasting on oil and fatty acid composition of Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.). *Int J Food Sci Nutr* 61: 630-642.

Alberg A.J, Samet J.M (2003). Epidemiology of lung cancer. *Chest Journal* 123: 21-49.

Albert C.M, Gaziano, M., Willett, W.C., Manson, J.E. (2002). Nut consumption and decreased risk of sudden cardiac death in physicians health study. *Arc Intern Med*; 162:1382–87.

---

Almario RU, Vonghavaravat V, Wong R, Karakas S (2001). Effect of walnut consumption on plasma fatty acids and lipoproteins in combined hyperlipidemia. *American Journal of Clinical Nutrition*. 74: 72-79

Amaral JS, Casal S, Pereira JA, Seabra RM, Oliveira BPP (2003). Determination of sterol and fatty acid compositions, oxidative stability, and nutritional value of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars grown in Portugal. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (26): 7698-7702.

Amaral J.S, Casal S, Citova I, Santos A, Seabra R.M, Oliveira B.P.P (2006). Characterization of several hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars based in chemical, fatty acid and sterol composition. *Eur Food Res Technol* 222: 274-280.

Anderson KJ, Teuber SS, Gobeille A, Cremin P, Waterhouse AL, Steinberg FM (2001). Walnut polyphenolics inhibit in vitro human plasma and LDL oxidation. *The Am. J. Nutr.* 131: 2837-2842.

Anonymous (2023a). Hazelnuts and health. (In Turkiye) [accessed 20.05.2023] (<http://www.findik.com>).

Anonymous (2023b). Benefits of hazelnuts to human health. (In Turkiye) [accessed 20.05.2023] (<http://www.durakfindik.com.tr>).

Anonymous (2023c). Benefits of hazelnuts to human health. (In Turkiye) [accessed 20.05.2023] (<https://pazar.itgo.com/findik>)

Anonymous (2022a). Cancer (In Turkiye) [accessed 20.12.2022] <https://tr.wikipedia.org/wiki/Kanser>

Anonymous (2022b). Foods containing melatonin. (In Turkiye) [accessed 20.12.2022] <http://www.1organik.com/melatonin-icereniyecekler.html>

Anonymous (2022c). Brain-friendly walnuts. (In Turkiye) [accessed 20.12.2022] <http://www.gidahareketi.org/beyin-dostu-gida-ceviz-624-yazisi.aspx>

Anonymous (2022d). Walnut. (In Turkiye) [accessed 20.12.2022] [http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=food\\_spice&dbid=99](http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=food_spice&dbid=99).

Awad A.B, Williams H, Fink C.S (2001). Phytosterols Reduce in vitro Metastatic Ability of MDA-MB-231 Human Breast Cancer Cells. *Nutrition and Cancer*, 40: 57-164.

Balta F, Dogan A, Javidipour I, Kazankaya A (2010). Distribution of Fatty Acids in A Seedling Almond Population and Their Mutual Relationships. *Asian Journal of Chemistry*, 22(1), 512.

Bail S, Stuebiger G, Unterweger H, Buchbauer G, Krist S (2009). Characterization of volatile compounds and triacylglycerol profiles of nut oils using SPME-GC-MS and MALDI-TOF-MS. *Eur J Lipid Sci Tech* 111: 170-182.

---

Batool Z, Sadir S, Liaquat L, Tabassum S, Madiha S, Rafiq S, Tariq S, Batool T.S, Saleem S, Naqvi F, Perveen T. Haider S (2016). Repeated administration of almonds increases brain acetylcholine levels and enhances memory function in healthy rats while attenuates memory deficits in animal model of amnesia. *Brain Res. Bull.*, 120: 63–74.

Batool Z, Tabassum S, Siddiqui R.A. Haider S (2018). Dietary Supplementation of Almond Prevents Oxidative Stress by Advocating Antioxidants and Attenuates Impaired Aversive Memory in Male Rats. *Plant Foods Hum Nutr.*, 73(1):7-12.

Baydar H (2000). Oil synthesis and quality in plants and the importance of breeding in improving quality. (In *Turkiye*) *Ekin Journal*, 11: 50-57.

Baysal A, (1999). *Nutrition*. (In *Turkiye*). Hatipoglu Printing and Publishing. 8th Edition. pp.496.

Baysal A, Aksoy M, Besler H, T, Bozkurt N, Kececioglu S, Mercanligil S. M, Yıldız E (2002). *Diet handbook*. (In *Turkiye*). Ankara: Hatipoglu Printing, 225-53.

Baysal, A. (2004). Criss W. *Kanseri tanıyalım, symptoms, causes, prevention and treatment ways*. Hatipoglu Publications/134, Ankara.

Bes-Rastrollo M, Sabatè J, Gómez-Gracia E, Alonso A, Martínez J.A. Martínez-González M.A (2007). Nut consumption and weight gain in a Mediterranean cohort: the SUN study. *Obesity (Silver Spring)* 15(1): 107–116.

Carpentier S, Knaus M, Suh M (2009). Associations between lutein, zeaxanthin, and age-related macular degeneration: an overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 49: 313–326

Carrero JJ Baro L, Fonolla J, Gonzalez-Santiago M, Martinez-Ferez A, Castillo R, Jimenez J, Boza JJ (2004). Cardiovascular effects of milk enriched with omega-3 polyunsaturated fatty acids, oleic acid, folic acid, and vitamins E and B6 in volunteers with mild hyperlipidemia. *Nutrition*. 2004;20: 521-527

Casas-Agustench, P, Bulló M, Ros E, Basora J, Salas-Salvadó J, Nureta- Predimed investigators (2011). Cross-sectional association of nut intake with adiposity in a Mediterranean population. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases* 21: 518–525.

Chen C.M, Liu J.F, Li S.C, Huang C.L, Hsirh A.T, Weng S.F, Chang M.L, Li H.T, Mohn E. Chen O (2017). Almonds ameliorate glycemic control in Chinese patients with better controlled type 2 diabetes: a randomized, crossover, controlled feeding trial. *Nutrition & Metabolism*, 14(51):1-12

Chen C. Y, Lapsley K, Blumberg J (2006). A nutrition and health perspective on almonds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(14), 2245-2250. Connor WE. 2000. The importance of n-3 fatty acids in health and disease. *Am J Clin Nutr*, 71 (1): 171 - 175.

---

Cotton, P.A, Subar A.F, Friday J.E, Cook A (2004). Dietary sources of nutrients among US adults, 1994 to 1996. *Journal of the American Dietetic Association* 104(6): 921–930.

Celik F, Balta M. F (2011). Kernel fatty acid composition of Turkish almond (*Prunus dulcis*) genotypes: a regional comparison. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9(1), 171-174.

Del Castillo M.D, Iriondo-DeHond A. Martirosyan D.M (2018). Are functional foods essential for sustainable health? *Annals of Nutrition & Food Science*, 2(1): 1015.

Demir E, Yılmaz O. (2014), *Marmara Pharm J.* 18 (1), 13-21.

Dong Q, Banaich M. S. O'Brien P. J (2010). *Chem Biol Interact*, 185 (2), 101-9

Erkan N, Ozden O (2007). The changes of fatty acid and amino acid compositions in sea bream (*Sparus aurata*) during irradiation process. (In Turkiye) *Radiation Physics and Chemistry* 76, 1636–1641.

Feldman E. B (2002). The scientific evidence for a beneficial health relationship between walnuts and coronary heart disease. *The Journal of nutrition*, 132(5), 1062S-1101S.

Ellsworth J.L, Kushi L.H, Folsom A.R (2001). Frequent nut intake and risk of death from coronary heart disease and all causes in postmenopausal women: the low a women's health study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 11(6):362–71.

Elmacıoglu F, Garibanoglu M, Baysal A (2000). Vegetable oils and our health. (In Turkiye). *Gıda* 2000.

Ergun M, Sutyemez M (2008). Walnut for a healthy lifestyle. (In Turkiye) *KSU Journal of Science and Engineering*, 11(1): 138-142.

Eris, A., and R. Yanmaı, 1979. "The Importance of Vegetables in Health and Nutrition". (In Turkiye) *Foods* 4 (1): 25-40

Erkut A, (1969). "The importance of fresh fruits and vegetables in human nutrition and nutritional values". *T.B.T.A.K. Food Symposium.* 55-64

Fukuda T, Ito H, Yoshida T (2003). Antioxidative polyphenols from walnuts (*Juglans regia* L.). *Phytochemistry*, 63(7), 795-801.

Gopumadhavan S, Mohamed R, Venkataranganna M. V, Kulkarni K. S, Mitra S. K (2003). Assessment of 'Tentex royal' for sexual activity in an experimental model. *Indian J Clin Pract*, 13(10), 23-26.

Gorji N, Moeini R, Memariani Z (2018). Almond, hazelnut and walnut, three nuts for neuroprotection in Alzheimer's disease: A neuropharmacological review of their bioactive constituents. *Pharmacological Research*, 129, 115-127.

Gradziel T. M, Martinez-Gomez P, Dicenta F, Kester D. E (2001). The utilization of related *Prunus* species for almond variety improvement. *J. Am. Pomol. Soc.* 55(2), 100-108.

---

Griel A. E, Kris-Etherton P. M. (2006). Tree nuts and the lipid profile: a review of clinical studies. *British Journal of Nutrition*, 96(S2), S68-S78.

Hassellund S. S, Flaa A, Kjeldsen S. E, Seljeflot I, Karlsen A, Erlund I, Rostrup M (2013). Effects of anthocyanins on cardiovascular risk factors and inflammation in pre-hypertensive men: a double-blind randomized placebo-controlled crossover study. *Journal of human hypertension*, 27(2), 100-106.

Hercberg S, Kesse-Guyot E, Druesne-Pecollo N, Touvier M, Favier A, Latino-Martel P, Briancon S, Galan P (2010). Incidence of cancers, ischemic cardiovascular diseases and mortality during 5-year follow-up after stopping antioxidant vitamins and minerals supplements: a postintervention follow-up in the SU.VI.MAX Study. *International Journal of Cancer* 127: 1875–1881.

Hou Y. Y, Ojo O, Wang L. L, Wang Q, Jiang Q, Shao X. Y, Wang X. H. (2018). A randomized controlled trial to compare the effect of peanuts and almonds on the cardio-metabolic and inflammatory parameters in patients with type 2 diabetes mellitus. *Nutrients*, 10(11), 1565.

Hu F. B, Stampfer M. J, Manson J. E, Rimm E, Colditz G. A, Rosner B. A, Willett W. C (1997). Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women. *New England journal of medicine*, 337(21), 1491-1499.

Huang H. Y, Caballero B, Chang S, Alberg A. J, Semba R. D, Schneyer C. R, Bass E. B (2006). The efficacy and safety of multivitamin and mineral supplement use to prevent cancer and chronic disease in adults: a systematic review for a National Institutes of Health state-of-the-science conference. *Annals of internal medicine*, 145(5), 372-385.

Jambazian P.R, Haddad E, Rajaram S, Tanzman J, Sabate J (2005). Almonds in the diet simultaneously improve plasma -tokaferol concentrations and reduce plasma lipids. *Journal of The American Dietetic Association*. 105:449-454.

Jiang R, Jacobs Jr DR, Mayer-Davis E, Szklo M, Herrington D, Jenny NS (2006). Nut and seed consumption and inflammatory markers in the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Am J Epidemiol* 163:222–231

Kafkas S, Agar I. T, Kaska N, Tatar Y (1995). Studies on lipid characterization of some local and foreign origin almond (*Amygdalus communis* L.) cultivars adapted in Pozantı-Kamışlı valley and Sanlıurfa-Koruklu. *Second Horticulture Congress of Türkiye*, 1, 398-402.

Kalita S, Khandelwal S, Madan J, Pandya H, Sesikeran B. Krishnaswamy K (2018). Almonds and cardiovascular health: A Review. *Nutrients*, 10(468):1-10.

Kalkanci N, Yaman A, Bagci C, Tarakcioglu M, Davutoglu V, Aksoy M, (2007). Effects of pistachio on blood cholesterol level. *Directorate of Pistachio Research Institute. Publication no: 33.*

Kamil A, Chen C. Y. O (2012). Health benefits of almonds beyond cholesterol reduction. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60(27), 6694-6702.

- 
- Karaosmanoglu H, Ustun, N. S (2021). Fatty acids, tocopherol and phenolic contents of organic and conventional grown hazelnuts. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 23(1), 167-177.
- Kasliwal R, Bansal M, Mehrotra R, Yeptho K.P (2015). Effect of pistachio nut consumption on endothelial function and arterial stiffness. *Nutrition* 31: 678–685.
- Kayahan M, (2003). *Fat Chemistry*. (In Turkiye). ODTU Publishing.
- Kendall C.W.C, Josse A.R, Esfahani A. Jenkins D.J.A (2010). Nuts, metabolic syndrome and diabetes. *British Journal of Nutrition*, 104(4): 465–473.
- Kendall C.W.C, West S.G, Augustin L.S, Esfahani A, Vidgen E, Bashyam B, Sauder K.A, Cambell J, Chiavaroli L, Jenkins A.L, Jenkins D.J (2014). Acute effects of pistachio consumption on glucose and insulin, satiety hormones and endothelial function in the metabolic syndrome. *European Journal of Clinical Nutrition* 68(3): 370–375.
- Kepekci Y, Boga C, Yılmaz, M (1991). Investigation of blood glucose response to pistachios with glycemic index in diabetes mellitus. (In Turkiye). *Journal of Nutrition and Diet* 20: 221-34.
- Khalid A.M, Hussain M. K (2017). Badam (*Prunus amygdalus* Bail.): A Fruit with Medicinal Properties. *International Journal of Herbal Medicine*, 5(5): 114-117.
- Kocyigit A, Koçlu A.A, Keles H (2006). Effects of pistachio nuts consumption on plasma lipid profile and oxidative status in healthy volunteers. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases* 16: 202–209.
- Kodad O, Gracia Gomez M. S, Socias i Company R (2003). Fatty acid composition as evaluation criterion for kernel quality in almond breeding. In XI Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics 663 (pp. 301-304).
- Kolanowski W, Laufenberg G (2006). Enrichment of food products with polyunsaturated fatty acids by fish oil addition. *European Food Research and Technology*, 222, 472-477.
- Kornsteiner M, Wagner KH, Elmadfa I (2006). Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. *Food chemistry*, 98(2): 381-387.
- Koroglu M, Koksall A.İ (1998). The Effects of Different Pollinator Species on Oil Content and Fatty Acid Changes in Some Pistachio (*Pistacia vera* L.) Varieties Grown in Turkiye. (In Turkiye). *Journal of Agricultural Sciences*, 4(3): 24-29.
- Kris-Etherton P.M (1999). Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease. *Circulation* 100: 1253–1258.
- Kucukoner E, Yurt B (2003). Some chemical characteristics of *Pistacia vera* varieties produced in Turkey. *European Food Research and Technology* 217: 308–310.
- Kumeli, (2006). *Fats*. (In Turkiye). (Access address: [www.taylankumeli.com](http://www.taylankumeli.com))

---

Lauritzen L, Hansen H. S, Jorgensen M. H, Michaelsen K. F (2001). The essentially of long chain n-3 fatty acids in relation to development and function and brain and retina. *Progress in Lipid Research*, 40, 1–94

Lavendrine F, D. Zmirou A. revel F. Maldueci J. Alary (1999). Blood cholesterol and Walnut Consumption. A Croos-sectional Survay in France. *Preventive Medicine* 28, 333-339.

Li S-C, Liu Y-H, Liu J-F, Chang W-H, Chen C-M, Chen C-YO (2011). Almond consumption improved glycemic control and lipid profiles in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism*; 60: 474–479.

Maguire L. S, O'sullivan S. M, Galvin K, O'connor T. P, O'brien N. M (2004). Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut. *International journal of food sciences and nutrition*, 55(3), 171-178.

Marangoni F, Colombo C, Martiello A, Poli A, Paoletti R, Galli C (2007). Levels of the n-3 fatty acid eicosapentaenoic acid in addition to those of alpha linolenic acid are significantly raised in blood lipids by the intake of four walnuts a day in humans. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 17(6): 457-461.

Martins I. M, Chen Q, Chen C.Y.O (2017). Emerging Functional Foods Derived from Almonds. In: *Wild Plants, Mushrooms and Nuts: Functional Food Properties and Applications*, First Edition. Ed: Ferreira, I.C.F.R., Morales, P., Barros, L. John Wiley & Sons, Ltd., pp 445-469.

Martirosyan D.M. Pisarski K (2017). Bioactive Compounds: Their Role in Functional Food and Human Health, Classifications, and Definitions. In: *Functional Foods and Cancer: Bioactive Compounds and Cancer* Ed: Martirosyan, D.M., Zhou, J.R., eds.. Food Science Publisher. USA. pp 238-77.

Mensink R. P, Katan M. B (1993). Trans monounsaturated fatty acids in nutrition and their impact on serum lipoprotein levels in man. *Progress in Lipid Research*, 32(1), 111-22. [https://doi.org/10.1016/0163-7827\(93\)90007-J](https://doi.org/10.1016/0163-7827(93)90007-J)

Michael M. I, Pizzorna I. Pizzorna L (2006). *The condensed encyclopedia of healing foods*. Atria Books, New York.

Mol S (2008) Consumption of fish oil and its effects on human health. *Journal of Fisheries Sciences. Com.* 2(4): 601-607.

Morgan JM, Horton K, Reese D, Carey C, Walker K, Capuzzi DM (2002). Effects of walnut consumption as part of a lowfat, low-cholesterol diet on serum cardiovascular risk factors. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 72 (5): 341-347.

Muñoz S, Merlos M, Zambón D, Rodríguez C, Sabaté J, Ros E, Laguna, J. C (2001). Walnut-enriched diet increases the association of LDL from hypercholesterolemic men with human HepG2 cells. *Journal of lipid research*, 42(12), 2069-2076.

---

Muradoglu F, Oguz H. I, Yildiz K, Yilmaz H (2010). Some chemical composition of walnut (*Juglans regia* L.) selections from Eastern Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 5(17), 2379-2385.

Nas S, Gokalp Y.H, Unsal M (2001). *Vegetable Oil Technology*. (In Turkiye). Pamukkale University Faculty of Architecture Printing House, 322.

Orhan I, Kupeli E, Aslan M, Kartal M, Yesilada E (2006). Bioassay-guided evaluation of anti-inflammatory and antinociceptive activities of pistachio, (*Pistacia vera* L.). *Journal of Ethnopharmacology* 105 (1-2): 235–240.

Ozdemir M, Ackurt F, Kaplan M, Yıldız M, Loker M, Gurcan T, Bringen G, Okay A, Seyhan F.G (2001). Evaluation of new Turkish hybrid hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties: fatty acid composition, a-tocopherol content, mineral composition and stability. *Food Chemistry*, 73(411–415)1.

Ozdemir N, Denkbaz E. B (2003). Life-giving fats: Omega fats. (In Turkiye). *Science and Technical Journal*, 78-80

Ozer, E. A. and Guven, A. 2008. Health effects of fruits with hard shells. *Turkiye 10th Food Congress*, pp. 325-326, Erzurum.

Parcerisa J, Boatella J, Codony R, Rafecas M, Castellote A.I, Garcia J, Lopez A, Romero A (1995). Comparison of fatty acid and triacylglycerol compositions of different hazelnut varieties (*Corylus avellane* L.) cultivated in Catalonia (Spain). *J. Agric. Food Chem.*, 43, 13-6.

Parcerisa J, Richardson D.G, Rafecas M, Codony R, Boatella J (1998). Fatty acid, tocopherol and sterol content of some hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.) harvested in Oregon (USA). *Journal of Chromatography*. 805:259–268.

Plat J, Mensink R.P (2001). Effects of Plant Sterols and Stanols on Lipid Metabolism and Cardiovascular Risk. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases*, 11: 31-40.

Reiter RJ, Manchester LC, Tan DX (2005). Melatonin in walnuts: Influence on levels of melatonin and total antioxidant capacity of blood. *Nutrition*, 21(9): 920-924.

Richardson D.P, Astrup A, Cocaul A, Ellis P (2009). The nutritional and health benefits of almonds: a healthy food choice. *Food Science and Technology Bulletin: Functional Foods*, 6 (4):41–50.

Ros E, I. Nuno A. Perez-Heras M. Serra R. Gilabert E. Casals R. Deulofeu (2004). A Walnut Diet Improve Endothelial Function in Hypercholesterolemic Subjects. A Randomized Crossover Trial. *Circulation* 109, 1609-1614.

SanGiovanni J.P, Neuringer M (2012). The putative role of lutein and zeaxanthin as protective agents against age-related macular degeneration: promise of molecular genetics for guidin mechanistic and translational research in the field. *The American Journal of Clinical Nutrition* 96(5): 1223-1233.



---

Sari I, Baltaci Y, Bagci C, Davutoglu V, Erel O, Celik H, Ozer O, Aksoy N, Aksoy M (2010). Effect of pistachio diet on lipid parameters, endothelial function, inflammation, and oxidative status: A prospective study. *Nutrition* 26: 399–404.

Savage GP, Dutta PC, McNeil DL (1999). Fatty acid and tocopherol contents and oxidative stability of walnut oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 76(9): 1059-1063.

Seferoglu S, Seferoglu H, Tekintas F, Balta F (2006). Biochemical composition influenced by different locations in Uzun pistachio cv. (*Pistacia vera* L.) grown in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19; 461-465.

Shi J, Ho C. T, Shahidi F. (2010). *Functional foods of the east*. CRC Press, 356 pp. Boca Raton, USA.

Stevens LJ, Zentall SS, Abate ML (1996). Omega-3 fatty acids in boys with behavior, learning, and health problems. *Physiology and Behavior*, 59 (4/5): 915-920.

Stevens LJ, Zentall SS, Deck JL (1995). Essential fatty acid metabolism in boys with attention-deficit hyperactivity disorder. *American Journal of Clinical Nutrition*, 62(4): 761-768.

Surh Y.J (2003). Cancer chemoprevention with dietary phytochemicals. *Nature Reviews Cancer* 3: 768-780.

Simsek M (2015). Walnut and Brain. [http:// www.diyarbakirsoz. com/ yazarlar/ msimsek/ ceviz-ve-beyin-8474](http://www.diyarbakirsoz.com/yazarlar/msimsek/ceviz-ve-beyin-8474).

Simsek A, Aslantas R (1999). Composition of hazelnut and its importance for human health. (In *Turkiye*). *Food* 24(3):209-216.

Tapsell L. C, Gillen L. J, Patch C. S, Batterham M, Owen A, Bare M, Kennedy M (2004). Including walnuts in a low-fat/modified-fat diet improves HDL cholesterol-to-total cholesterol ratios in patients with type 2 diabetes. *Diabetes care*, 27(12), 2777-2783.

Tarantino L. M (2004). Qualified Health Claims: Letter of Enforcement Discretion–Walnuts and Coronary Heart Disease (Docket no. 02P-0292). US Food and Drug Administration, Labeling and Nutrition.

Tayar M, Hasıl Korkmaz N, Ozkeles H.E (2011). *Nutrition Principles*. (In *Turkiye*).Dora Publications, 1st Edition, Bursa, Pp 310-311.

Tayar M, Korkmaz N.H (2004). *Nutrition and Healthy Life*. (In *Turkiye*). Akmat, Bursa. 42-48.

Ternus M. E, Lapsley K. Geiger C. J (2009). Health benefits of tree nuts. In: Alasalver, C. and Shahidi, F., editors. *Tree nuts: composition, phytochemicals and health effects: 37-64*. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton.

Tokusoglu O (2007). *Green Gold: Pistachio: Technology, Chemistry and Quality Control*. (In *Turkiye*). Sonmez Ofset Matbaacılık, April, 1st Edition, Page 86.

---

Tsai CJ, Leitzmann MF, Hu FB, Willett, WC, Giovannucci E.L (2004). Frequent nut consumption and decreased risk of cholecystectomy in women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80(1): 76-81.

Tsokou A, Georgopoulou K, Melliou E, Magiatis P, Tsitsa E (2007). Composition and enantiomeric analysis of the essential oil of the fruits and the leaves of *Pistacia vera* from Greece. *Molecules* 12: 1233–1239.

Williams P.T, Bergeron N, Chiu S, Krauss R.M (2019). A randomized, controlled trial on the effects of almonds on lipoprotein response to a higher carbohydrate, lower fat diet in men and women with abdominal adiposity. *Lipids in Health and Disease*, 18(83): 1-19.

Quilez J.1, Huertas J.R, Ochoa J.J, Battino M, Mataix J, Manas M (2003). Dietary Fat (Virgin Olive Oil or Sunflower Oil) and Physical Training Interactions on Elood Loids in the Rat. *Nutrition* 19. 363-368.

Yahia E.M (2011). Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Volume:4, Mangosteen to white sapote, In: *Pistachio (Pistacia vera L.)*, Edited by M. Kashaninejad, Oxford Cambrige Philadelphia New Delhi, 218-246p

Yalcin H, Unal M.K (2002). Research on the composition of hazelnut oils obtained from the main hazelnut varieties grown in Turkiye. *Food*, December 70-77.

Ersan, L. Y and Topcuoglu E (2019). Microbiological and some physico-chemical properties of probiotic yogurts enriched with almond milk. (In Turkiye). *Bursa Uludag University Journal of Faculty of Agriculture*, 33(2), 321-339.

Yigit, A., Erturk, U., & Korukluoglu, M. (2005). Functional food: Walnut. *Bahce Walnut*, 34(1), 163-169.

Yucesan A, Nursal B, Pekcan G, Besler H.T (2003). Improved food and nutrition guide of the American dietetic association. *Acar Matbacılık, Istanbul*; Pp:53-77.

Zacheo G, Cappello M.S, Gallo A, Santino A, Cappello A.R (2000). Changes associated with post-harvest ageing in almond seeds. *Lebensm. -Wiss.u.- Technol*, 33, 415-423.

Zhou D, Yu H, He F, Reilly K.H, Zhang J, Li, S (2014). Nut consumption in relation to cardiovascular disease risk and type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *The American Journal of Clinical Nutrition* 100: 2



*Derleme makale*

## İktisat Araştırmalarında Etik Reformu<sup>a</sup>

Ali Emrah ŞAHİN<sup>1\*</sup>, Arzu BERBER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü, 14030, Gölköy, Bolu, Türkiye

<sup>2</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 40100, Bağbaşı, Kırşehir, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): maesahin@hotmail.com

Makale alınış (Received): 13.11.2023 / Kabul (Accepted): 19.12.2023 /Yayınlanma (Published): 31.12.2023

### ÖZ

Değişim, bilim alanlarında yoğun kullanılan bir kavramken reform ancak şok etkisi yaratabilecek düzenlemelerle karşılaşıldığında anlamlı hale gelen bir kavramdır. Yapısal değişim, bir ekonomide farklı sektörlerde uygulanan ve genellikle kendiliğinden ortaya çıkan bir olgu iken yapısal reform, bir sistemin daha verimli çalışabilmesi ve olası şoklardan en az etkilenmesi /daha dayanıklı hale gelmesi/getirilmesi amacıyla o sistemin baştan sona yeniden oluşturulmasını ifade eder. Türkiye’de özellikle 2001 bankacılık krizinden sonra alınan önlemler ve yapılan reform hareketleri ülkenin krizden kısa sürede çıkmasına ve çeşitli ekonomik göstergelerin iyileşmesine neden olmuştur. Son yıllarda çeşitli kurum ve kuruluşların üzerinde durduğu ve farklı uygulamalar vasıtasıyla engellemeye çalıştığı intihal, sahtecilik, kopyacılık gibi etik dışı davranışlar iktisat araştırmalarında da görülmektedir. İktisat objektif kriterlere göre hareket edildiğinde başarıya ulaştıran bir bilim dalıdır. Doğal olarak literatürdeki eserlerin etik olarak orijinal olması beklenir. Bu amaçla geliştirilecek uygulamalar, cezalar ve rehberler vasıtasıyla bir yapısal etik reformundan bahsedilebilir. Bu çalışmada etik reformu ile ilgili benzer araştırmalar ışığında günümüzde alınabilecek önlemler sıralanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** İntihal, sahtecilik, yapısal reformlar

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

<sup>a</sup> **Atf bilgisi / Citation info:** Şahin AE, Berber A (2023). İktisat Araştırmalarında Etik Reformu. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 3(2): 339-345

## **Ethics Reform in Economics Research**

### **ABSTRACT**

While change is a concept frequently used in scientific fields, reform is a concept that only becomes meaningful when faced with regulations that may create a shock effect. While structural change is a phenomenon that is applied in different sectors in an economy and usually occurs spontaneously, structural reform refers to the complete reconstruction of a system in order to operate more efficiently and to be least affected by possible shocks / to become more resilient. The measures taken and reform movements in Turkey, especially after the 2001 banking crisis, caused the country to emerge from the crisis in a short time and various economic indicators to improve. Unethical behaviors such as plagiarism, forgery and cheating, which various institutions and organizations have focused on and tried to prevent through different practices in recent years, are also seen in economics research. Economics is a branch of science that leads to success when acting according to objective criteria. Naturally, works in literature are expected to be ethically original. We can talk about a structural ethics reform through practices, penalties and guidelines to be developed for this purpose. In this study, measures that can be taken today are listed in the light of similar research on ethics reform.

**Keywords:** plagiarism, forgery, structural reforms

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

### **Giriş**

Etik kavramı çerçevesinde bilimsel yayınların çeşitli kurallara göre hazırlanması son yıllarda daha fazla önem kazanmaya başlamıştır. Hakemli dergiler, kongreler, sempozyumlar, üniversite tezleri etik ihlalinin yaşandığı alanlardan olmuştur. Bu riskleri en aza indirmek için bilimsel yazım kuralları etik çerçevesinde değerlendirilmektedir. Karatay'a göre "akademik etik", "bilim etiği", "araştırma ve yayın etiği" gibi alanlar ise akademik alanı biçimlendiren, bu alanda yürütülen işlemlerin doğruluğunu ve niteliğini denetleyen, bireyleri mesleki sorumluluk ile davranmaya teşvik eden kuralların bir bütünüdür (Karatay, 2022). Her bilim alanında olduğu gibi iktisat araştırmalarında da etik sıralanan bu nedenlerden dolayı önemlidir. Dürüstlük, tarafsızlık, şeffaflık, sorumluluk bilinci olan araştırmacıların akademik anlamda saygınlık, yetkinlik kazanmaları için öncelikle bir etik reformuna ihtiyaç duyulmaktadır. İşte burada bir yapısal reformdan söz edilebilir. Eğilmez'e göre yapısal reform, bir ülkenin yapısını mevcut durumdan farklı bir yapıya doğru değiştirmeyi amaçladığı için birçok parçadan oluşan bir bütünü kapsar (Eğilmez, 2022: 27). İktisat araştırmalarında şeffaflık, doğru anlatım, tutarlılık, verilerin doğru kullanılması ile etik alanında bir reform başlatılabilir. Türkiye'de Türkiye Bilimler Akademisi disiplinsiz araştırma, yinelenen yayın, sahtecilik, saptırma ve aldatmaca, uydurmacılık, aşırı macılık gibi etik dışı davranış türlerinin önüne geçmek için bilimsel yayınlarda yer alan metinleri çeşitli bilgisayar programlarıyla/yazılımlarla tespit edebilmektedir ve hakemlerin değerlendirmesine ihtiyaç duymaktadır (TÜBA, 2002). Günümüzde birçok

---

ulusal dergide yayınlar çift taraflı kör hakem değerlendirilmesine tabi olmaktadır. Fakat bu sayılanlar bir reform paketi için yeterli değildir. Bu konuya önem her geçen gün artmaktadır.

## **Materyal ve Yöntem**

Türkiye’de bilim etiği 1990larda öncelikle tıp alanında yazılan tezlerde ve araştırmalarda yer bulurken sosyal ve fen bilimleri alanında ancak 2000lerin sonundan itibaren değer görmeye başlamıştır. Konu hakkında yapılan literatür çalışmalarından bazıları burada ele alınmıştır.

Day (2000) Bilimsel Bir Makale Nasıl Yazılır ve Yayınlanır isimli eserinde bilimsel yazımın tanımı, kökeni anlatılmış olup bir makalede dikkat edilmesi gereken hususlar detaylıca ele alınmıştır. Bir makalenin giriş, materyal ve yöntem, araştırma bulguları, tartışma ve sonuç bölümlerinin kaynaklarla beraber nasıl yazılması gerektiğini örneklerle gösterilip değerlendirme ve yayım süreci, makalenin sunulması, bilimsel haklar ve izinlerin nasıl kullanılması gerektiği vurgulanmıştır.

TÜBA (2002) Bilimsel Araştırmada Etik ve Sorunları isimli eserinde öncelikle bilimsel araştırmanın doğası ve bilim insanlarının görev ve sorumlulukları anlatılıp bilimsel araştırmada yapılması gerekenler sıralanmıştır. Bilimsel araştırmada kusurlu davranışın tanımı ve nedenleri sıralanarak bilimde etik dışı davranış karşısında nelerin yapılabileceği konusunda öneriler sunulmuştur.

Erdem (2012), Bilim İnsanı Yetiştirmede Etik Eğitimi adlı çalışmasında bilim insanı yetiştirmede nasıl bir bilim etiği eğitiminin verilmesi gerektiğini irdelemiştir. Çalışmada üç alt başlıkla sorgulama yapılmaktadır. Birinci başlık, “bilim insanı yetiştirme sorumluluğu” iken ikinci başlıkta “bilim etiği”, “bilim etiğinin ihlali” incelenmiştir. Son olarak üçüncü başlık ise “bilim insanı yetiştirirken nasıl bir bilim etiği eğitimi verilmelidir?” olmuştur. Bu sorgu üç başlıkta uygulama alanı bulmaktadır: (1) Eğitim-öğretim (2) Lisansüstü tez danışmanlığı (3) Bilimsel jüri üyeliği ve dergi hakemliği. Bu alanlar ise bilim insanı yetiştirme sorumluluğu alan öğretim üyesini anoloji yapmakla sorumlu hale getirmektedir. Yazara göre bilim insanı yetiştiren öğretim üyesi kendisi bilim etiği kurallarına uygulamada en üst derecede dikkat ederek iyi model olmanın yanı sıra yetiştirdiği bilim insanının etik kurallarını kazanmasını ve uygulamasını sağlamada rehberlik etmelidir.

Keskin (2017), Bilimsel Etik İhlallerinin Kökenine İlişkin Bir Değerlendirme başlıklı çalışmasında bilimde etik olmayan davranışları açıklayarak (Türkiye’dekiler dâhil) nedenlerini belirtmiştir. Ayrıca olası etik ihlallerinin önlenmesine yönelik yapılması gerekenlere öneriler şeklinde yer verilmiştir. İntihal, yinelenen yayın, sahtecilik, çerçeveleme etkisinin başlıca etik ihlaller olduğu tespit edilmiştir. Bilimsel çalışmalarda etik dışı davranışın nedenleri ise bilgi asimetrisi veya donanım yoksunluğu, kaynaklara benzersiz şekilde bağlı kalma, araştırma konularının orijinal olmaması, bilimsel çalışma için yeterince kaynak ve zaman ayrılmaması, bilimsel değerlendirmede niceliğe önem verilmesi olarak belirlenmiştir. Bu sorunlara çözüm olarak, standart etik kuralların belirlenmesi ve uygulanması, eğitim müfredatlarına yönelik düzenlemelerin yapılması, danışman ve jürilerin alan uzmanı olması, ihlal şikâyet sürecinin kolaylaştırılması ve zaman aşımına uğratılmaması, yeterli mali, idari ve teknolojik desteğin sağlanması önerilmiştir.

---

Okumuş ve Yurdakal (2017), Akademisyenlerin Akademik Teşviğe İlişkin Görüş ve Düşünceleri isimli çalışmalarında araştırma grubunu oluşturan 60 akademisyenin akademik teşvik amaçlı sergiledikleri davranışları incelemiştir. Teşvik ödeneğinin olumlu ve olumsuz yönleri, ödeneğe başvururken karşılaşılan problemler ve bu teşvik uygulamasının düzenlenmesi amacıyla yapılması gerekenleri yazarlar önermişlerdir.

Yaşar (2018) Akademik İntihal, Nedenleri ve Çözüm Önerileri isimli makalesinde etiğin tanımını yapmış ve akademik ve bilim etiğinin önemini anlatmıştır. Bilimsel yanılma türlerinden bahsedilerek eğitim müfredatı ve öğrenme yoluyla alınacak önlemler, bilimsel yalancılığa neden oluşturacak bazı baskıların azaltılmasına yönelik önlemler ve araştırmacılar üzerindeki mali baskıların azaltılması ve düzenlenmesi şeklinde öneriler sunulmuştur.

Işık Öner ve Yıldız (2021), Bilimsel Araştırmalarda Etik Dışı Davranışların Nedenleri ve Çözüm Önerileri adlı çalışmalarında bilimsel araştırmaların oluşturulması, gözden geçirilmesi ve yayımlanması sırasında karşılaşılan etik dışı davranış biçimleri ve nedenlerini ele almıştır. Bilim insanının sahip olması gereken akademik etik değerleri olarak akademik dürüstlük, kurallara uygunluk, açıklık, güvenilirlik, standartlara bağlılık, saygı, araştırma sonuçlarının yazılımında, sunumunda ve topluma paylaşımında saydamlık, destek tekliflerin değerlendirilmesinde adalet bilinmektedir. Çalışmada etik kavramı anlatılmış olup bilim etiği, araştırma etiği, yayın etiği irdelenmiştir. Etik dışı davranış türleri, nedenleri ve bunlara karşı yapılacak çözüm önerileri de anlatılmıştır. Çalışmanın en dikkat çekici önerisi, etik olmayan hareketlerin önlenmesine yönelik kalıcı ve etkili cezai yaptırımların getirilmesi gerektiği olmuştur.

Karatay (2022), Akademik Etik başlıklı çalışmasında öncelikle etikte temel kavramlar anlatılmış ve bilim etiğinde ve akademik etikte dikkat edilmesi gereken noktalar vurgulanmıştır. Gerçeğe uygunluk, bilimsel araştırmanın zarar vermemesi, kaynak gösterme ve alıntılar bazı temel ilkeler olmuştur. Bilimsel yayın ve araştırmalarla ilgili etik ihlaller “uydurma ve sahtecilik”, “çarpıtma, saptırma”, “aşırma/intihal”, “yayın tekrarı /çoklu yayın”, “dilimleme”, “özensiz araştırma”, “tez aşırma”, “tarafli yayın/çıkarcı çatışması”, “kaynakları tarafli seçmek”, “destekleyeni belirtmemek”, “insan ve hayvan haklarına saygısızlık” vb. olarak tespit edilmiştir. Yazara göre etik kuralların düzgün bir biçimde işleyebilmesi/işletebilmesi için, bireylerin etik tutum ve davranışlarını önce kendi yaşamlarında sonra mesleki yaşamlarında içselleştirmeleri gerekir. Yazar, bu durumun etik değer eğitimi ile mümkün olacağını ifade etmiştir.

## **Bulgular ve Tartışma**

Bu araştırma, yüksek lisans ve doktora düzeyinde verilen iktisatta yöntem ve araştırma teknikleri dersinde işlenen bilim ve araştırma etiği konusuyla doğrudan ilişkilidir. İktisat araştırmalarında etiğin neden önemli olduğu ve etik reformunun neden yapılması gerektiği her yönüyle ele alınmıştır. Bu araştırma etik konusunda çalışma yapacaklar için özet bir rehber niteliğindedir. Etik reformu tıpkı ekonomide diğer yapısal reformlar gibi ekonomi araştırmalarının gelişmesi, ilerlemesi, iyi bir noktaya ulaşması için gereken bir müdahale şeklidir. Anlık değil geleceği düşünen, mikro düzeyde değil makro düzeyde alınacak kararlar ve uygulamalar bir reform sayılır.

---

Bir reformu gerçekleştirmek zordur. Belirli bir silsilesi vardır ve bunun eksiksiz bir şekilde sürdürülmesi ile reform neticeye ulaşır. Etik reformunda karşılaşılabileceğimiz olası zorluklar ve sınırlamalar olarak algı yanlışları, gelenekten kopmama, yanlış politikalardan bahsedilebilir (Eğilmez,2022). Ayrıca verilerin yanlış kullanılması, geçerli intihal sorgulama programlarının kullanılmaması, araştırma etiği derslerinin eğitim programlarında yer almaması, etik reformu belgesinin olmaması, sahte bilimsel yayınların çoğalması, akademik kadrolaşma, tekrar yayınların yeni yayın gibi piyasada yer alması, çarpıtılmış ve dayanıksız verilerin kullanılması da etik reformunda karşılaşılabilecek diğer zorluklardır. Bu zorlukları ve sınırlamaları çoğaltmak mümkündür.

Bu sayılan zorlukların üstesinden gelebilmek için muhtemel öneriler şunlardır:

- Hazırlanacak makale ve araştırma için uyulması gereken planın, yazım şeklinin belirlenmesi,
- Hakemin gelen yazıları bu kurallara göre değerlendirilmesi, kör hakem davranışı sergilemesi,
- Yazıların intihal programına eksiksiz bir şekilde girilmesi ve intihal oranının açık bir şekilde ilan edilmesi,
- Verilerin doğru kaynaklarının araştırılarak çarpıtılmış, dayanıksız verilerin ortaya çıkarılması,
- Lisans ve lisansüstü eğitim seviyesinde etik dersinin yer almasının sağlanması,
- Hakem kurulu ve yetkili organlarca etik reform belgesinin oluşturulup izlenecek adımların bu belgeye göre izlenmesi,
- Özel niteliklerin değil temel niteliklerin belirlendiği bir akademik camianın oluşturulması,
- Nicel değil nitel öneme sahip yayınların kabul edilmesi (bir akademisyenin sırf yayın sayısı yükselsin diye aşırma, intihal, çarpıtma yapmış olmasına rağmen kabul edilmiş yayınlarının çok olması yerine etik kurallara uygun az sayıda ama nitelikli yayınlarının kabulü),
- Oluşturulacak bir hakem kurulu ile piyasada geçerliliği az olan yayınların incelenmesi ve belirli kriterleri sağlamayan yayınların piyasadan çekilmesinin sağlanması,
- Bir yayının hakem kontrolünden geçerken konu ile ilgili önceki çalışmaların araştırılıp benzerlik olup olmadığının araştırılması, ismi farklı ama içeriği aynı yayınların elemine edilmesi,
- Tarafsız bir üst kurum veya kuruluş etik alanında gerekli etik rehberini hazırlayıp tarafların bilgisine sunarak çalışmaların etik reformuna uygun bir şekilde hazırlanmasının sağlanması.

---

## Sonuç

İktisat araştırmalarında etik reformu, bir an önce hayata geçirilmesi gereken yapısal reformlardan bir tanesidir. Söz konusu reformun geniş çapta kabul görmesi ve tüm bilimsel alanların yanı sıra özellikle sosyal bilimler alanında yapılacak çalışmalara örnek olması beklenmektedir. Oluşturulacak bu reform paketi ile sunulan eserler daha güvenilir olacaktır. Etik reformunun yapılması bilimsel çalışmaların akademik literatürde objektif, tarafsız ve saygın bir yere gelmesini sağlayacaktır. Böylece bilimsel bilgi stokları daha verimli çalışabilir ve sorgulayıcı, analitik dşnmeye dayalı bir sistem oluşturacaktır. Reform uygulanırken kurallara aşırı bağlılık, nicelikten ziyade niteliği ön plana çıkarma, akademik kariyer basamaklarını daha geç sürede tamamlama kaygısı karşılaşılabilir olası zorluklar arasında sayılabilir. Hakem değerlendirmelerinin bir kurala bağlanması, örnek bir değerlendirme rehberinin oluşturulmasıyla akademik çalışmaların bu rehber göre hazırlanması, yükseköğrenimde etik dersinin müfredata alınması, üniversitelerin belirli periyotlarda etik ihlallerine yönelik kendi bünyelerinde oluşturacakları etik komisyonu (fen , sosyal ve sağlık bilimleri) tarafından akademik personele güncel bilimsel yazım ve etik ihlallerine yönelik eğitim verilmesi, çeşitli yazılım programlarıyla tüm tez, makale, bildiri vb. akademik çalışmalarda benzerlik oranının asgari bir orana düşürülmesi ve yurt içi etik komisyonunca tüm akademik çalışmalar için aynı şekilde uygulanmasının sağlanması reform paketinin sonuçlarından bazıları olarak değerlendirilebilir. Etik reformunun uygulanmasıyla akademik personelin bilim camiasında ve toplumda daha fazla kabul gören çalışmalar yapması söz konusu olacaktır. Etik reformunun denetimi noktasında ise, tarafsız bir st kurum/kuruluş olmalı ve bu kurumun/kuruluşun hazırlayacağı “reform paketi” araştırmacılara referans teşkil etmelidir. Yapılan akademik çalışmalarda reform paketi ile getirilen kurallar uygulandıkça güvenilir, rasyonel, objektif kriterlere göre hazırlanan eserler daha nitelikli olacaktır. Dolayısıyla “etik reformu” bir erveyi, bir yaklaşımı, bir zihniyeti değiştirme hamlesi şeklinde akademik camiada yer bulacaktır.

## ıkar atışması (Conflict of Interest )

Makalenin hiçbir yazarı için bilinen ya da olası bir çıkar atışması yoktur. / No known or potential conflict of interest exist for any author.

## Kaynaklar (References)

Day R (2000). Bilimsel bir makale nasıl yazılır ve yayımlanır. Çeviri: Gülay Aşkar Altay. TÜBİTAK, Ankara

Eğilmez M (2022). Yapısal reformlar ve Türkiye, Remzi Kitabevi, İstanbul.

Erdem A R (2012). Bilim insanı yetiştirmede etik eğitimi. Yükseköğretim ve Bilim Dergisi, (1): 25-32.

Işık ner A ve Yıldız K (2021). Bilimsel araştırmalarda etik dışı davranışların nedenleri ve üzüm nerileri. İZ Eğitim Dergisi, 3 (5) : 1-14 .



---

Karatay M (2022). Akademik etik. Uluslararası Anadolu Sosyal Bilimler Dergisi, 6 (1) : 196-214

Keskin U (2017). Bilimsel etik ihlallerinin kökenine ilişkin bir değerlendirme. Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10 (4) : 653-674 .

Okumuş K ve Yurdakal İ H (2017). Akademisyenlerin akademik teşviğe ilişkin görüş ve düşünceleri. Journal of Academic Social Science Studies, 58: 145-156.

TÜBA (2002). Bilimsel araştırmada etik ve sorunları, Ankara: Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları.

Yaşar E (2018). Akademik intihal, nedenleri ve çözüm önerileri. International Journal of Scholars in Education, 1 (1) : 34-44