



*Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life  
Sciences*

# **Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences**

e-ISSN/ISSN: 1694-7932

# **MJAVL**

**Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences**  
**MJAVL**

Uluslararası Hakemli Bilimsel Dergi

**e-ISSN/ISSN:**

**Yayın Sıklığı**  
Yılda iki kez (Haziran-Aralık)

**Yayın Türü**  
Yaygın Süreli

**Yayın Dili**  
Türkçe, İngilizce, Kırgızca ve Rusça

**SAHİBİ**

*Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi adına*  
Rektör / Rector  
Rektör Vekili / Pre Rector

**BAŞ EDITÖR**

Prof. Dr. İsmail ŞEN

**YARDIMCI EDITÖR**

Assist. Prof. Dr. Hossein Z.TABRIZI

**ALAN EDITÖRLERİ**

Prof. Dr. Fatih HATİPOĞLU  
Prof. Dr. İsmail ERPER  
Assoc. Prof. Dr. Şenol YILDIZ  
Assoc. Prof. Dr. Kadyrbai CHEKIROV  
Assist. Prof. Dr. Yılmaz KAYA  
Assoc. Prof. Dr. Eren ÖZDEN

**YAYIN KURULU**

Prof. Dr. İsmail ERPER  
Prof. Dr. Refik POLAT  
Prof. Dr. Askarbak TÜLOBAYEV  
Prof. Dr. Hasan Hüseyin ARI  
Prof. Dr. Ahmet AYGÜN  
Associate Prof. Dr. Şenol YILDIZ  
Associate Prof. Dr. Nazgül İMANBERDİYEVA  
Associate Prof. Dr. Kadırbay ÇEKİROV  
Assistant Prof. Dr. Nariste KADIRALİEVA  
Dr. Tair ESENALİ UULU  
Veterinarian Hekim Aziz BEGALİYEVA

**BİLİM DANIŞMA KURULU**

Prof. Dr. Abuzer TAŞ  
Prof. Dr. Ali RİŞVANLI  
Prof. Dr. Ahmet AKSOY  
Prof. Dr. Ahmet AYGÜN  
Prof. Dr. Ahmet KURUNÇ  
Prof. Dr. Ahmet ŞEKEROĞLU  
Prof. Dr. Albert Kamilovich GALIULLIN  
Prof. Dr. Askarbak TÜLOBAYEV  
Prof. Dr. Atilla ŞİMŞEK  
Prof. Dr. Canan CAN  
Prof. Dr. Dürdane YANAR  
Prof. Dr. Gulmira DZHANABEKOVA  
Prof. Dr. Gülbübu KURMANBEKOVA  
Prof. Dr. Hasan ALPAK  
Prof. Dr. Hasan Hüseyin ARI  
Prof. Dr. Hüseyin GÖÇMEN  
Prof. Dr. İsmail ERPER  
Prof. Dr. İsmail ŞEN  
Prof. Dr. Mahdi ARZANLOU

**Manas Ziraat, Veterinerlik ve Yaşam Bilimleri Dergisi**  
**MJAVL**

International, Peer Reviewed Scientific Journal  
1694-7932

**Publication Frequency**  
Published at least 2 issues per year (June-December)

**Publication Type**  
Serial, Quarterly

**Publication Language**  
Turkish, English, Kyrgyz and Russian

**OWNERS**

*on behalf of Kyrgyz-Turkish Manas University*  
Prof. Dr. Alpaslan CEYLAN  
Dr. Baktygul KALAMBEKOVA

**EDITOR IN CHIEF**

*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*

**ASSOCIATE EDITOR**

*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*

**SECTION EDITORS**

*Selçuk University, Türkiye*  
*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*  
*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*  
*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*  
*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*  
*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*

**EDITORIAL BOARD**

*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*  
*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*  
*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*  
*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*  
*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*  
*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*  
*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*  
*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*  
*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*  
*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*

**EDITORIAL ADVISORY BOARD**

*Yüzüncü Yıl University*  
*Fırat University*  
*Akdeniz University*  
*Kyrgyz-Turkish Manas University*  
*Akdeniz University*  
*Niğde Ömer Halisdemir University*  
*Kazan National Veterinary Academy*  
*Kyrgyz-Turkish Manas University*  
*Selçuk University*  
*Gaziantep University*  
*Gaziosmanpaşa University*  
*Kazak Ulusal Tarım University*  
*Kyrgyz-Turkish Manas University*  
*İstanbul University*  
*Sivas Cumhuriyet University*  
*Akdeniz University*  
*Kyrgyz-Turkish Manas University*  
*Kyrgyz-Turkish Manas University*  
*Tabriz University*

Prof. Dr. Metin BAYRAKTAR	<i>Kyrgyz-Turkish Manas University</i>
Prof. Dr. Murat KİBAR	<i>Artvin Çoruh University</i>
Prof. Dr. Nalan ÖZDAL	<i>Yüzüncü yıl Cumhuriyet University</i>
Prof. Dr. Nermin GÖZÜKIRMIZI	<i>İstanbul University</i>
Prof. Dr. Osman ERGANİŞ	<i>Selçuk University</i>
Prof. Dr. Önder TÜRKMEN	<i>Selçuk University</i>
Prof. Dr. Rabia HAOUALA	<i>Institut supèrieur agronomique de Chott Mariem</i>
Prof. Dr. Thomas WITTEK	<i>University of Veterinary Medicine Vienna</i>
Prof. Dr. Turan CİVELEK	<i>Afyon Kocatepe University</i>
Prof. Dr. Younes REZAEE DANESH	<i>Urmia University</i>
Prof. Dr. Yusuf YANAR	<i>Gaziosmanpaşa University</i>
Associate Prof. Dr. Bülent ESKİN	<i>Aksaray University</i>
Associate Prof. Dr. Damla ARSLAN ACARÖZ	<i>Afyon Kocatepe University</i>
Associate. Prof. Dr. Hamid HATAMI MALEKI	<i>Maragheh University</i>
Associate Prof. Dr. İsfendiyar DARBAZ	<i>Yakın Doğu University</i>
Associate Prof. Dr. Murat CUNISOV	<i>Ahmet Yesevi University</i>
Associate Prof. Dr. Mojgan FARZAMİSEPEHR	<i>Islamic Azad University</i>
Associate Prof. Dr. Şenol YILDIZ	<i>Kyrgyz-Turkish Manas University</i>
Associate Prof. Dr. Volkan ALTAY	<i>Mustafa Kemal University</i>
Assistant Prof. Dr. Fatih Ramazan İSTANBULGİL	<i>Kyrgyz-Turkish Manas University</i>
Assistant Prof. Dr. Nariste KADIRALİEVA	<i>Kyrgyz-Turkish Manas University</i>
Assistant Prof. Dr. Seyyedeh-S. SHAFİEİ-MASOULEH	<i>Agricultural Research, Education and Extension Organization</i>

#### REDAKSİYON

##### Türkçe

*Ayşe ADIGUZEL, Murat ATAR, Özkan ÇELİK*

##### Kırgızca

*Venera TURATBEK KYZY, Toyçubay USONALIEV*

##### İngilizce

*Gülnara APSAMATOVA, Aida ASILBEKOVA,  
Tolkun MUSAYEVA, Aynura AHMATOVA,  
Zarina CAYLOBAYEVA*

##### Rusça

*Anara BAYIZBEKOVA*

#### TEKNİK DESTEK

*Kayahan KÜÇÜK,*

#### MİZANPAJ

*Tair ESENALİ UULU, Aziz BEGALİEV*

#### ADRES

*Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi  
Cengiz Aytmatov Caddesi 56,  
720044, Bişkek/Kırgızistan*

#### İLETİŞİM

*e-mail: mjavl@manas.edu.kg, journals@manas.edu.kg*

*Tel: +996 (312) 49 27 63 (65, 69, 70, 74, 58)*

*+996 (312) 54 19 41-47*

*Fax: +996 (312) 49 27 61, 81-89*

#### WEB SAYFASI

*<https://dergipark.org.tr/en/pub/mjavl>*

#### REDACTION

##### Turkish

*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*

##### Kyrgyz

*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*

##### English

*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*

##### Russian

*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*

#### TECHNICAL SUPPORT

*Yusuf GÜNDÜZ*

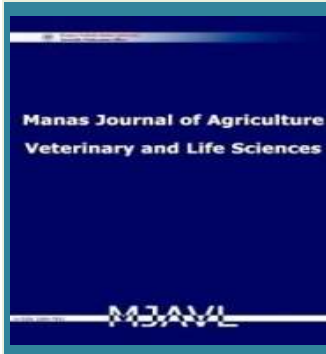
#### LAYOUT

*Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan*

#### CORRESPONDENCE ADDRESS

*Kyrgyz-Turkish Manas University  
Editor in Chief Manas Journal of Agriculture  
Veterinary and Life Sciences  
56 Chyngyz Aitmatov Avenue,  
720044, Bishkek, Kyrgyzstan*

#### CONTACTS



# Manas Ziraat, Veterinerlik ve Yaşam Bilimleri Dergisi

## Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences

e-ISSN / ISSN: 1694-7932

<https://dergipark.org.tr/en/pub/mjavl>

Yıl/Year	Cilt/Volume	Sayı/Issue
2023	13	2

### CONTENTS / İÇİNDEKİLER

Yazar/Author	Başlık / Title	Sayfa/Page
<b>Düzeltilme / Erratum</b>		
Zhanylbubu MAMATOVA Ali AYDIN	İpek Yolu Coğrafyasının Ortak Kültürel Değeri "Kurut"	99-99
<b>Araştırma Makalesi / Research Article</b>		
Hüseyin GÜNGÖR Mehmet Fatih ÇAKIR Ziya DUMLUPINAR	Evaluation of Some Bread Wheat ( <i>Triticum aestivum</i> L.) Cultivars and Lines for Yield and Yield Components under Duzce Ecological Conditions	100-107
Bahadır ŞİN Lerzan ÖZTÜRK	Nematode Fauna Associated with Weeds in Vineyards in Aegean region of Türkiye	108-118
Merve GÖRE	Bazı Ketencik Genotiplerinde Farklı Tuzluluk Seviyelerinin Agronomik Özelliklere Etkisi <i>The Effect of Different Salinity Levels on Agronomic Parameters in Some Camelina Genotypes</i>	119-125
Ali SAĞLAM Meltem AŞAN-ÖZÜSAĞLAM İrem ÇELİK	Determination of Antimicrobial Activity of Cream Formulation Developed with Hibiscus rosa-sinensis Extract and Probiotic	126-132
İrem ÇELİK Meltem AŞAN-ÖZÜSAĞLAM	Biological Activity of Red Pitahaya Extracts on <i>Lactococcus garvieae</i> and <i>Vibrio alginolyticus</i>	133-138
Erkan BOYDAK Muhammed Said YOLCU Emre KOLDANCA	Farklı Yerfistiği Çeşitlerinde Ekim Zamanlarının Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi <i>The Effect of Planting Times on Yield and Yield Components in Different Peanut Varieties</i>	139-147
Osman GEDİK Nurdan Gül KÖRÜK Ferhat AĞCA Orçun ÇINAR	Diurnal Varyebilenin <i>Satureja hortensis</i> 'in Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi <i>Determination of the Effect of Diurnal Variability on Yield and Quality Characteristics of <i>Satureja hortensis</i></i>	148-153
Yusuf Kenan ATEŞ Erdal ÇAÇAN	İki Farklı Taban Gübresi Uygulamasının Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Hasıl Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi <i>Determination of the Effect of Two Different Base Fertilizer Applications on Yield and Quality of Some Silage Corn Cultivars</i>	154-163
Yasemin İZGİ DENLİ Ahmet BALKAYA	Tulipa <i>gesneriana</i> Türü ile Yerel Lale Genotiplerinin ( <i>Tulipa</i> spp.) Türler Arası Melez Performanslarının Belirlenmesi ve Melez Tohum Özelliklerinin İncelenmesi <i>Determination of Interspecies Hybrid Performance of <i>Tulipa gesneriana</i> Species and Local Tulip Genotypes (<i>Tulipa</i> spp.) and Examination of Hybrid Seed Characteristics</i>	164-176



<b>Mehmet Emin AYDEMİR</b> <b>Yusuf Taha OKAN</b> <b>Kasım TAKIM</b>	Does Generation Z Consume Artificial Meat? Türkiye Examination	177-186
<b>Derleme / Review Article</b>		
<b>Anarhan ABYLAEVA</b> <b>Yılmaz KAYA</b>	Chemical Characteristics and Biotechnological Potentials of Mumio	187-195
<b>Erhan İÇ</b> <b>Ayça AYLANGAN</b>	Gıda Işınlamanın Türkiye'de Gelişim Sürecindeki Önemli Adımlar <i>Important Steps in the Development Process of Food Irradiation in Türkiye</i>	196-209
<b>Fatih Ramazan İSTANBULLUGİL</b> <b>Nuri TAŞ</b> <b>Ulaş ACARÖZ</b> <b>Damla ARSLAN-ACARÖZ</b> <b>Ömer ÇAKMAK</b> <b>Sezen EVRENKAYA</b> <b>Zeki GÜRLER</b>	A Review on the Antimicrobial Effect of Honey on Salmonella and Listeria monocytogenes: Recent Studies	210-225
<b>Şevval ÖZDEMİR</b> <b>Mehmet CAN</b>	Morfometrik ve Geometrik Morfometrik Yöntemlerinin Veterinerlik Anatomisi Alanında Kullanımı <i>Usage of Morphometric and Geometric Morphometric Methods in the Field of Veterinary Anatomy</i>	226-235

---

## DÜZELTME NOTU

Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences'in 2022 Yılı, 12. Cilt, 2. Sayıda yayınlanan *İpek Yolu Coğrafyasının Ortak Kültürel Değeri "Kurut"* adlı makalenin birinci ve sorumlu yazarı Zhanylbubu MAMATOVA'nın adres bilgisi sehven "İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Cerrahpaşa, İstanbul, TÜRKİYE" şeklinde yanlış yazılmış olup doğru hali "**İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Cerrahpaşa, İstanbul, TÜRKİYE**" şeklindedir.

Makale adresi: <https://doi.org/10.53518/mjavl.1116093>

---

---

## ERRATUM NOTE

The address information of Zhanylbubu Mamatova, the first and responsible author of the article "*Common Cultural Value of Silk Road Geography "Kurut"* published in Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences 2022, Issue 12, Volume 2, is misspelled as "İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Cerrahpaşa, İstanbul, TÜRKİYE" and the correct version is "**İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Cerrahpaşa, İstanbul, TÜRKİYE**".

Article address: <https://doi.org/10.53518/mjavl.1116093>

---

## Research Article

**Evaluation of Some Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars and Lines for Yield and Yield Components under Duzce Ecological Conditions****Hüseyin GÜNGÖR<sup>1</sup>, Mehmet Fatih ÇAKIR<sup>1</sup>, Ziya DUMLUPINAR<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Duzce University, Duzce, Türkiye<sup>2</sup>Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Kahramanmaraş, Türkiye

\*Corresponding author e-mail: hgungor78@hotmail.com

**ABSTRACT**

Wheat is an important cereal crop in terms of cultivation area and production in Turkey and around the world. Due to climate change, increasing world population, decreasing agricultural lands and waters, the demand for wheat and wheat-based products has increased in Turkey. The study was carried out to determine yield and yield components of some bread wheat genotypes under Duzce ecological conditions in 2020-2021 and 2021-2022 growing seasons. In this research, spike length, spikelet number per spike, grain number per spike, grain weight per spike, thousand kernel weight and grain yield were investigated. According to the two year results, spike length 8.3-11.9 cm, number of spikelets per spike 16.5-19.9, number of grains per spike 44.8-57.8, grain weight per spike 1.68-2.50 g, thousand kernel weight 40.8-51.2 g and grain yield ranged between 4611-7875 kg ha<sup>-1</sup>. The highest yielding genotypes were found as H8G3, H8G5, H9G4, Rumeli and Lucilla.

**Keywords:** Spike features, Thousand kernel weight, Genotype, Adaptation**ARTICLE  
INFO**

Received:  
06.04.2023  
Accepted:  
03.07.2023

**Cite this article as:** Güngör, H., Çakır, M.F., Dumlupınar, Z. (2023). Evaluation of Some Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars and Lines for Yield and Yield Components under Duzce Ecological Conditions. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 13(2), 100-107. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1278153>

## INTRODUCTION

More than 20% of the world's protein and calorie requirements are supply by wheat (Braun et al. 2010). However, food supply may become increasingly challenging in the future due to population growth, the reduction of fertile land and water resources available for agriculture, the use of agricultural products for biofuels, and the effects of climate change (Parry and Hawkesford 2010; Lobell et al. 2011; Hawkesford et al. 2013).

Wheat is the second most important product in the world after corn, and is the most common grain in Turkey. Despite a decrease of 27% in wheat cultivation area in Turkey over the past 20 years (TUIK 2023), wheat production has been maintained through the development of cultivation techniques and breeding programs. Recent developments in the seed industry and the introduction of new cultivars play an important role in increasing yields.

To achieve high yield and quality wheat genotypes, suitable growing conditions and techniques, as well as the selection of cultivars with optimal yield potential, are necessary (Altinbas et al. 2004; Aydogan and Soylu 2017; Sakin et al. 2022). Therefore, researchers have conducted numerous studies to develop and evaluate new cultivars under different ecological conditions, focusing on yield, yield components, and quality characteristics (Kahraman et al. 2021; Gungor et al. 2022a; Naneli 2022)

The successful increase in grain yield has been demonstrated through studies based on selection criteria such as grain number and weight per spike (Kurt Polat et al. 2015). Ullah et al. (2021) have found that there are significant positive relationships between grain yield and the length of the spike, the number of spikelets, the number of grains per spike, and thousand kernel weight.

This study was aimed at identifying suitable genotypes by examining the yield and yield components of 12 advanced bread wheat lines developed through breeding programs and four registered cultivars under Duzce ecological conditions.

## MATERIAL AND METHODS

The study was carried out in Duzce province in rainfed conditions during the 2020-2021 and 2021-2022 cropping seasons. Four registered bread wheat cultivars (Esperia, Glosa, Lucilla and Rumeli) and 12 advanced bread wheat lines (H0G6, H1G0, H2G5, H3G6, H6G6, H6G7, H6G8, H7G4, H8G3, H8G5, H9G4 and H9G7) were used in the study.

The soil structure of the experimental area was clayey and slightly acidic. The organic matter and nitrogen content were high, while the phosphorus and potassium content were low. There was no salinity problem (Table 1). The climate data for the two year growing seasons and long years in the experimental area are given in Table 2.

**Table 1.** Soil structure of the experiment area

Soil Structure	Clayey
Organic matter (%)	4.874
pH	6.41
Nitrogen (%)	0.244
Phosphorus (ppm)	0.57
Potassium (ppm)	26
Salt (%)	0.033

**Table 2.** Mean climatic data belonging to trial years

Months	2020-2021		2021-2022		Long Years	
	Temperature (°C)	Precipitation (mm)	Temperature (°C)	Precipitation (mm)	Temperature (°C)	Precipitation (mm)
November	8.8	22.2	11.6	61.2	9.4	76.5
December	9.7	27.0	9.6	72.5	5.7	100.9
January	7.0	129.4	3.6	176.0	3.7	91.3
February	7.3	36.0	6.7	111.0	5.2	70.4
March	6.8	97.8	5.8	96.3	7.6	73.9
April	12.5	100.0	14.0	46.4	12.2	59.3
May	18.3	92.8	17.4	20.0	16.5	62.8
June	20.5	99.4	21.5	204.2	20.3	70.5
July	24.6	143.2	22.7	23.8	22.4	45.1
Total		747.8		811.4		650.7

The research was conducted as a randomized block design with three replications. Both cropping seasons were sown manually in the first week of November, with 500 seeds per square meter and a row spacing of 20 cm with 5 m long and 6 rows wide. The plot sizes were 6 m<sup>2</sup> for both the planting and harvesting areas. Herbicide was used for weed control in the trial plots. There was no chemical use for the pests. Fifty kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen and 50 kg ha<sup>-1</sup> of phosphorus were applied per hectare with sowing, and the top dressing was split into two with 90 kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen applied during tillering and 60 kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen applied during the jointing stage. In both growing seasons, the harvest was completed in the first week of July. Ten spikes were randomly selected from each plot to determine spike length, spike number, grain number per spike, and grain weight per spike. Grain yield was determined by harvesting the plots. The thousand kernel weight was defined as counting 100 seeds four times and weighed on a 0.001 precision scale, then averaged and multiplied by 10. Data obtained from the research over two years were analyzed using JMP 10 statistical analysis program (JMP 2010), and Duncan test was applied to compare the means.

## RESULTS

According to the combined analysis of variance, genotype, year and genotype × year interactions were found to be significant for all investigated traits (Table 3).

**Table 3.** Mean square values for the investigated traits

Sources of variations	DF	GY	TKW	SL	SNS	GNS	GWS
Replication	2	2586 ns	2.9 ns	0.26 ns	0.74 ns	20 ns	0.002 ns
Year	1	123833**	339**	47**	12**	1834**	27**
Genotype	15	71339**	54**	5,8**	4,97**	1834**	0,27**
Genotype × Year	15	10803**	27**	0,68**	2,28**	53**	0,13*
Error	62	4572.2	1.02	0.13	0.64	20.49	0.08
CV		10.83	2.19	3.79	4.35	9.04	13.25

\*\* significant at P<0.01, \* significant at P<0.05, ns: not significant, CV (%): Variation of coefficient, DF: Degrees of freedom, GY: Grain yield, SL: Spike length, SNS: Number of spikelets per spike, GNS: Number of grains per spike, GWS: Grain weight per spike, TKW: Thousand kernel weight

The average values for spike length and spikelet number per spike are given in Table 4. The spike length of bread wheat genotypes varied between 9.0-12.8 cm in the first year, 7.6-11.0 cm in the second year, and 8.3-11.9 cm on average over the two years. The maximum spike length was observed in genotype H2G5 (11.9 cm) and the minimum was observed in the Esperia cultivar (8.3 cm). The mean spike length was determined as 10.3 cm in the first year, 8.9 cm in the second year, and 9.6 cm on average over the two years (Table 4).

Spike length is a genotype specific trait that is also significantly affected by environmental factors (Bilgin and Korkut 2005; Kaydan and Yagmur 2008). Ozkan (2022) and Mahpara et al. (2017) have reported that increasing spike length contributes to an increase in grain yield. The results obtained regarding spike length

in this study were in line with previous findings from Aydoğan and Soylu (2017) (8.87-11.10 cm), Gungor and Dumlupinar (2019) (7.3-10.0 cm), Albayrak et al. (2022) (6.47-9.08 cm), Bozkurt et al. (2022) (7.13-9.10 cm), and Gungor et al. (2022b) (7.4-10.4 cm).

**Table 4.** Mean values of spike length (cm) and spikelets/spike (no)

Genotypes	Spike Length (cm)			Spikelets/Spike (no)		
	2020-21	2021-22	Mean	2020-21	2021-22	Mean
H0G6	10.0 de	8.1 ef	9.0 f-h	19.4 bcd	18.2 b-d	18.8 cd
H1G0	12.3 a	11.0 a	11.6 a	19.7 bc	20.2 a	19.9 a
H2G5	12.8 a	10.9 a	11.9 a	18.0 efg	18.2 b-d	18.1 c-e
H3G6	10.6 b-d	9.1 bc	9.8 b-d	18.3 d-g	18.4 b-d	18.4 c-e
H6G6	11.1 b	8.9 cd	10.0 b	21.1 a	18.5 bc	19.8 ab
H6G7	10.3 cd	8.8 cd	9.6 c-e	18.7 c-f	16.7 ef	17.7 ef
H6G8	9.7 ef	9.4 bc	9.6 c-e	18.9 b-e	19.1 ab	19.0 a-c
H7G4	9.6 ef	7.6 f	8.6 ij	17.4 f-h	15.5 f	16.5 g
H8G3	10.8 bc	9.0 bc	9.9 bc	20.0 ab	17.4 c-e	18.7 cd
H8G5	10.1 de	9.6 b	9.8 b-d	17.1 gh	18.0 b-e	17.5 ef
H9G4	9.6 ef	7.6 f	8.6 h-j	18.9 b-e	17.0 de	17.9 d-f
H9G7	9.7 ef	9.2 bc	9.4 d-f	18.9 b-e	19.1 ab	18.9 bc
Esperia	9.0 g	7.6 f	8.3 j	16.8 h	17.5 c-e	17.1 fg
Glosa	10.0 de	7.8 ef	8.9 g-1	18.2 d-g	17.3 c-e	17.7 ef
Lucilla	9.4 fg	9.1 bc	9.3 e-g	18.2 d-g	18.5 bc	18.4 c-e
Rumeli	9.5 e-g	8.3 de	8.9 g-1	19.1 b-e	17.5 c-e	18.3 c-e
Mean	10.3 a	8.9 b	9.6	18.7 a	17.9 b	18.3

Differences between the means followed by the same letter are not significant at  $P < 0.05$  level

The number of spikelets per spike of bread wheat genotypes varied between 16.8 to 21.1 pieces/spike in the first year and from 15.5 to 20.2 pieces/spike in the second year, according to Table 4. The number of spikelets per spike varied between 16.5 and 19.9 pieces/spike according to the combined year values. The highest number of spikelets per spike was recorded in genotype H1G0 (19.9 pieces/spike) while the lowest spikelets per spike was recorded in genotype H7G4 (16.5 pieces/spike). The number of spikelets per spike positively affects the number of grains per spike and therefore, the yield per spike (Kahriman and Egesel 2011; Ozen and Akman 2015). Aydoğan and Soylu (2017), Gungor and Dumlupinar (2019), Albayrak et al. (2022), and Gungor et al. (2022b) have reported that the number of spikelets per spike varied between 17.67 to 25.20 pieces/spike, 16.2 to 20.7 pieces/spike, 15.20 to 18.67 pieces/spike, and 16.4 to 20.3 pieces/spike, respectively.

The mean values of the number of grains per spike and grain weight per spike of bread wheat genotypes included in the study are given in Table 5. In the first year of the study, the number of grains per spike was determined to be 54.4 pieces/spike, while in the second year it was 45.7. The number of grains per spike varied among genotypes, ranging from 48.3 to 62.7 pieces/spike in the first year, 39.2 to 58.6 pieces/spike in the second year, and 44.8 to 57.8 pieces/spike when considering both years combined. The lowest number of grains per spike was found in the H6G7 genotype (44.8 pieces/spike) according to the combined years, while the highest was obtained in the H8G5 genotype (57.8) (Table 5). The number of grains per spike can vary depending on several factors, including sowing density (Dinc and Ereku 2010), irrigation conditions (Subasi and Ayranci 2021), sowing methods (Kaydan et al. 2011), genetic structure (Bayram et al. 2017; Gungor and Dumlupinar 2019), and the spike's potential length and spikelet frequency, as reported by Ubaidullah et al. (2006). The number of grains per spike ranged from 27.2 to 49.7 pieces/spike in the study conducted by Gungor and Dumlupinar (2019), from 27.00 to 53.40 pieces/spike in the study conducted by Albayrak et al. (2022), and from 34.2 to 59.6 pieces/spike in the study conducted by Gungor et al. (2022b).

The grain weight per spike of the bread wheat genotypes included in the experiment was determined as 2.62 g in the first year, 1.55 g in the second year, and 2.09 g for the combined years. The lowest grain weight per spike, as observed in Table 5, was obtained from the Esperia cultivar with 1.68 g, while the Lucilla cultivar yielded the highest grain weight per spike with 2.50 g. (Table 5).



**Table 5.** Mean values of grains/spike (number) and grain weight/spike (g)

Genotypes	Grains/Spike (number)			Grain Weight/Spike (g)		
	2020-21	2021-22	Mean	2020-21	2021-22	Mean
H0G6	50.5 c-e	44.2 cd	47.4 de	2.43 c-e	1.50 b-d	1.96 d-f
H1G0	55.7 b-d	46.7 b-d	51.2 cd	2.98 a-c	1.50 b-d	2.40 a-d
H2G5	48.3 e	43.3 cd	45.8 e	2.58 b-e	1.52 b-d	2.05 c-e
H3G6	52.3 c-e	46.3 b-d	49.3 de	2.56 b-e	1.48 b-d	2.02 de
H6G6	61.0 ab	42.7 cd	51.9 b-d	2.76 b-d	1.49 b-d	2.13 c-e
H6G7	50.4 c-e	39.2 d	44.8 e	2.37 de	1.50 b-d	1.93 d-f
H6G8	59.3 ab	53.9 ab	56.6 ab	2.45 c-e	1.66 bc	2.05 c-e
H7G4	60.9 ab	43.5 cd	52.2 b-d	2.38 de	1.30 d	1.84 ef
H8G3	62.7 a	46.6 b-d	54.6 a-c	3.12 ab	1.77 ab	2.44 ab
H8G5	56.9 a-c	58.6 a	57.8 a	2.66 b-e	2.07 a	2.36 a-c
H9G4	61.1 ab	43.3 cd	52.2 b-d	2.59 b-e	1.42 cd	2.01 de
H9G7	48.7 e	46.2 b-d	47.5 de	2.33 de	1.73 bc	2.03 de
Esperia	48.7 e	42.0 cd	45.4 e	2.16 e	1.48 b-d	1.68 f
Glosa	52.5 c-e	43.1 cd	47.8 de	2.78 a-d	1.20 d	2.13 b-e
Lucilla	52.5 c-e	49.7 bc	51.1 cd	3.35 a	1.66 bc	2.50 a
Rumeli	49.2 de	41.4 cd	45.3 e	2.48 c-e	1.53 b-d	2.01 de
Mean	54.4 a	45.7 b	50.1	2.62 a	1.55 b	2.09

Differences between the means followed by the same letter are not significant at  $P < 0.05$  level

Grain weight per spike is a trait directly related to the photosynthetic capacity of plants and varies depending on genotype, climate, and cultivation techniques applied (Balkan and Genctan 2008). In studies conducted under different ecological conditions, researchers have reported that the grain weight per spike varied between 0.93-2.25 g (Gungor and Dumlupinar 2019), 1.61-3.33 g (Aydogan and Yagdi 2021), 1.11-1.82 g (Albayrak et al. 2022), and 0.81-1.80 g (Ozkan 2022).

The mean values of the thousand kernel weight and grain yield are given in Table 6. In the study, thousand kernel weight varied between 39.7-56.9 g in the first year, 39.2-48.4 g in the second year, and between 40.8-51.2 g on average across the years. The lowest thousand kernel weight based on the average of the years was determined in the H6G8 (40.8 g) genotype, while the highest thousand kernel weight was obtained from the H2G5 (51.2 g) genotype (Table 6).

**Table 6.** Mean values of thousand kernel weight (g) and grain yield ( $\text{kg ha}^{-1}$ )

Genotypes	Thousand Kernel Weight (g)			Grain Yield ( $\text{kg ha}^{-1}$ )		
	2020-21	2021-22	Mean	2020-21	2021-22	Mean
H0G6	46.3 e-g	44.9 b-d	45.6 g	5426 e-g	7338 a	6382 cd
H1G0	53.4 b	42.9 ef	48.2 c-e	5261 fg	4392 e	4826 fg
H2G5	56.9 a	45.5 bc	51.2 a	5885 d-f	4243 e	5063 fg
H3G6	49.7 cd	43.1 ef	46.4 fg	5941 de	4943 de	5442 ef
H6G6	45.8 fg	45.4 bc	45.5 g	5273 fg	4476 e	4875 fg
H6G7	46.2 e-g	48.1 a	47.1 ef	6046 c-e	5085 de	5565 ef
H6G8	39.7 h	42.0 fg	40.8 i	4816 g	4416 e	4611 g
H7G4	41.3 h	41.0 g	41.2 i	6100 cd	6175 a-d	6138 de
H8G3	50.4 c	48.4 a	49.4 b	7923 ab	7067 a	7495 ab
H8G5	46.8 ef	43.9 de	45.3 g	8315 a	7435 a	7875 a
H9G4	45.0 fg	43.0 ef	44.0 h	7558 b	6894 ab	7226 ab
H9G7	48.1 de	47.7 a	47.9 de	7473 b	6605 a-c	7039 bc
Esperia	44.7 e	39.2 h	41.9 i	6681 c	5338 c-e	6009 de
Glosa	53.8 b	44.5 cd	49.2 bc	7418 b	5434 b-e	6426 cd
Lucilla	49.9 cd	43.1 ef	46.5 fg	7510 b	7054 a	7282 ab
Rumeli	51.1 c	46.2 b	48.7 b-d	7967 ab	7207 a	7587 a
Mean	48.1 a	44.3 b	46.2	6599 a	5881 b	6240

Differences between the means followed by the same letter are not significant at  $P < 0.05$  level

Thousand kernel weight varies according to genetic structure, the number of spikes per square meter, the number of grains per spike, climate and soil conditions, spike-ripening time, the number of main stems and tillers, and cultural practices (Sahin et al. 2004; Rahman et al. 2009; Abbas and Topal 2017). Thousand kernel weight has a significant impact on grain yield and is a quality criterion valued by industry due to its importance in estimating amount of flour (Mut et al. 2007; Kahriman and Egesel 2011; Sahin et al. 2013). Thousand kernel weight ranges documented in similar studies were as follows: Gungor et al. (2019) reported 35.8-47.2 g, Kahraman et al. (2021) found 35.3-46.5 g, Albayrak et al. (2022) observed 30.02-42.88 g, and Gungor et al. (2022b) identified 36.6-45.3 g.

The grain yields of the bread wheat genotypes varied between 4816-8315 kg ha<sup>-1</sup> in the first year, 4243-7435 kg ha<sup>-1</sup> in the second year, and 4611-7875 kg ha<sup>-1</sup> in combined years, with an average grain yield of 6240 kg ha<sup>-1</sup> (Table 6). The genotypes H8G5 (7875 kg ha<sup>-1</sup>), Rumeli (7587 kg ha<sup>-1</sup>), Lucilla (7282 kg ha<sup>-1</sup>), and H9G4 (7226 kg ha<sup>-1</sup>) had the highest grain yields according to the combined year averages, while the genotypes H6G8 (4611 kg ha<sup>-1</sup>), H1G0 (4826 kg ha<sup>-1</sup>), and H6G6 (4875 kg ha<sup>-1</sup>) had the lowest grain yields (Table 6). In similar studies, grain yields ranging from 5152-7907 kg ha<sup>-1</sup> were reported by Gungor and Dumlupinar (2019), 5985-7083 kg ha<sup>-1</sup> by Kahraman et al. (2021), 1345-3463 kg ha<sup>-1</sup> by Albayrak et al. (2022), and 2940-6562 kg ha<sup>-1</sup> by Aydogan and Yagdi (2021). Grain yield varies according to environmental factors, genetic potential, and cultural practices (Aydogan and Soylu 2017; Gungor and Dumlupinar 2019; Atak et al. 2021; Gungor et al. 2022b).

## CONCLUSION

In recent years, wheat breeding studies have rapidly increased, and developed cultivars and candidates have been tested under different ecological conditions to determine their grain yield and quality traits. This research was carried out to determine the yield and yield components of 12 advanced bread wheat lines and four registered cultivars under Duzce ecological conditions. In terms of grain yield, the genotypes H8G3, H8G5, H9G4 Rumeli, and Lucilla stood out. It was determined that Glosa, H0G6, H3G5, H9G4, and H9G7 genotypes had higher yields than the average grain yield determined in the study.

## Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

## Author contribution

All authors contributed equally.

## Ethical Statement

During the writing process of the study titled "**Evaluation of Some Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars and Lines for Yield and Yield Components under Duzce Ecological Conditions**", scientific rules, ethical and citation rules were followed; No falsification has been made on the collected data and this study has not been sent to any other academic media for evaluation. Ethics committee approval is not required.

## REFERENCES

- Abbas, B., & Topal, A. (2016). Evaluation of yield and yield components of bread wheat genotypes obtained from different sources.
- Albayrak, Ö., Bayhan, M., Özkan, R., & Akıncı, C. (2022). Ekmeklik Buğday İleri Hatlarının Verim ve Verim Kriterlerinin İncelenmesi. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 173-182.
- Altınbas, M., Tosun, M., Yuce, S., & Can, A. R. (2004). Effects of genotype and location on the grain yield and some quality traits in bread wheats (*T. aestivum* L.). *The Journal of Agricultural Faculty of Ege University (Turkey)*.
- Mehmet, A. T. A. K., Özlem, K. I. S. A., & İbrahim, A. T. I. Ş. (2021). Ekim sıklığının buğday (*Triticum* sp.) genotiplerinin verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(2), 387-398.

- Aydoğan, S., & Soyly, S. (2017). Determination of yield, yield components and some quality properties of bread wheat varieties. *Journal of Central Research Institute for Field Crops*, 26(1).
- Aydoğan, R., & Yağdı, K. (2022). Bursa ekolojik koşullarında bazı ekmeklik buğday (*triticum aestivum* L.) çeşitlerinin tarımsal özelliklerinin değerlendirilmesi.
- Balkan, A., & Genctan, T. (2008). Effects of different row spacing and seeding rate on grain yield and yield components in some bread wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agricultural Sciences (Turkey)*.
- Bayram, S., Öztürk, A., & Aydın, M. (2017). Ekmeklik buğday genotiplerinin Erzurum koşullarında tane verimi ve verim unsurları yönünden değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(4), 569-579.
- Bilgin, O., & Korkut, K. Z. (2005). Determination of some phenological traits and grain yield of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties and lines. *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty*.
- Bozkurt M, Olgun M, Bolat N (2022). Investigation of yield and quality characteristics of some bread wheat lines and varieties under Eskişehir irrigated conditions. *Research Journal of Biology Sciences*. 15(2): 74-79
- Braun, H. J., Atlin, G., & Payne, T. (2010). Multi-location testing as a tool to identify plant response to global climate change. In *Climate change and crop production* (pp. 115-138). Wallingford UK: CABI.
- Dınç, S., & Ereku, O. (2010). BAZI EKMEKLİK BUĞDAYLARDA (*Triticum* (testimm L.) EKİM SIKLIĞININ VERİM VE VERİM ÖĞELERİNE ETKİSİ. *Journal of Adnan Menderes University, Agricultural Faculty*, 7(2).
- Güngör, H., & Dumlupınar, Z. (2019). Evaluation of some bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars for yield, yield components and quality traits in Bolu conditions. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 6(1), 44-51.
- Güngör, H., Çakır, M. F., & Dumlupınar, Z. (2022). İleri ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) hatlarının verim, verim unsuru ve kalite özellikleri bakımından değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (35), 123-127.
- Güngör, H., Cakir, M. F., & Dumlupinar, Z. (2022). Evaluation of wheat genotypes: genotype× environment interaction and gge biplot analysis. *Turkish Journal of Field Crops*, 27(1), 149-157.
- Hawkesford, M. J., Araus, J. L., Park, R., Calderini, D., Miralles, D., Shen, T., ... & Parry, M. A. (2013). Prospects of doubling global wheat yields. *Food and Energy Security*, 2(1), 34-48.
- JMP (2010). JMP User Guide, Release 10 Copyright © 2010, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, ISBN 978-1-59994-408-1.
- Kahraman, T., Güngör, H., Öztürk, İ., İlker, Y., & Dumlupınar, Z. (2021). Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinde genotip ve çevrenin tane verimi ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisinin temel bileşen ve GGE biplot analizleri ile değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(5), 992-1002.
- Kahriman, F., & Egesel, C. Ö. (2011). Farklı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Agronomik Ve Kalite Özellikleri Bakımından Değerlendirilmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 22-35.
- Kaydan, D., & Yagmur, M. (2008). A research on yield and yield components of some bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties in Van ecological conditions. *JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES-TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ*, 14(4).
- Kaydan, D., Tepe, I., Yagmur, M., & Yergin, R. (2011). Effects of sowing methods and rates on weeds, grain yield and some yield components of wheat.
- Polat, P. Ö. K., Çıfçıl, E. A., & Yağdı, K. (2015). Determination of relationships between grain yield and some yield components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(3), 355-362.
- Lobell, D. B., Schlenker, W., & Costa-Roberts, J. (2011). Climate trends and global crop production since 1980. *Science*, 333(6042), 616-620.
- Mahpara, S., Ali, Z., Rehmani, M. I. A., Iqbal, J., & Shafiq, M. R. (2017). Studies of genetic and combining ability analysis for some physio-morphological traits in spring wheat using 7× 7 diallel crosses. *Int J Agric Appl Sci*, 9(1), 33-40.
- Aydın, N., Bayramoğlu, O. H., Özcan, H., & Mut, Z. (2007). Investigation of yield and primary quality characteristics of some bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences (Turkey)*.
- Naneli, İ. (2022). Farklı Lokasyonlarda Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Verim ve Kalitesinin Belirlenmesi. *ICONTECH INTERNATIONAL JOURNAL*, 6(3), 47-58.
- Özen, S., & Akman, Z. (2015). Determination of yield and quality characteristics of some bread wheat cultivars in Yozgat ecological conditions. *Ziraat Fakültesi Dergisi-Süleyman Demirel Üniversitesi*, 10(1), 35-43.
- Özkan, R. (2022). Diyarbakır'da yağışa dayalı koşullarda yetiştirilen ileri kademe ekmeklik buğday hatlarının değerlendirilmesi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 6(3), 583-590.
- Parry, M. A., & Hawkesford, M. J. (2010). Genetic approaches to reduce greenhouse gas emissions: increasing carbon capture and decreasing environmental impact. In *Climate change and crop production* (pp. 139-150). Wallingford UK: CABI.
- Rahman, M. M., Hossain, A. K. B. A. R., Hakim, M. A., Kabir, M. R., & Shah, M. M. R. (2009). Performance of wheat genotypes under optimum and late sowing condition. *Int. J. Sustain. Crop Prod*, 4(6), 34-39.
- Sahin, M., Gocmen, A., Aydogan, S. (2004). Quality criterions for wheat and barley breeding programs (A review). *Journal of Crop Research*. 1(1), 54-60

- Şahin, M., Akçacık, A. G., Aydoğan, S., & Özer, E. (2013). Effect of grain size on quality traits in bread wheat. *Anadolu*, 23(2), 1-8.
- Sakin, M. A., Akbalık, Ş., & Dirik, K. Ö. (2022). Çorum-İskilip Şartlarında Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Bazı Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 11(2), 83-97.
- Subasi, K., & Ayrancı, R. (2021). Determination of the correlations between grain yields and agricultural characteristics of some bread wheat genotypes in Konya ecological conditions.
- TUIK (2023). Turkish Statistical Institute. <https://www.tuik.gov.tr> (Accesed on 02.01.2023).
- Ubaidullah, R., Mohammad, T., Hafeezullah, A. S., & Nassimi, A. W. (2006). Screening of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for some important traits against natural terminal heat stress. *Pak. J. Biol. Sci*, 9, 2069-2075.
- Ullah, M. I., Mahpara, S., Bibi, R., Shah, R. U., Ullah, R., Abbas, S., ... & Khan, M. I. (2021). Grain yield and correlated traits of bread wheat lines: Implications for yield improvement. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(10), 5714-5719.

## Research Article

## Nematode Fauna Associated with Weeds in Vineyards in Aegean region of Türkiye

Bahadır ŞİN<sup>1</sup>, Lerzan ÖZTÜRK<sup>2\*</sup><sup>1</sup> Faculty of Agriculture, Sakarya University of Applied Sciences, Sakarya, Türkiye<sup>2</sup> Tekirdag Viticulture Research Institute, Tekirdağ, Türkiye

\*Corresponding author e-mail: lerzanzoturk@gmail.com

## ABSTRACT

ARTICLE  
INFO

Surveys were carried out between the years 2021-2022 to determine the nematode hosts of weeds in the vineyard areas of Izmir and Manisa provinces in the Aegean Region. Fifty-five weeds belonging to different families, Asteraceae, Apiaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Geraniaceae, Lamiaceae, and Poaceae, were identified in vineyards. In the study, 19 genera of free-living and 17 genera of plant feeder nematode species were extracted from the roots and rhizosphere soil of weeds. The detected nematode species were divided into herbivores, fungivores, omnivores, bacterivores, and predators. The majority of plant parasitic nematodes consisted of ectoparasitic species. On the other hand, *Meloidogyne* species were prominent among the plant parasitic nematode genera detected, and *Amaranthus retroflexus* L., *Anagallis arvensis* L., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Chenopodium album* L., *Eleusine indica* (L.) Gaertn, *Gallium aparine* L., *Heliotropium europaeum* L., *Lepidium draba* L., *Lamium amplexicaule* L., *Lactuca serriola* L., *Portulaca oleracea* L. were identified as hosts. *Pratylenchus neglectus*, *P. thornei*, *Longidorus elongatus*, and *Ditylenchus dipsaci* were other economically important nematode species identified from the root zone of weeds. Bacterial feeder *Cephalobus*, omnivore *Mesodorylaimus*, and plant-parasitic *Geocenamus brevidens* had the highest populations counted as 61, 81, and 22 in 100 cm<sup>3</sup> soil in survey areas, respectively.

Received:  
20.03.2023  
Accepted:  
15.09.2023

**Keywords:** Nematode, Weed hosts, Vineyards, Türkiye

**Cite this article as:** Şin, B., & Öztürk, L. (2023). Nematode Fauna Associated with Weeds in Vineyards in Aegean region of Türkiye. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 13(2), 108-118. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1267844>



## INTRODUCTION

Grapevine (*Vitis vinifera* L.) is a perennial herb with more than 6000 species from the Vitaceae family (Agulheiro-Santos et al. 2021). The grapevine, which can adapt to different climatic conditions, is among the world's most widely grown cultivated plants due to being not selective regarding soil requirements and easily reproduced and consumed in different ways. In addition to being consumed fresh, its fruit is used to make jam, fruit juice, jelly, vinegar, wine, and various herbal extracts and oil from its seeds. Fifty-seven percent of the grapes produced on earth are used in winemaking, 36% are consumed fresh, and 7% are dried. Grape production constitutes 28% of fruit production in our country, and vineyards account for 15% of the regions where horticulture is carried out (Çelik 2013).

Weeds are one of the biotic factors affecting production in vineyards. They comprise 8.000 of the 250.000 plants diagnosed on Earth (Holm et al. 1979). Weeds are undesirable plants whose seeds can maintain vitality in the soil for years, germinate under suitable conditions, and weed seeds can quickly disperse to non-infested areas (Davies and Sheley, 2007). Without environmental intervention in the newly infected areas, they can multiply quickly and invade the whole area.

Weeds compete with crop plants for water and nutrients necessary for survival (Wisler and Norris 2005). Weed infestation poses a significant problem in newly established vineyard areas. Newly planted seedlings with under-developed roots may be more prone to weed competition in vineyards that are generally not irrigated. Several species can reach deeper soil depths than vine species, take nutrients and water from the depths that seedling roots cannot reach, grow faster than young seedlings and cover them and reduce the valuable sunlight they can receive.

Soils around weeds are host plants for several nematode species. Soils contain wide species of fungivores, predators, omnivores, herbivores, and bacterivore nematodes. Bacterivore and fungivore nematodes play a significant role in organic waste decomposition. By decomposing organic material, releasing elements like C, N, and P, and aerating, nematodes improve soil nutrient and food web conditions. This condition indirectly promotes crop plant growth and weed growth in soils with rich content. An increase in weed growth will also increase weed-induced damage in cultivated plants.

Moreover, plant parasitic nematodes damage plant roots and cause up to 80% reduction in yield in grapevine (Askary et al., 2018). In contrast, predators are vital natural enemies that can reduce populations of plant-damaging pests. For instance, predator dorylaimid nematodes can feed on several *Meloidogyne* species (Timper et al. 2021).

Weeds maintain many of these nematode species inside their roots or soils around their roots. A high rate of nematode-susceptible weeds can host many, especially plant parasitic nematodes. Additionally, nematodes feeding on weeds may increase their population. The increase of nematodes in fields may cause a decrease in nematode resistance in crop plants resistant to nematodes (Davis and Webster, 2005). The genera richness of nematodes varies depending on weed species. Some weeds may secrete allelochemicals that suppress nematode reproduction (Yeates and Williams, 2001). Some of them may have strong root structures and may not allow nematode feeding and thus cannot increase the nematode population that cannot be fed. However, weeds are not only host for nematodes but also are known to protect them from toxic chemical damage by absorbing pesticides, thus survived nematodes may cause new nematode damage (Rocha et al., 2021). Furthermore, the life span of weeds also affects the nematode population. Thus the fauna of nematodes in fields may vary depending on weed diversity and need to be identified.

Izmir and Manisa are one of the biggest producers of grapevine. Viticulture is carried out on 103.851 decares in Izmir and 866.496 in Manisa. In Izmir, table grapes are grown in 41,383 decares of area, wine grapes in 16.399, and dried grapes in 46.212 (Anonymous, 2022). The vineyard area in two provinces constitutes 23% of the country's production area and 41.4% in production amount (Yasan-Ataseven, 2021). While most producers in Izmir are small-scale producers, viticulture is carried out in more extensive areas in Manisa, especially for raisin production, for commercial purposes. Vineyards have a vital position in agricultural production regarding the area they cover. Thus, it is important to determine weeds and nematode fauna associated with these weeds. The present study mainly focuses on determining weed hosts of plant-parasitic nematodes, considered significant grapevine pests. The finds will reveal how important weed control, especially nematode hosts, is in vineyards.



## MATERIAL AND METHODS

### Study Area Information

The study area covers Izmir and Manisa provinces. During the surveys, the highest temperature in Izmir was measured as 36°C and the lowest temperature as 14°C, and the annual precipitation in the province was approximately 700 mm. In Manisa, the temperature was 34 °C, and the lowest was 17 °C. Rainfall was 713 mm per year. Most vineyards in Izmir were not irrigated, and irrigation was carried out at regular intervals with drip irrigation in the vineyard areas in Manisa. The investigated vineyards located in Kemalpaşa, Menemen, and Torbalı districts in Izmir and Salihli, Saruhanlı, Akhisar, Turgutlu, and Şehzadeler districts in Manisa (Table 1, Figure 1).

**Table 1.** The information on surveyed vineyards in Manisa and Izmir (Tuik, 2021).

Provinces	Districts	Total production area (ha)	Surveyed area (da)	Number of sampled vineyards
Izmir	Kemalpaşa	2.840	77	9
	Menemen	3.075	84	7
	Torbalı	677	32	6
Manisa	Akhisar	1.9905	198	6
	Şehzadeler	8.665	51	3
	Yunusemre	2.555	14	1
	Saruhanlı	10.500	152	6
	Turgutlu	7.079	67	5
	Salihli	13.033	276	13



**Figure 1.** Surveyed area in the map of Türkiye

### Collection and Identification of Weeds in Vineyards

While selecting the vineyards in the survey, the rule of at least a 1 km distance between them was followed, and the vineyards were chosen randomly. The vineyard area sizes ranged from 2-30 da in Izmir and 10-45 da in Manisa. Observations on weeds in each vineyard were conducted and recorded. Weed samples were collected and transferred to Sakarya University of Applied Sciences for identification. Weed density was evaluated by counting weeds at a 1 m<sup>2</sup> frame. The weeds in quadrat size 1m x 1m were measured five times and then averages count were used to determine the number of weeds in m<sup>2</sup>. The frequency of occurrence (f%) of species was calculated as the number of vineyards where the species was recorded divided by the total number of vineyards visited (Sırma et al., 2001). Density (plant/m<sup>2</sup>) was calculated by dividing the number of plants in total m<sup>2</sup> by the number of vineyards sampled.

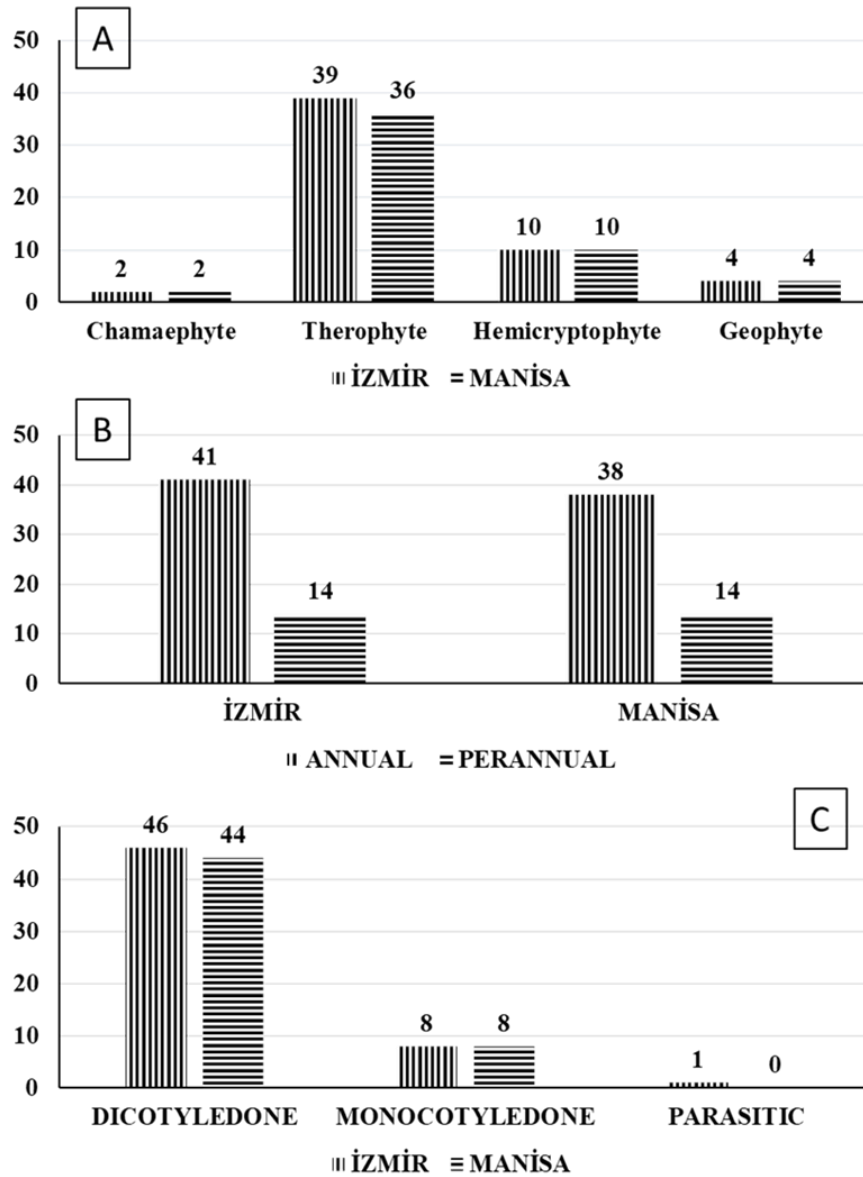
Each species' herbarium was prepared by slowly drying the plant samples at room temperature. Dried samples were attached to cardboard and labeled. Weeds were identified from the plant morphology. At the final stage, weeds were divided into annual, biennial, and perennial according to life span, geophyte, chamaephyte, therophyte, and phanerophyte according to life form (Raunkiaer, 1937), monocotyledon, dicotyledon and parasite.

### ***Extraction and Identification of Nematodes Associated with Weeds in Vineyards***

Root samples and rhizosphere soil, basically from 0-30 cm, were also collected to identify nematode species. Additionally, weed roots were examined for nematode galls. Nematodes in soil were extracted by combining Cobb's (1913) decanting-sieving and centrifuge flotation of Jenkins (1964). In this method, 100 cm<sup>3</sup> soil was mixed with 300 ml water, stirred well, and sieved through 100 and 400 mesh sieves. Nematodes on 400 mesh sieve were centrifuged at 1.750 rpm for 5 minutes, and adding 50 sugar solution was centrifuged again for 1 minute. The centrifuged mixture was passed through a 400 mesh sieve, and juvenile, female, and male nematodes were collected. Nematodes from roots were collected with the Modified Baermann method. Nearly 50 g of the root was washed and placed on funnels containing filter paper. Roots were kept for two days in water, and migrated nematodes were collected. When root galling was observed, females of nematodes inside the roots were hand-picked, and perineal patterns of these females were prepared and identified (Hartmann and Sasser, 1985). Nematodes were counted from 1 ml of the extracted suspension under the microscope at 10X magnification. By examining the morphological characteristics of female individuals, such as stylet shape, vulva position, tail shape, and longitudinal lines, free-living nematodes were identified at the genus level, and plant parasites at the species level. Slides of nematodes were prepared from heat-killed and in TAF (7 ml 40% formaldehyde + 2 ml triethanolamine + 91 ml), Seinhorst I (1 part glycerin + 79 parts distilled water), and Seinhorst II (5 parts glycerin) + 95 parts of ethanol solutions processed females. Treated nematodes were fixed on a slide with glycerin dripping using the wax ring method (Seinhorst, 1959). Plant-parasitic species have been identified according to keys such as Loof and Luc (1990), Brezski (1991), and Handoo et al. (2007).

### **RESULTS**

Fifty-five weed species were determined in the vineyard areas of Izmir and Manisa. While 55 species were found in Izmir province, 52 were in Manisa province. Among all, one species was parasitic, eight were narrow-leaved, and 45 were broad-leaved. According to the life span, weeds were grouped as annual and perennial, and no weeds with a two-year age were found. According to life form, it is divided into four groups' chamaephyte, therophyte, hemicryptophyte, and geophyte. Therophyte species were prominent in terms of number in the vineyard areas. Forty-six weeds detected in Izmir province were dicotyledonous, one parasitic, and eight monocotyledonous weeds. In Manisa province, 44 weeds were dicotyledonous, and eight were monocotyledonous. None of the parasitic species were found in the vineyard areas of Manisa province. The number of annual weeds was 41 in Izmir and 8 in Manisa. Among the perennial weeds, 17 were found in Izmir and 16 in Manisa. According to life form, therophyte weeds stood out in both provinces and chamaephyte was in the last place with a small number of taxons (Figure 2).



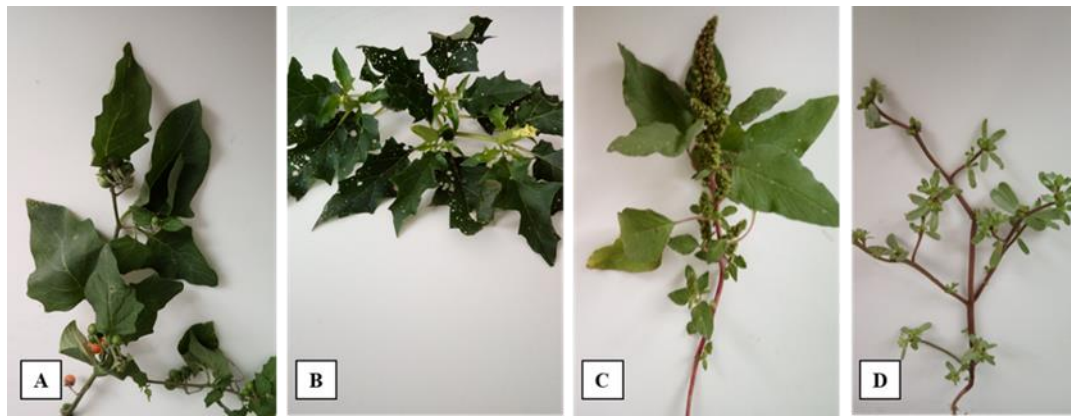
**Figure 2.** The number of weeds classified by A. Morphotypic character B. Life cycle C. Raunkiaer life form

Identified weeds in the vineyards belonged to 30 families. The families with the most taxon in vineyard areas were determined as Asteraceae (11 species), Brassicaceae (6 species), and Poaceae (7 species). All individuals in these families were identified in both provinces. On the other hand, two taxa were determined from Boraginaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Primulaceae, and Solanaceae families (Table 2, Figure 3).

**Table 2.** The list of weed species found in vineyards in Izmir and Manisa

Family	Scientific name	Life form	Life cycle	Izmir	Manisa
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Th	A	+	+
Asteraceae	<i>Calendula arvensis</i> L.	Th	A	+	+
	<i>Centaurea solstitialis</i> L.	Th	A	+	+
	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	G	P	+	+
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Th	A	+	+
	<i>Cichorium intybus</i> L.	H	P	+	+
	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Th	A	+	+

	<i>Senecio vulgaris</i> L.	Th	A	+	+
	<i>Sonchus arvensis</i> L.	Th	P	+	+
	<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg	H	P	+	+
	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Ch	A	+	+
	<i>Xanthium spinosum</i> L.	Th	A	+	+
Apiaceae	<i>Daucus carota</i> L.	Th	A	+	+
Apocynaceae	<i>Cynanchum acutum</i> L.	Ch	P	+	+
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia clematidis</i> L.	G	P	+	+
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i> L.	H	P	+	+
	<i>Heliotropium europaeum</i> L.	Th	A	+	+
Brassicaceae	<i>Capsella-bursa pastoris</i> (L.) Medik	Th	A	+	+
	<i>Lepidium draba</i> L.	H	A	+	+
	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Th	A	+	+
	<i>Sisymbrium altissimum</i> L.	Th	A	+	+
	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Th	A	+	+
	<i>Thlaspi arvense</i> L.	Th	A	+	+
Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill	Th	A	+	+
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i> L.	Th	A	+	+
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	H	P	+	+
Cucurbitaceae	<i>Ecballium elaterium</i> (L.) A. Rich.	H	P	+	+
Cuscutaceae	<i>Cuscuta</i> spp.	Th	A	+	-
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	G	P	+	+
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Th	A	+	+
Fabaceae	<i>Trifolium arvense</i> L.	Th	P	+	+
Fumariaceae	<i>Medicago sativa</i> L.	Th	P	+	+
	<i>Fumaria officinalis</i> L.	Th	A	+	+
Geraniaceae	<i>Geranium dissectum</i> L.	Th	A	+	+
Lamiaceae	<i>Lamium purpureum</i> L.	Th	A	+	+
	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Th	A	+	+
Malvaceae	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	Th	A	+	+
	<i>Malva sylvestris</i> L.	Th	A	+	+
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i> L.	Th	A	+	+
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L.	H	P	+	+
Poaceae	<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	H	A	+	+
	<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	H	A	+	+
	<i>Avena fatua</i> L.	Th	A	+	+
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	G	P	+	+
	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	Th	A	+	+
	<i>Poa annua</i> L.	Th	A	+	+
	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers	H	A	+	+
Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Th	A	+	+
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Th	A	+	+
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i> L.	Th	A	+	+
Ranunculaceae	<i>Consolida regalis</i> Gray.	Th	A	+	-
Solanaceae	<i>Datura stramonium</i> L.	Th	A	+	+
	<i>Solanum nigrum</i> L.	Th	A	+	+
Urticaceae	<i>Urtica urens</i> L.	Th	A	+	-
Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i> L.	Th	A	+	+



**Figure 3.** A. *Chenopodium album* L. B. *Datura stramonium* L. C. *Amaranthus retroflexus* L. D. *Portulaca oleracea* L.

In Manisa province, *Amaranthus retroflexus* L. (69%), *Capsella bursa pastoris* (L.) Medik (49%), *Portulaca oleracea* L. (59%), *Convolvulus arvensis* L. (66%), *Tribulus terrestris* L. (88%), *Raphanus raphanistrum* L. (57%), *Chenopodium album* L. (56%), species are common. In contrast, in Izmir province, *Avena fatua* L. (85%), *Chenopodium album* L. (52%), *Centaurea solstitialis* L. (56%), the prevalence of *Heliotropium europaeum* L. (60%) weeds were found to be remarkably high. Two vineyard areas in Manisa were heavily infested with *Datura stramonium* L. However, *Cuscuta* spp. was not seen. Regarding density per 1 m<sup>2</sup> in vineyard areas, *Stellaria media* (L.) Vill (23), *Avena fatua* L. (13), *Sorghum halepense* (L.) Persian (8) stood out.

#### **Nematodes Associated with Weeds in Vineyards of Manisa and Izmir**

During the surveys, 19 genera of free-living nematodes were identified in the root of weeds. Bacterial feeder (9 genera), fungal feeder (3 genera), omnivore (4 genera), predator (3 genera), and plant feeder nematode species (17 genera) were detected in the soils collected from the root zone of weeds in the vineyard areas (Table 3).

**Table 3.** Taxonomic classification of nematode genera and species found in Izmir and Manisa vineyards.

Genus	Order	Family	Feeding habitat	Izmir	Manisa
<i>Achromadora</i> Cobb, 1913	Chromadorida	Achromadoridae	bacterivore	+	-
<i>Acrobeloides</i> Cobb, 1924	Rhabditida	Cephalobidae	bacterivore	+	+
<i>Acrobeles</i> von Linstow, 1877	Rhabditida	Cephalobidae	bacterivore	+	+
<i>Alaimus</i> De Man, 1880	Dorylaimida	Alaimidae	bacterivore	+	+
<i>Aphelenchus</i> Bastian, 1865	Aphelenchida	Aphelenchoididae	fungivore	+	+
<i>Aphelenchoides</i> Fischer, 1894	Aphelenchida	Aphelenchoididae	fungivore	-	+
<i>Aporcelaimus</i> Thorne and Swanger, 1936	Dorylaimida	Aporcelaimidae	omnivore	+	+
<i>Basiria</i> Siddiqi, 1959	Tylenchida	Tylenchidae	plant-parasitic	+	+
<i>Boleodorus</i> Thorne, 1941	Tylenchida	Boleodorinae	plant-parasitic	+	+
<i>Cephalobus</i> Bastian, 1865	Rhabditida	Cephalobidae	bacterivore	+	+
<i>Clarkus</i> Jairajpuri, 1970	Mononchida	Mononchidae	predator	+	-
<i>Ditylenchus</i> , Flipjev, 1936	Tylenchida	Anguinidae	fungivore	+	+
<i>Dorylaimus</i> Dujardin, 1845	Dorylaimida	Dorylaimidae	omnivore	+	+
<i>Eudorylaimus</i> Andrassy, 1959	Dorylaimida	Dorylaimidae	omnivore	+	+
<i>Filenchus</i> Andrassy, 1954	Tylenchida	Tylenchidae	plant-parasitic	+	+
<i>Geocenamus</i> Thorne and Malek, 1968.	Tylenchida	Merliniidae	plant-parasitic	+	+
<i>Helicotylenchus</i> Steiner, 1945	Tylenchida	Hoplolaimidae	plant-parasitic	+	+
<i>Longidorus</i> Micoletzky, 1922	Dorylaimida	Longidoridae	plant-parasitic	+	+
<i>Macroposthonia</i> de Man, 1880	Tylenchida	Criconematidae	plant-parasitic	+	+
<i>Meloidogyne</i> Goeldi, 1892	Tylenchida	Heteroderidae	plant-parasitic	+	+
<i>Mesodorylaimus</i> Andrassy 1959	Dorylaimida	Dorylaimidae	omnivore	+	+
<i>Mesorhabditis</i> Osche, 1952	Rhabditida	Rhabditidae	bacterivore	+	+



<i>Paratylenchus</i> Micoletzky, 1922	Tylenchida	Paratylenchidae	plant-parasitic	+	+
<i>Plectus</i> Bastian, 1865	Plectida	Plectidae	bacterivore	+	-
<i>Pratylenchoides</i> Winslow, 1958	Tylenchida	Pratylenchidae	plant-parasitic	+	+
<i>Pratylenchus</i> Filipjev, 1936	Tylenchida	Pratylenchidae	plant-parasitic	+	+
<i>Psilenchus</i> de Man, 1921	Tylenchida	Tylenchidae	plant-parasitic	+	+
<i>Rhabditis</i> Dujardin, 1845	Rhabditida	Rhabditidae	bacterivore	+	+
<i>Rotylenchus</i> Filipjev, 1936	Tylenchida	Hoplolaimidae	plant-parasitic	+	+
<i>Rotylenchulus</i> Filipjev, 1936	Tylenchida	Rotylenchulidae	plant-parasitic	-	+
<i>Seinura</i> Fuchs, 1931	Aphelenchida	Aphelenchoididae	predator	-	+
<i>Tripyla</i> Bastian, 1865	Triplonchida	Tripylidae	predator	+	+
<i>Tylenchus</i> Bastian, 1865	Tylenchida	Tylenchidae	plant-parasitic	+	+
<i>Tylenchorhynchus</i> , Cobb, 1913	Tylenchida	Telotylenchidae	plant-parasitic	+	+
<i>Xiphinema</i> Cobb, 1913	Dorylaimida	Longidoridae	plant-parasitic	+	+
<i>Wilsonema</i> Cobb, 1913	Plectida	Plectidae	bacterivore	+	-

While bacterial feeder *Cephalobus* and omnivore *Mesodorylaimus* were the most common, the highest populations in 100 g soil were 61 and 81, respectively. *Dorylaimus* from omnivorous species, *Acrobeles*, *Acrobeloides*, *Alaimus*, bacterivorous species, and *Rhabditis* from fungivore species were also common across the weeds in vineyards.

Plant-parasitic nematodes belonging to 17 genera were isolated from roots. The most prominent were *Geocenamus* (67.8% occurrence) and *Filenchus* spp. (88.5 % occurrence). Among the plant-parasitic nematode species detected, *Meloidogyne javanica* and *M. incognita* were prominent in Manisa province. Many hosts of these nematodes, such as *Portulaca oleraceae* L., *Lactuca serriola* L., *Amaranthus retroflexus* L. were identified.

Plant parasitic nematodes such as *Ditylenchus dipsaci*, *Pratylenchus neglectus*, *P. thornei*, and *Longidorus elongatus* were recovered from soil and roots of weeds like *Urtica urens* L. and *Carduus nutans* L. *Calendula arvensis* L. (31 genera), *Lamium amplexicaule* L. (30 genera), *Capsella-bursa pastoris* (L.) Medik (28 genera) and *Taraxacum officinale* L. (27 genera) took first place when the weeds containing the most nematode species (free living+plant parasitic) in the root zone were examined (Table 4).

**Table 4.** Some weed hosts of mostly distributed nematode genera and species in Manisa and Izmir

Nematode genera	Weeds
<i>Aphelenchus avenae</i> Bastian, 1865	All weeds
<i>Aphelenchoides sacchari</i> Fischer, 1894	All weeds
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	<i>Fumaria officinalis</i> L., <i>Carduus nutans</i> L., <i>Raphanus raphanistrum</i> L., <i>Anagallis arvensis</i> L., <i>Portulaca oleracea</i> L., <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn, <i>Matricaria chamomilla</i> L., <i>Malva sylvestris</i> L., <i>Senecio vulgaris</i> L., <i>Euphorbia helioscopia</i> L.
<i>Geocenamus brevidens</i> (Allen, 1955) Siddiqi, 1970	All weeds
<i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949	<i>Amaranthus retroflexus</i> L., <i>Chenopodium album</i> L., <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn, <i>Gallium aparine</i> L., <i>Heliotropium europaeum</i> L., <i>Lepidium draba</i> L., <i>Lamium amplexicaule</i> L., <i>Lactuca serriola</i> L., <i>Portulaca oleracea</i> L.
<i>Meloidogyne javanica</i> Treub, 1885	<i>Amaranthus retroflexus</i> L., <i>Anagallis arvensis</i> L., <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers., <i>Chenopodium album</i> L., <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn, <i>Gallium aparine</i> L., <i>Heliotropium europaeum</i> L., <i>Lepidium draba</i> L., <i>Lamium amplexicaule</i> L., <i>Lactuca serriola</i> L., <i>Portulaca oleracea</i> L.
<i>Pratylenchus neglectus</i> Filipjev and Stekhoven, 1941	<i>Amaranthus retroflexus</i> L., <i>Calendula arvensis</i> L., <i>Capsella-bursa pastoris</i> (L.) Medik, <i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist, <i>Chenopodium album</i> L., <i>Euphorbia helioscopia</i> L., <i>Stellaria media</i> (L.) Vill, <i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.
<i>Pratylenchus thornei</i> Sher and Allen, 1953	<i>Capsella-bursa pastoris</i> (L.) Medik, <i>Lamium amplexicaule</i> L., <i>Stellaria media</i> (L.) Vill, <i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.
<i>Longidorus elongatus</i> (de Man, 1876) Micoletzky, 1922	<i>Urtica urens</i> L., <i>Fumaria officinalis</i> L., <i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg, <i>Lamium amplexicaule</i> L., <i>Malva sylvestris</i> L., <i>Papaver rhoeas</i> L., <i>Senecio vulgaris</i> L., <i>Stellaria media</i> (L.) Vill,



## DISCUSSION

Weeds cause direct and indirect crop loss in grapevines by competing for water, light, and nutrients. Most vineyards worldwide need accessible water, and weeds may consume insufficient water in the soil, an essential resource for grapevine growth. Unmanaged weeds could cause yield reductions by up to 37%, cane weight by 68%, number of clusters per vine by 28%, and berry weight by 3% (Byrne and Howell, 1978). Dense weed growth can create humidity conditions that contributing to fungal diseases (Elsner and Hanson 2014).

In this study, 55 weed species were determined in the vineyard areas surveyed. Species of Asteraceae, Brassicaceae, and Poaceae families were commonly found. In previous studies, thirty-one species were reported in the vineyard areas of Edirne, Kırklareli, and Tekirdağ in the Marmara Region and 68 species in Manisa in the Aegean Region. In both studies, similar to ours, the number of identified species from the Asteraceae, Brassicaceae, and Poaceae families was high (Kaçan and Boz 2015; Ozturk et al. 2017). In a study conducted in Diyarbakır, 168 weed species belonging to 35 families were determined (Kaçar and Özaslan 2020).

Weeds such as *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, and *Portulaca oleraceae* were most common in Izmir and Manisa. *Amaranthus retroflexus* and *C. album* can grow in all types of soil conditions, and more than 20,000 seeds can quickly invade the area where it is located (Brijacak et al., 2018).

In our study, 36 species of nematodes were extracted from weed roots and soil. The most common of these, and the vast majority, consisted of bacterivore species. Bacterivorous species contribute to soil fertility by decomposing residues in vineyard soils (Schmidt et al., 2020). On the other hand, 17 genera of plant-parasitics were identified. Of these, the two most important genera, *Meloidogyne javanica*, and *M. incognita*, were found in 11 weed species, and *L. elongatus* in 8 weed species. Although there are few studies on this subject, in a study conducted on nematode fauna in weeds, 43 nematode species belonging to 22 families were found in the roots of 30 weed species and in the soil in Nigeria. Species from genera like *Aphelenchus*, *Aphelenchoides*, *Longidorus*, *Meloidogyne*, *Plectus*, *Pratylenchus*, *Rhabditis*, *Xiphinema* and *Tylenchorrhynchus* were identified (Eche et al., 2010). In another study conducted by Quénéhervé et al. (2005) in banana growing areas, 24 of the weeds were reported as hosts of *Radopholus similis*, 23 were hosts of *Helicotylenchus* spp., 13 were hosts of *Pratylenchus* spp., 13 were hosts of *Hoplolaimus seinhorsti*, 29 were hosts of *Meloidogyne* spp. and 24 was the host of *Rotylenchulus reniformis*.

Among the detected nematodes in this study in Izmir and Manisa, species such as *Longidorus elongatus*, the vector of tobacco black ringspot and raspberry ringspot viruses, gain importance. This nematode was found in roots of *Urtica urens* L., *Fumaria officinalis* L., *Taraxacum officinale* F.H.Wigg, *Lamium amplexicaule* L., *Malva sylvestris* L., *Papaver rhoeas* L., *Senecio vulgaris* L., *Stellaria media* (L.) Vill. Moreover, most plant-parasitic viruses have a wide host range, including annual and perennial weed species. Eleven weeds identified in this study were reported to maintain grapevine nepoviruses such as arabis mosaic virus, grapevine fanleaf virus, tomato ringspot virus, and tobacco black ringspot virus. For instance, *Stellaria media* (L.) Will. host six nepoviruses. Viruses prefer biennial and perennial weeds to overwinter. Nematodes that lose their infectivity during molting or in the absence of infected vines may re-gain virus particles by feeding on infected weeds. In this way, nematodes can recover the virus from newly germinated weed hosts (Murant and Taylor, 1965). Since only one nematode individual can take the virus from weeds and transfer it to the vine, identifying nematodes in virus-infested vineyards and combating host weeds, if any, gain importance (Ozturk and Şin 2022). This study showed that nematodes found in the rhizosphere soil of grapevine in the vineyards are also present in the weed roots and the surrounding soils. Even if the grapevines are removed from the soil, weeds may serve as a food source for nematodes and nematodes may survive for years.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Some results of this manuscript were represented as an abstract in 10th Türkiye Viticulture and Technology Symposium, on 03-07 October 2022, Manisa, Türkiye.

## Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

## Author contribution

All authors contribute to the survey, species identification, and manuscript preparation.

## Ethical Statement

During the writing process of the study titled "**Nematode Fauna Associated with Weeds in Vineyards in Aegean region of Türkiye**", scientific rules, ethical and citation rules were followed; No falsification has been made on the collected data and this study has not been sent to any other academic media for evaluation. Ethics committee approval is not required.

## REFERENCES

- Agulheiro-Santos, A. C., Laranjo, M., & Ricardo-Rodrigues, S. (2021). Table grapes: There is more to vitiviniculture than wine.... *Grapes and Wine*.
- Anonymous 2022. Turkish Statistical Institute. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)
- Askary, T. H., Khalil, A., Nazir, N., Khan, A. A., & Banday, S. A. (2018). Nematode parasites of grapevines. *Sustainable Agriculture Reviews 31: Biocontrol*, 389-423.
- Brijaćak, E., Šoštarić, V., & Šćepanović, M. (2018). BIOLOGIJA I EKOLOGIJA BIJELE LOBODE (*Chenopodium album* L.). *Agronomski glasnik/Agronomy Journal (0002-1954)*, 80(1).
- Brzeski, M. W. (1991). Review of the genus *Ditylenchus* filipjev, 1936 (Nematoda: Anguinidae). *Revue de Nématologie*, 14(1), 9-59.
- Byrne, M. E., & Howell, G. S. (1978). Initial response of Baco noir grapevines to pruning severity, sucker removal, and weed control. *American Journal of Enology and Viticulture*, 29(3), 192-198.
- Çelik, H. (2013). Türkiye Bağcılığında Üretim Hedefleri, Vizyon 2023 Bağcılık Çalıştayı. 40s, Tekirdağ Bağcılık Araştırma İstasyonu, Tekirdağ, Türkiye.
- Davies, K. W., & Sheley, R. L. (2007). A conceptual framework for preventing the spatial dispersal of invasive plants. *Weed Science*, 55(2), 178-184.
- Davis, R. F., & Webster, T. M. (2005). Relative host status of selected weeds and crops for *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis*.
- Decraemer, W., & Hunt, D. J. (2006). Structure and classification. In *Plant nematology* (pp. 3-32). Wallingford UK: CABI.
- Eche, C. O., Jimin, A. A., Usman, H. I., & Oluwatayo, J. I. (2015). Nematode diversity on some common weeds in Makurdi, Southern Guinea savannah agro-ecological zone of Nigeria. *Researchjournali's Journal of Agriculture*, 2, 10-15.
- Elsner E., Hanson D. (2014). Weed identification. Missouri weed extension dep.
- Jenkins, W. R. B. (1964). A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant disease reporter*, 48(9).
- Handoo, Z., Khan, A., & Islam, S. (2007). A key and diagnostic compendium to the species of the genus *Merlinius* Siddiqi, 1970 (Nematoda: Tylenchida) with description of *Merlinius khuzdarensis* n. sp. associated with date palm. *Nematology*, 9(2), 251-260.
- Hartman, K. M., & Sasser, J. N. (1985). Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology. *An advanced treatise on Meloidogyne*, 2, 69-77.
- Holm, L., Pancho, J. V., Herberger, J. P., & Plucknett, D. L. (1979). *A geographical atlas of world weeds*. John Wiley and Sons..
- Kaçan, K., & Boz, Ö. (2015). The comparison and determination of the weed species in conventional and organic vineyards. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(2), 169-179.
- Kaçar, E. P. (2020). Weed flora of vineyards in Diyarbakır province, Turkey. *Agricultural Science Digest-A Research Journal*, 40(4), 335-342.
- Loof, P. A. A., & Luc, M. (1993). A revised polytomous key for the identification of species of the genus *Xiphinema* Cobb, 1913 (Nematoda: Longidoridae) with exclusion of the X. americanum-group: Supplement 1. *Systematic Parasitology*, 24(3), 185-189.
- Murant, A. F., & Taylor, C. E. (1965). Treatment of soil with chemicals to prevent transmission of tomato blackring and raspberry ringspot viruses by *Longidorus elongatus* (de Man). *Annals of Applied Biology*, 55(2), 227-237.
- Ozturk, L., Sivri, N., & Sin, B. (2017). An update of weed flora of vineyards in Northwestern Turkey. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 2(6), 238998.
- Ozturk, L., Sivri, N., & Sin, B. (2017). An update of weed flora of vineyards in Northwestern Turkey. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 2(6), 238998.
- Ozturk L., Sin B 2022. Plant pathogenic nepoviruses of grapevine: damage, yield loss, host weeds, vectors, plant resistance. *Ziraat, Orman Ve Su Ürünleri Alanında Uluslararası Araştırmalar II*. 75-92.

- Quénéhervé, P., Chabrier, C., Auwerkerken, A., Topart, P., Martiny, B., & Marie-Luce, S. (2006). Status of weeds as reservoirs of plant parasitic nematodes in banana fields in Martinique. *Crop protection*, 25(8), 860-867.
- Raunkiaer, C. (1937). The life forms of plants and statistical plant geography, Clarendon Press, Oxford. 147 s.
- Rocha, L. F., Gage, K. L., Pimentel, M. F., Bond, J. P., & Fakhoury, A. M. (2021). Weeds hosting the soybean cyst nematode (Heterodera glycines Ichinohe): Management implications in agroecological systems. *Agronomy*, 11(1), 146.
- Schmidt, J. H., Hallmann, J., & Finckh, M. R. (2020). Bacterivorous nematodes correlate with soil fertility and improved crop production in an organic minimum tillage system. *Sustainability*, 12(17), 6730.
- Seinhorst, J. W. (1959). A rapid method for the transfer of nematodes from fixative to anhydrous glycerin. *Nematologica*, 4(1), 67-69.
- Sırma, M., Kadioğlu, İ., & Yanar, Y. (2001). Tokat ili domates ekim alanlarında saptanan yabancı ot türleri, yoğunlukları ve rastlanma sıklıkları. *Türkiye III. Herboloji Kongresi Bildiri Özetleri, Ankara*.
- Timper, P., Strickland, T. C., & Jagdale, G. B. (2021). Biological suppression of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* following winter cover crops in conservation tillage cotton. *Biological Control*, 155, 104525.
- Yasan-Ataseven Z (2022). Tarım Ürünleri Piyasaları.
- Yeates, G. W., & Williams, P. A. (2001). Influence of three invasive weeds and site factors on soil microfauna in New Zealand. *Pedobiologia*, 45(4), 367-383.
- Wisler, G. C., & Norris, R. F. (2005). Interactions between weeds and cultivated plants as related to management of plant pathogens. *Weed Science*, 53(6), 914-917.

## Research Article

## Bazı Ketencik Genotiplerinde Farklı Tuzluluk Seviyelerinin Agronomik Özelliklere Etkisi

Merve GÖRE \*<sup>1</sup><sup>1</sup> Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Programı, Ödemiş Meslek Yüksekokulu, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye

\* Sorumlu yazar: merve.gore@ege.edu.tr

## ÖZET

MAKALE  
BİLGİSİ

Ketencik (*Camelina sativa* L.), Brassicaceae familyasına ait bir yağ bitkisidir. Bununla birlikte, tuzluluk, yüksek sıcaklık ve kuraklık gibi abiyotik stres faktörlerine karşı etkili bir yapıya sahiptir. Bu çalışma, farklı ketencik genotipleri ve çeşitlerine farklı tuzluluk konsantrasyonlarının uygulanması sonucu agronomik özelliklerdeki değişimleri incelemek amacıyla yapılmıştır. Deneme materyali olarak 3 ketencik genotipi (PI-650142, Ames-304269 ve Russian) ve 1 ketencik çeşidi (Arslanbey) kullanılmıştır. Deneme tesadüf bloklarına göre 4 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir ve 3 farklı NaCl konsantrasyonu (0, 140 ve 280 mM) uygulanmıştır. Bitkiler tomurcuklanma döneminden önce hasat edilmiştir. İncelenen özellikler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Tuz konsantrasyon düzeyi arttıkça bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak kuru ağırlığı, sap kuru ağırlığı ve bitki kuru ağırlığının azaldığı; sarı yaprak sayısının ise arttığı belirlenmiştir. Tuzlu koşullarda ketencik genotipleri arasında gelişme açısından önemli farklılıklar olduğunu söylemek mümkündür. Ames-304269 genotipinin incelenen parametreler açısından daha üstün sonuçlar ortaya çıkardığı belirlenmiştir. Ketencik bitkilerine uygulanan 140 mM tuz konsantrasyonunun agronomik özellikleri yaklaşık %50 oranında azalttığı ve 280 mM tuz konsantrasyonunun ciddi verim kayıpları ve ölümcül sonuçları ortaya çıkarabileceği tespit edilmiştir. En düşük tuza tolerans indeksi her iki NaCl konsantrasyonunda Arslanbey genotipinden elde edilmiştir. Bu durum Arslanbey çeşidinin tuz stresine karşı yüksek düzeyde hassas olduğunu göstermiştir. Ketencik bitkisinin yetiştirilmesinde yüksek tuzlu koşullarda ortaya çıkan yetersiz fotosentez ve hormon dengesindeki bozukluklar büyümelerini sınırlayabilir. Araştırmada incelenen parametreler, bitkinin tuzluluk koşullarında sergilediği sonuçları tespit etmek için yetersizdir. Bitkilerin morfolojik ve biyokimyasal özellikleri birlikte göz önünde bulundurularak tuza karşı stres tepkilerinin belirlenmesi ileriki araştırmalarda daha yararlı olacaktır.

Geliş:  
15.08.2023  
Kabul:  
01.10.2023**Anahtar kelimeler:** *Camelina sativa*, Tuz stresi, NaCl konsantrasyonu, bitki kuru ağırlığı

## The Effect of Different Salinity Levels on Agronomic Parameters in Some Camelina Genotypes

## ABSTRACT

ARTICLE  
INFO

*Camelina* (*Camelina sativa* L.) is an oilseed plant belonging to the Brassicaceae family. However, it possesses an effective resistance mechanism against abiotic stress factors such as salinity, high temperature, and drought. This study aimed to investigate alterations in agronomic characteristics resulting from the application of varying salinity concentrations to different camelina genotypes and cultivars. Three camelina genotypes (PI-650142, Ames-304269, and Russian) and one camelina cultivar (Arslanbey) were utilized as experimental materials. The experiment was conducted with four replicates in a randomized block design, employing three different NaCl concentrations (0, 140, and 280 mM). Plant harvesting occurred prior to the budding stage. Statistically significant variations were observed among the assessed parameters. With an increase in salt concentration, there was a decrease in plant height, leaf count, dry leaf weight, stem dry weight, and overall plant dry weight. Additionally, an elevation in the number of yellowing leaves was noted. Substantial differences in development among camelina genotypes in saline conditions were evident. Notably, the Ames-304269 genotype exhibited superior outcomes in the investigated parameters. It has been determined that 140 mM salt concentration applied to camelina plants reduces agronomic properties by approximately 50%, and 280-mM salt concentration may cause serious yield losses and fatal consequences. The lowest salt tolerance index was obtained from Arslanbey genotype at both NaCl concentrations. This showed that Arslanbey variety was highly sensitive to salt stress. Inadequate photosynthesis and disorders in hormone balance that occur in high salt conditions when growing camelina plants may limit their growth. The parameters examined in the research are insufficient to detect the results exhibited by the plant under salinity conditions. Determining the stress responses of plants to salt by considering their morphological and biochemical properties together will be more useful in future research.

Received:  
15.08.2023  
Accepted:  
01.10.2023**Keywords:** *Camelina sativa*, Salt stress, NaCl concentration, plant dry weight**Cite this article as:** Göre, M. (2023). Bazı Ketencik Genotiplerinde Farklı Tuzluluk Seviyelerinin Agronomik Özelliklere Etkisi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 13(2), 119-125. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1343969>

## GİRİŞ

İnsanoğlu var olduğundan beri temel beslenme ihtiyacını öncelikli olarak bitkilerden karşılamıştır. Artan bir hızla azalan doğal kaynaklar, tarım dahil birçok alanda yeni arayışları beraberinde getirmektedir. Sanayileşme ve kentleşme, tarım alanlarını daraltırken, buna karşılık bu alanlardan beslenen insan sayısı hızla artmaktadır. Bu bağlamda yürütülen araştırmalar, birim alandan elde edilen verimi en üst seviyeye çıkarma odaklı olarak yoğunlaşmaktadır (Erdem ve ark. 2010). Bu amaçla geleneksel ıslah çalışmaları ile birlikte ikinci dünya savaşından sonra mutagenез ve genetik mühendisliği gibi yeni biyoteknolojik yöntemler de kullanılmaya başlanmış ve seleksiyona dayalı ıslah yöntemi kullanılarak arzu edilen özelliklere sahip yeni türler ve çeşitler geliştirilmiş ve yetiştirilmiştir (Arvas ve Kocaçalışkan 2020). Bu yeniliklerin ve dünya genelindeki eğilimlerin yanı sıra Türkiye, özellikle su kaynaklarının azalması, kuraklık ve çölleşme gibi ekolojik sorunlarla mücadele etmek durumunda kalan ülkeler arasında olup küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından risk grubu ülkeler arasındadır. Küresel iklim değişikliği, kurak ve yarı kurak bölgelerin genişlemesi yanı sıra kuraklık sürekliliği ve şiddetindeki artışlar, çölleşme süreçlerini, tuzluluk ve erozyonu da tetikleme potansiyeline sahip olduğu rapor edilmiştir (Türkeş 1994).

Abiyotik stres faktörlerinden olan tuzluluk hem tarım alanlarını olumsuz etkilemekte hem de tuzluluk potansiyeli yüksek olan topraklarda yetişen bitkilerde agronomik, morfolojik, fizyolojik ve birçok olumsuzluklara neden olmaktadır (Yılmaz ve ark. 2011). Türkiye'nin tarım alanı 23 milyon ha (bunun %34.8'i sulanabilir alanlardır) olmakla birlikte tarım alanlarının %20'si tuzluluk sorunuyla karşı karşıyadır (Anonymous 2023a). Dünya üzerinde ise 800 milyon hektardan fazla karasal alan tuzluluktan etkilenmektedir ve bu alan dünyanın tüm karasal alanlarının %6'sından fazladır (Anonymous, 2023b). Tarımsal alanlarda giderek artacak olan tuz birikimi, ürün verimi ve kalitesindeki azalmaya bağlı olarak büyük ekonomik kayıplara da neden olacağı çeşitli araştırmacılar tarafından tahmin edilmektedir (Bartels ve Sunkar 2005; Mahajan ve Tuteja 2005).

Tuzluluk sorununun ele alınması hem maliyet açısından zorlayıcı hem de zaman gerektiren bir süreçtir. Bu bağlamda, en etkili stratejinin tuzlulukla mücadelede, özellikle tuz stresine dayanıklı bitki çeşitlerinin geliştirilerek üretimde kullanılması olduğu görülmektedir. Bu yaklaşım, tuzluluk sorunu yaşanan bölgelerde bitkilerin yaşam döngüsü ve verimini daha az etkileyen çeşitlerin üretilmesini içerir. Özellikle son yıllarda, taşımacılık yakıtlarına olan talep, karbon ayarı ve enerji arzıyla ilgili artan endişeler, tuz direncine sahip bitki türlerine olan ilgiyi artırmıştır. Bu bitkiler sadece tuzluluk sorununa karşı dayanıklılık sağlamakla kalmaz, aynı zamanda hammadde veya yakıt olarak da kullanılabilir potansiyeli sunar. Enerji yakıtı elde etmek için ise başta Ketencik, aspir ve kanola olmak üzere birçok yağ bitkisi yetiştirilmekte ve bu bitkilerin su ihtiyaçları nispeten düşüktür (Miyamoto ve ark. 2012).

Çevresel faktörler ve fizyolojik etkilerle birlikte meydana gelen tuza tolerans özelliğinin esas kaynağı ise kalıtsal unsurlardır. Tuza tolerans bakımından bitkiler arasında önemli farklılıklar olduğu kadar, aynı türe ait genotipler arasında da tuza tolerans bakımından farklılıklar bulunduğu bilinmektedir (Kuşvuran 2010). Ketencik bitkisi, tuzluluğun yanı sıra yüksek sıcaklık ve kuraklık gibi abiyotik stres faktörlerine karşı da etkili bir yapıya sahiptir (Gugel ve Falk 2006). Ketencikteki kütikül tabakasının yağlı ve mumsu yapısı stomadan su kaybını engellemekte ve böylece bitkinin çeşitli abiyotik stres faktörlerine karşı direnç göstermesini sağlamaktadır (Razeq ve ark. 2014). Hızla artan dünya nüfusunun gıda güvenliğini sağlamak için ketencik gibi tuza dayanıklı ürünlerin geliştirilmesi önemlidir.

Bu araştırma, ketencik bitkisine ait farklı genotiplere uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının neden olduğu agronomik değişimleri belirlemek ve bu değişimler neticesinde ketencik bitkisinin en duyarlı olduğu genotip ve tuz konsantrasyonunu belirlemek amacıyla yapılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma 2020 yılında Radboud Üniversitesi Bitki Ekolojisi Bölümü Sera koşullarında (51° 49' 15.459", 5° 52' 2.8812") gündüzleri 17.5°C (06:00-22:00), geceleri 16°C sıcaklıkta ve %75-80 bağıl nemde yürütülmüştür. Ayrıca serada gündüz saatlerinde, bulutlu havalarda, alacakaranlıkta ve şafakta ışık sıkıntısı olduğu zamanlarda sodyum lambalar kullanılmıştır.



Deneme materyali olarak 3 ketencik genotipi (PI-650142, Ames-304269 ve Russian) ve 1 ketencik çeşidi (Arslanbey) kullanılmıştır. Deneme tesadüf bloklarına göre 4 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir ve 3 farklı NaCl konsantrasyonu (0, 140 ve 280 mM) uygulanmıştır. Her saksıya 100 ml olacak şekilde sulama ile tuz konsantrasyonları uygulanmıştır. Ekim, 1/3 turba, 1/3 vermikülit ve 1/3 toprak karışımı içeren viyollere yapılmıştır. Viyollerde çıkışını tamamlayan fideler, her saksıda bir bitki olacak şekilde 1 litrelik saksılara (11 cm x 11 cm x 12 cm) aktarılmıştır. Bitkiler gelişme aşamasına geldiğinde iki gün arayla Hoagland solüsyonu ile sulanmış olup (Hoagland ve Amon,1950) (Çizelge 1), viyollerden saksılara transferden yaklaşık 4 hafta sonra 8 yapraklı dönemine ulaşmıştır. Bu büyüme döneminde toplam tuz miktarına 7 sulamada ulaşılmıştır. Toplam tuz miktarına ulaşıldığında (140 mM için 5.72 g ve 280 mM için 11.44 g) tuz uygulamalarına son verilmiştir ve bitkiler 10 gün süreyle tarla kapasitesinde (100 ml/gün) sulanmıştır. Deneme toplamda yaklaşık 65 gün sürmüştür ve bitkiler tomurcuklanma döneminden önce hasat edilmiştir. Bitki kuru ağırlığı, sap kuru ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, çiçek kuru ağırlığı, bitki boyu ve yaprak sayısına ait veriler elde edilmiştir. Tuza tolerans indeksi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

Tuza tolerans indeksi = (Sx'deki toplam yaş ağırlık / S0'daki toplam yaş ağırlık) x 100. Sx: Tuz konsantrasyonu, S0: Kontrol (Kuşvuran ve ark. 2015).

Verilerin istatistiksel analizi, JMP istatistiksel yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Veri analizinde iki yönlü ANOVA yöntemi kullanılarak, konular arasındaki farklılıklar tespit edilmiş olup Grupların ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığı Tukey testi kullanılarak belirlenmiştir.

**Çizelge 1.** Hoagland besin solüsyonunun içeriği

Bileşenler	Stok solüsyonunun konsantrasyonu (mM)	Final solüsyonun stok solüsyon hacmi (ml/L)
<b>Makro besinler</b>		
KNO <sub>3</sub>	1000.00	7.00
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . 4H <sub>2</sub> O	1000.00	5.00
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1000.00	2.00
MgSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	1000.00	1.00
<b>Mikro besinler</b>		
KCL	25.00	2.00
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	12.50	
MnSO <sub>4</sub> . H <sub>2</sub> O	1.00	
ZnSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	1.00	
CuSO <sub>4</sub> . 5H <sub>2</sub> O	0.25	
MoO <sub>3</sub>	0.25	
<b>Fe Na EDTA</b>	64.00	1.00

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada incelenen parametrelerin istatistiki olarak önemlilikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Bitki boyu, yaprak sayısı, sap kuru ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı parametrelerinin genotip, tuz konsantrasyonu ve ikili interaksiyon açısından önemlilik gösterdiği belirlenmiştir (P<0.05). Sarı yaprak sayısı ve yaprak kuru ağırlığı parametrelerinin ise sadece tuz konsantrasyonu bakımından önemlilik gösterdiği tespit edilmiştir.



**Çizelge 2.** Bazı Ketencik Genotiplerinde Farklı Tuzluluk Seviyelerinde incelenen parametrelere ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Bitki boyu	Yaprak sayısı	Sarı Yaprak Sayısı	Yaprak kuru ağırlığı	Sap kuru ağırlığı	Bitki kuru ağırlığı
Genotype (G)	18,58**	5,36**	1,502	2,85	42,26**	15,31**
NaCl	93,56**	207,95**	84,47**	180,54**	121,10**	221,03**
G*NaCl	4,34**	3,97**	0,46	0,99	13,82**	7,05**
CV (%)	0,28	0,21	0,41	0,28	0,38	0,27

Genotiplere göre sonuçlar incelendiğinde en yüksek bitki boyu (28,91 cm), yaprak sayısı (31.83 adet), sap kuru ağırlığı (0.84 g) ve bitki kuru ağırlığı (1.90 g) Ames-304269 genotipinde belirlenmiştir. En düşük bitki boyu (11.25 cm), yaprak sayısı (23.08 adet), sap kuru ağırlığı (0.22 g) ve bitki kuru ağırlığı (0.88 g) Russian genotipinde belirlenmiştir (Çizelge 3). Tuz konsantrasyonlarına göre analiz sonuçları değerlendirildiğinde tüm parametrelerin en yüksek değerleri kontrol grubundan; en düşük sonuçlar 280 mM grubundan elde edilmiştir.

**Çizelge 3.** Tuz uygulamalarının ketencik genotipinin bazı parametreleri üzerine etkileri ve Tukey testi gruplandırması

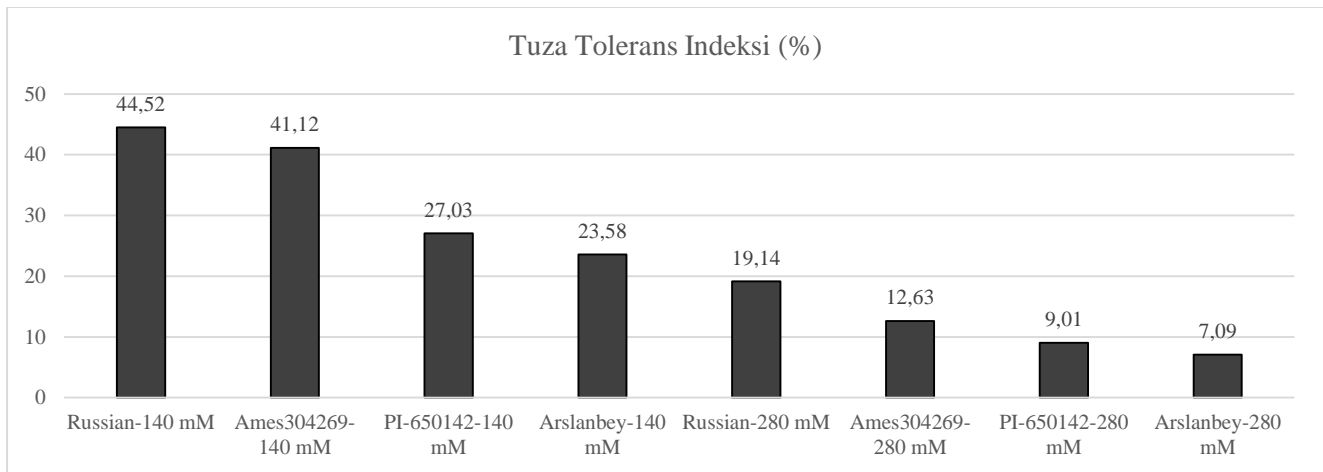
	Bitki Boyu (cm)	Yaprak Sayısı (adet)	Sarı Yaprak Sayısı (adet)	Yaprak Kuru Ağırlığı (g)	Sap Kuru Ağırlığı (g)	Bitki Kuru Ağırlığı (g)
Genotip	Arslanbey	21,58 b	28,66 ab	2,91	0,73	1,33 b
	Ames-304269	28,91 a	31,83 a	3,91	1,00	1,90 a
	PI-650142	22,16 b	25,25 b	3,33	0,81	1,42 b
	Russian	11,25 c	23,08 c	2,91	0,88	0,88 c
NaCl Konsantrasyonu	Control	35,87 a	50,18 a	0,06 a	1,74 a	2,92 a
	140 mM	19,37 b	21,56 b	3,56 b	0,61 b	0,96 b
	280 mM	7,68 c	9,87 c	6,18 c	0,11 c	0,27 c
Genotip x NaCl İnteraksiyonu	Arslanbey-0 mM					
	Arslanbey-140 mM	39,00 b	59,25 a	0,00	1,64	3,12 a
	Arslanbey-280 mM	18,75 d	18,75 e	3,00	0,39	0,73 c
		7,00 ef	8,00 f	5,75	0,15	0,16 e
	Ames-304269-0 mM					
	Ames-304269-140 mM	46,50 a	55,25 a	0,25	1,91	3,78 a
	Ames-304269-280 mM	29,50 c	27,50 d	4,75	0,85	1,55 b
		10,75 e	12,75 f	6,75	0,24	0,38 d
	PI-650142-0 mM	41,25 a	48,50 b	0,00	1,79	3,18 a
	PI-650142-140 mM	18,00 d	18,75 e	3,25	0,50	0,86 c
	PI-650142-280 mM	7,25 ef	8,50 f	6,75	0,15	0,24 d
		16,75 d	37,75 c	0,00	1,62	1,62 b
Russian-0 mM	11,25 e	21,25 de	3,25	0,72	0,72 c	
Russian-140 mM	5,75 f	10,25 f	5,50	0,31	0,31 d	

Genotip x NaCl interaksiyonu değerlendirildiğinde ise en yüksek bitki boyu Ames-304269 genotipinin kontrol grubundan (46.50 cm) ve PI-650142 genotipinin kontrol grubundan (41.25 cm) elde edilmiştir. En düşük bitki boyu ise Russian genotipinin 280 mM konsantrasyonunda (5.75 cm) belirlenmiştir. En yüksek yaprak sayısı Arslanbey ve Ames-304269 genotiplerinin kontrol grubundan sırasıyla 59.25 ve 55.25 adet ile elde edilirken; en düşük yaprak sayısı tüm genotiplerin 280 mM konsantrasyonunda (Arslanbey 8.00 adet, Ames 304269 12.75 adet, PI-650142 8.50 adet ve Russian 10.25 adet) belirlenmiştir. İnteraksiyon bakımından en yüksek sap kuru ağırlığı değerlendirildiğinde Arslanbey, Ames-304269 ve PI-650142 genotiplerinin kontrol grubundan (sırasıyla 1.33, 1.70 ve 1.26 g) belirlenmiştir. En düşük sap kuru ağırlığı

Arslanbey çeşidinin 280 mM konastrasyonu (0.06 g), PI-650142 genotipinin 280 mM konastrasyonu, Russian genotipinin 0, 140 ve 280 mM konastrasyonlarında (sırasıyla 0.12, 0.09 ve 0.05 g) belirlenmiştir. En yüksek bitki kuru ağırlığı, Ames-304269, Arslanbey ve PI-650142 genotiplerinin kontrol grubundan sırasıyla 3.78, 3.12 ve 3.18 g olarak tespit edilmiştir. En düşük bitki kuru ağırlığı ise Arslanbey çeşidi 280 mM tuz konastrasyonundan 0.16 g olarak saptanmıştır.

Tuz konastrasyonu arttıkça bitki boyunda önemli azalmalar meydana gelmiştir ve 280 mM konastrasyonda bitki boyu kontrol grubuna göre %78.6 azalma göstermiştir. Benzer şekilde tuz konastrasyonu arttıkça yaprak sayısında da ciddi azalmalar meydana gelmiş olup %80.3 azalma tespit edilmiştir. Ortalama bitki boyu ve yaprak sayısı değerleri sırasıyla 20.9 cm ve 27.2 adet olarak belirlenmiştir. Bitki boyu, bir bitkinin tuza toleransının önemli bir göstergesidir. Tuzluluk seviyesi arttıkça bitkilerin su alımı zorlaşabilmektedir (Çulha ve Çakırlar 2011). Bu durum, bitkilerin susuz kalmasına, büyüme durmasına ve bitki boyunun kışalmasına yol açabilir. Ayrıca, yüksek tuz seviyeleri fotosentezi olumsuz etkileyebilmektedir. Fotosentez, bitkilerin güneş ışığı kullanarak enerji ürettiği temel süreçtir. Yetersiz fotosentez yapılması yaprakların büyümesini ve yeni yaprakların oluşumunu engelleyebilir, mevcut yaprakların beslenmesini engelleyerek sararması ve ölmesine yol açabilir (Göre 2023). Nitekim, mevcut araştırmada da tuz konastrasyonu arttıkça sarı yaprak sayısı yaklaşık 6 kat artmıştır. Kontrol grubunda nerdeyse hiç sarı yaprak görülmezken 280 mM konastrasyonda 6.18 adet sarı yaprak sayısı tespit edilmiştir.

Ketencik bitkilerine uygulanan tuz konastrasyonlarına bağlı olarak ortalama yaprak kuru ağırlığı 0.82 g, sap kuru ağırlığı 0.48 g ve bitki kuru ağırlığı 1.38 g olarak belirlenmiştir. Tuz konastrasyonu arttıkça yaprak kuru ağırlığı %93.6, sap kuru ağırlığı %91.5 ve bitki kuru ağırlığı %90.7 oranında azalmıştır. Bu sonuçlar tuzluluk gibi abiyotik stres faktörlerinin yaprak kuru ağırlığı, sap kuru ağırlığı ve bitki kuru ağırlığını önemli ölçüde etkileyebileceğini göstermiştir. Yüksek tuzluluk seviyeleri bitkilerin su alımını ve tutma kapasitesini olumsuz etkiler. Tuzlar, bitki hücrelerinin içindeki suyun dışarı çıkmasına neden olabilir. Su kaybı, yaprakların kurumasına ve kuru ağırlığın azalmasına yol açabilir. Ayrıca, yüksek tuzluluk seviyeleri bitkilerin köklerinden alınan su ve besin maddelerinin emilimini olumsuz etkilemektedir (Negrao ve ark. 2017). Yetersiz besin alımı, bitkinin büyümesini ve gelişmesini sınırlamaktadır, bu da yaprakların normalden daha hafif olmasına neden olabilir. Tuz konastrasyonundaki artış bitkilerde hormonal dengeyi etkilemektedir. Bu dengesizlik, bitki büyümesini, gelişimini ve organ oluşumunu etkileyebilir. Yapraklar ve saplar arasındaki normal büyüme oranları değişebilir, bu da sapın kuru ağırlığının düşmesine yol açabilir (Parihar ve ark. 2015). Tüm bu olumsuz etkiler nedeniyle bitkiler, yüksek tuzluluk seviyeleri altında daha küçük büyüebilir ve genel olarak zayıflayabilir. Bu nedenle, tuzluluk seviyeleri kontrol edilmezse, bitkilerin verimliliği düşebilir veya bitki ölümüne yol açabilir.



**Şekil 1.** Ketencik genotiplerine uygulanan farklı konastrasyonlara karşı tuza tolerans indeksi

Tuza tolerans indeksi uygulanan tuz konastrasyonları ve ketencik genotiplerine göre önemli farklılık göstermiştir (Şekil 1). 140 mM tuz konastrasyonu içerisinde Russian genotipi en yüksek tuza tolerans indeksi ile bu konastrasyon seviyesinde en az etkilenen genotip olmuştur. Araştırmada en düşük tuza tolerans indeksi her iki konastrasyon (140 mM ve 280 mM) bakımından Arslanbey genotipinden elde

edilmiştir. Bu durum Arslanbey çeşidinin tuz stresine karşı yüksek düzeyde hassas olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Tuz stresinden etkilenen birçok farklı bitki türünde hücre fonksiyonlarının bozulduğu, bitki büyüme ve gelişmesinin engellendiği, kök, sap ve yaprak organlarının kuru ağırlığının değiştiği, klorofil miktarının yanı sıra yaprak sayısının da değiştiği birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Aziz ve ark. 2008, Khorasaninejad ve ark. 2010). Mevcut araştırmada ketencik bitkilerine uygulanan 140 mM tuz konsantrasyonunun incelenen özellikler açısından daha az tahribata yol açtığı belirlenmiştir. Ketencik bitkisinin tuza toleransını belirlemek üzere yapılan bir başka araştırmada fide büyümesi için kritik tuz konsantrasyonunun 75 mM olduğu bildirilmiştir (Russo ve Reggiani 2015). Ketencik bitkisinin yakın bir akrabası olan kanola üzerinde yapılan önceki bir çalışma, kanola büyümesinin 150 mM NaCl'ye kadar önemli ölçüde olumsuzlukların inhibe edildiği gösterilmiştir (Liu ve ark. 2013). Daha önce bildirilen sonuçlarla birlikte değerlendirildiğinde bu durum özellikle tuzluluk sorunu olan bölgelerde ketencik bitkilerinin soya fasulyesi, aspir ve kolza bitkilerine tercih edilmesi gerektiğini göstermesi açısından önemlidir.

## SONUÇ

Bu araştırmada bazı ketencik genotiplerinde farklı tuzluluk seviyelerinin agronomik özelliklere etkisi incelenmiş ve incelenen parametreler açısından önemli sonuçlar elde edilmiştir. Tuz konsantrasyon düzeyi arttıkça bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak kuru ağırlığı, sap kuru ağırlığı ve bitki kuru ağırlığının azaldığı; sarı yaprak sayısının ise arttığı belirlenmiştir. Tuzlu koşullarda ketencik genotipleri arasında gelişme açısından önemli farklılıklar olduğunu söylemek mümkündür. Ames-304269 genotipinin incelenen parametreler açısından daha üstün sonuçlar ortaya çıkardığı belirlenmiştir. Ketencik bitkilerine uygulanan 140 mM tuz konsantrasyonunun agronomik özellikleri yaklaşık %50 oranında azalttığı ve 280 mM tuz konsantrasyonunun ciddi verim kayıpları ve ölümcül sonuçları ortaya çıkarabileceği tespit edilmiştir. Ayrıca en düşük tuza tolerans indeksi her iki konsantrasyon (140 mM ve 280 mM) bakımından Arslanbey genotipinden elde edilmiştir. Bu durum Arslanbey çeşidinin tuz stresine karşı yüksek düzeyde hassas olduğunu göstermiştir. Ketencik bitkisinin yetiştirilmesinde yüksek tuzlu koşullarda ortaya çıkan yetersiz fotosentez ve hormon dengesindeki bozukluklar büyümelerini sınırlayabilir. Araştırmada incelenen parametreler, bitkinin tuzluluk koşullarında sergilediği sonuçları tespit etmek için yetersizdir. Bitkilerin morfolojik ve biyokimyasal özellikleri birlikte göz önünde bulundurularak tuza karşı stres tepkilerinin belirlenmesi ileriki araştırmalarda daha yararlı olacaktır.

## Çıkar Çatışması

Yazar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını tasdik eder.

## Yazar Katkısı

Tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

## Etik Onay

“Bazı Ketencik Genotiplerinde Farklı Tuzluluk Seviyelerinin Agronomik Özelliklere Etkisi” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Çalışmamızda herhangi bir canlıya ait veri bulunmadığından etik kurul izni gerekmemektedir.

## KAYNAKLAR

- Anonymous (2023a). <https://www.tuik.gov.tr/> Erişim tarihi: June 17, 2023.
- Anonymous (2023b). <http://faostat.fao.org>, Erişim tarihi: June 15, 2023.
- Arvas, Y. E. & Kocaçalışkan, İ. (2020). Genetiği değiştirilmiş bitkilerin biyogüvenlik riskleri. Türk Doğa ve Fen Dergisi , 9 (2) , 201-210 . <https://doi.org/10.46810/tdfd.804336>
- Aziz, E.E., Al-Amiera, H., & Craker, L.E., (2008). Influence of salt stress on growth and essential oil production in peppermint, pennyroyal, and apple mint. Journal of Herbs Spices Medicinal Plants, (14), 3-9. <https://doi.org/10.1080/10496470802341375>
- Bartels D., & Sunkar R. (2005). Drought and salt tolerance in plants. Critical Reviews in Plant Sciences., (24), 23-58. <https://doi.org/10.1080/07352680590910410>



- Çulha, Ş., & Çakırlar, H., (2011). Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, (11), 11-34.
- Erdem, T., Arın, L., Erdem, Y., Polat, S., Deveci, M., Okursoy, H., & Gültaş, H.T., (2010). Yield and quality response of drip irrigated broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) under different irrigation regimes, nitrogen applications and cultivation periods, *Agricultural Water Management*, 97 (5), 681-688.
- Göre, M., (2023). Salt sensitivity and some physiological and morphological adaptation mechanisms to salt stress in camelina. *Journal of Elementology*, 28 (1), 78-87. <https://doi.org/10.5601/jelem.2022.27.4.2346>
- Gugel R.K., & Falk K.C. (2006). Agronomic and seed quality evaluation of *Camelina sativa* in western Canada. *Canadian Journal of Plant Science*, 86(4), 1047-1058. <https://doi.org/10.4141/P04-081>
- Hoagland, D.R., Arnon, D.I., (1950). The water-culture method for growing plants without soil. Circular. California Agricultural Experiment Station, 347 (2nd edit).
- Khorasaninejad, S., Mousavi, A., Soltanloo, H., Hemmati, K., & Khalighi, A., (2010). The effect of salinity stress on growth parameters, essential oil yield and constituent of peppermint (*Mentha piperita* L.). *World Applied Sciences Journal*, 11(11), 1403-1407.
- Kuşvuran, Ş., (2012). Effects of drought and salt stresses on growth stomatal conductance leaf water and osmotic potentials of melon genotypes (*Cucumis melo* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 7(5), 775-781. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.1783>
- Kuşvuran, A., Nazlı, R.I., & Kuşvuran, Ş. (2015). The effects of salinity on seed germination in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) varieties. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 2(1): 78-84, 2015.
- Liu, J., Gao, H., Wang, X., Zheng, Q., Wang, C., Wang, X., & Wang, Q. (2014). Effects of 24-epibrassinolide on plant growth, osmotic regulation and ion homeostasis of salt-stressed canola. *Plant Biology*, 16(2), 440-450. <https://doi.org/10.1111/plb.12052>
- Mahajan, S., & Tuteja, N., (2005). Cold, salinity and drought stress: an overview, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, (444), 139-158.
- Miyamoto S., Oster M.F., Rostle C.T., & Lenn E.G. (2012). Salt tolerance of oilseed crops during establishment. *Journal of Arid Land*, (22), 147-151.
- Negrão, S., Schmöckel, S. M., & Tester, M. J. A. O. B. (2017). Evaluating physiological responses of plants to salinity stress. *Annals of Botany*, 119(1), 1-11.
- Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V. P., & Prasad, S. M. (2015). Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. *Environmental science and pollution research*, 22, 4056-4075.
- Razeq F.M., Kosma D.K., Rowland O., & Molina I. (2014). Extracellular lipids of *Camelina sativa*: characterization of chloroform-extractable waxes from aerial and subterranean surfaces. *Phytochemistry*, (106), 188-96. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2014.06.018>
- Russo R., & Reggiani R. (2015). Seed Protein in *Camelina sativa* (L.) Crantz var. *calena*. *International Journal of Plant & Soil Science*, 8(2), 1-6. <https://doi.org/10.9734/IJPSS/2015/19003>
- Türkeş, M., (1994). Artan sera etkisinin Türkiye üzerindeki etkileri, *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, (321), 71-79.
- Yılmaz, E., Tuna, A.L., & Bürün, B., (2011). Bitkilerin tuz stresine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, (7), 47-66.

## Research Article

**Determination of Antimicrobial Activity of Cream Formulation Developed with *Hibiscus rosa-sinensis* Extract and Probiotic**Ali SAGLAM<sup>1</sup>, Meltem ASAN-OZUSAGLAM<sup>1</sup>, Irem CELIK<sup>1</sup><sup>1</sup> Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Science and Letters, Aksaray University, Aksaray, Türkiye

\*Corresponding author e-mail: meltemozusaglam@gmail.com

## ABSTRACT

ARTICLE  
INFO

Medicinal plants are an indispensable source of new and effective pharmaceutical products. In the study, the biological activities of water extract obtained from the *H. rosa-sinensis* leaf was determined and its potential for use in the pharmaceutical and cosmetic industries was investigated. Disc diffusion assay and micro-dilution method against clinical origin test microorganisms were used to assess biological activity. The Extract showed a zone of inhibition on the tested bacteria and yeasts in the 6.85 mm to 10.74 mm range. MIC and MBC or MFC values of the Extract was determined as 6.25-12.50 µg/µL and 12.50-50 µg/µL. Then, the cream formulation containing *H. rosa-sinensis* leaf water extract and/or human milk originated probiotic candidate *Limosilactobacillus fermentum* MA-7 strain have been developed. The Extract and probiotic containing cream formulations showed variable antibacterial and antifungal effects on the tested clinical originated microorganisms. The highest inhibition zone diameters of Cream + Extract + Probiotic formulation group was obtained against *Candida glabrata* RSKK 04019 (9.09 mm) and *Escherichia coli* O157:H7 (9.04 mm). The results indicate that *L. fermentum* MA-7 and *H. rosa-sinensis* water extract, alternative to synthetic antimicrobials, may be used as a natural bioactive ingredient in daily personal care and clinical applications in the near future.

Received:  
14.07.2023  
Accepted:  
08.09.2023

**Keywords:** *Camellia*, *Cream formulation*, *Extract*, *Natural additive*, *Probiotic*

**Cite this article as:** Saglam, A., Asan-Ozusaglam, M., & Celik, I. (2023). Determination of Antimicrobial Activity of Cream Formulation Developed with *Hibiscus rosa-sinensis* Extract and Probiotic. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 13(2), 126-132. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1327299>



## INTRODUCTION

Plants as a source of medicinal compounds have been used for human health since ancient times (Salmerón-Manzano et al., 2020). More than 35% of modern clinical medicines are derived from natural products (Calixto, 2019). *Hibiscus rosa-sinensis* (Malvaceae), is grown as an ornamental plant in tropical climates. The leaf, flower, bark, and root are used as medicine to cure many diseases. The different parts of *H. rosa-sinensis* have anti-inflammatory, antimicrobial, antioxidant, and hepatoprotective properties that help treat many diseases (Khristi and Patel, 2016). It has been observed that flowers and leaves help treat ulcers and accelerate hair growth (Shandilya and Pathak, 2020). *H. rosa-sinensis* has been used to cure many diseases and is a suitable plant for producing natural medicines (Anil and Ashatha, 2012).

Probiotics provide microbial balance in the intestinal system; they are microorganisms that provide health benefits together with basic nutrition (Kim et al., 2019; Aladeboyeje and Şanlı, 2021; Pandey et al., 2023). The microorganisms most commonly used as probiotics are lactic acid bacteria and are found in the intestinal flora and skin of healthy animals. Probiotics in the skin and gut provide a microbial balance to minimize illness conditions (Nakatsuji et al., 2017). Several studies have shown that the probiotic microorganism *L. fermentum* has antimicrobial, antioxidant, and anti-photoaging properties (Haryani et al., 2023; Palani Kumar et al., 2021). In a study, *L. fermentum* MA-7 and MA-8 strains isolated human milk showed antimicrobial activity against clinical and food-borne bacteria and fungal test microorganisms. These strains also exhibited antioxidant activity (Asan-Ozusaglam and Gunyakti, 2019). In another study, food-borne *Lactobacillus fermentum* MBC2 was shown to delay senescence of the in vivo model organism, the nematode *Caenorhabditis elegans* (Schifano et al., 2019).

The skin covers our body and is our largest organ, but is also exposed to fungal and bacterial threats (Roudsari et al., 2015). The skin functions as a barrier and immune organ that can protect the body against microbial attacks (Harris-Tryon and Grice, 2022). Probiotics have the ability to maintain, optimize and restore the skin's microbiota. Topical applications of probiotics strengthen the natural defense barriers in the skin and have a healing effect on the application area (Woodhams et al., 2020). The creams prepared with herbal extracts can be used in topical applications in pharmacology. Extract-containing creams can protect the skin against damage caused by pathogens (Uçar et al., 2023).

In the study, the potential uses of *H. rosa-sinensis* leaves extract and cream formulations developed with *L. fermentum* MA-7 for the pharmaceutical and cosmetic industries were investigated. Firstly, the biological activity of the water extract from *H. rosa-sinensis* leaf was determined to obtain its use potential as a natural alternative to synthetic antimicrobials. Afterward, the cream formulations containing *H. rosa-sinensis* extract and *L. fermentum* MA-7 were developed, and their antimicrobial activities against clinical test microorganisms were determined.

## MATERIAL AND METHODS

### Preparation Leaf Extract

*H. rosa-sinensis* leaves were collected from Alata Horticulture Research Institute on 18.06.2021 (Mersin/Turkey, 36°38'3.04"N-34°20'58.05"E). They were washed using distilled water and then dried in airy conditions. The sample was then pulverized using a blender. The extraction of the leaf was done using distilled water in a hot water bath for 2 days (6 hours per day). After extraction, the supernatant was filtered using filter paper and evaporated to dryness using a heating plate at 40-50°C. *H. rosa-sinensis* leaf extract was dissolved with dimethyl-sulfoxide (DMSO) to a final concentration of 0.1 mg/mL and sterilized by passing through a syringe filter (0.45 µm). The extract was stored in sterile tubes at +4°C until used.

### Pathogenic Microorganisms

Antimicrobial activity of the leaf extract was tested on four pathogenic microorganisms. *Candida glabrata* RSKK 04019 and *C. albicans* ATCC 10231 were cultured in Yeast-Peptone-Dextrose (YPD) media for at 30°C 48 hours. *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 and *Escherichia coli* O157:H7 were grown in Nutrient-Broth (NB) media for 24 hours at 37°C.

### Disc Diffusion Assay

Antimicrobial activity of the extract was obtained using the disc diffusion assay against food-borne or clinical test microorganisms. Test microorganisms were spread on agar medium by dropping 100 µL of cell



suspension (0.5 McFarland). The sterile filter discs (Whatman No:3; Diameter: 6 mm) were impregnated with *H. rosa-sinensis* extract (20 µl, 2 mg/disc) and then placed on the agar medium. The petri dishes were incubated at appropriate conditions. Fluconazole (FCA, 25 µg/disc) and Kanamycin (K, 30 µg/disc) were used as positive controls. The diameter of the zone of inhibition around the discs was measured using Vernier calipers. The experiment was done in three repetitions.

### Micro-dilution Method

Minimal inhibitory (MIC) and minimal bactericidal (MBC) or fungicidal (MFC) concentration values of the leaf extract was obtained by micro-dilution method against test bacteria and yeasts. The extract was added to each tube having a growth medium to obtain final concentrations (100-50-25-12.5-6.25-3.12 µg/µl). The culture adjusted to 0.5 McFarland was added to the tubes and incubated under the conditions required for each microorganism. The lowest concentration of the extract that inhibited the growth of the microorganism was determined as MIC value. The sample taken from the tubes was inoculated onto the agar medium to obtain MBC or MFC values. The agar medium was incubated at the appropriate temperature for the test microorganisms. After incubation, the lowest concentration without growth was defined as MBC or MFC values. If the MBC/MIC and MFC/MIC ratio is  $\leq 4$ , it was determined as bactericidal, and if the MBC/MIC and MFC/MIC rate was  $>4$ , it was determined as bacteriostatic effect (Al-Shammari et al., 2022; Baj et al., 2020).

### Antimicrobial Activity of Developed New Cream Formulation

Antibacterial and antifungal activities of the new cream formulation containing *H. rosa-sinensis* extract and probiotics were determined by the modified method used in our previous study (Asan-Ozusaglam and Celik, 2023). The developed cream groups included commercial cream, *H. rosa-sinensis* extract and human milk-derived probiotic candidate strain *L. fermentum* MA-7 (Asan-Ozusaglam and Gunyakti, 2019). The antimicrobial activity of commercial cream (C) as control, Cream + Extract (CE) mixture, Cream + Probiotic (CP) mixture and Cream + Extract + Probiotic (CEP) mixture against test microorganisms (*C. glabrata* RSKK 04019, *C. albicans* ATCC 10231, *S. aureus* ATCC 25923 and *E. coli* O157:H7) were determined using the well diffusion assay. The test microorganisms were spread on an agar medium by dropping 100 µL of cell suspension (0.5 McFarland). The cream groups were added to each well (6 mm) in 3 replicates. The petri dishes were incubated at 37°C for bacterial strains and 30°C for yeast. The inhibition zone was measured using Vernier calipers.

### Statistical Analysis

Antimicrobial activity data on the test microorganisms were analyzed using the GNU SPSS software. Statistical significance was confirmed by Tukey's post-hoc test and one-way analysis of variance (ANOVA). The difference between the data was considered statistically significant at the  $p \leq 0.05$ .

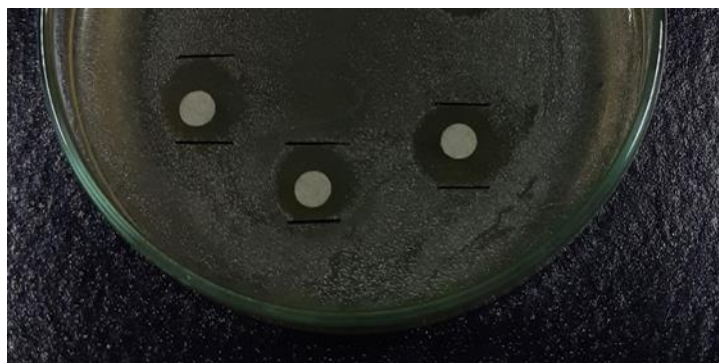
## RESULTS

The antimicrobial activity of *H. rosa-sinensis* leaf extract was investigated on pathogen test microorganisms using disc-diffusion and micro-dilution methods. The results of the disc-diffusion assay against the tested bacteria and yeast are in Table 1. The inhibition zone diameters of the extract on yeasts were determined as 6.85 mm for *C. albicans* ATCC 10231 and 10.74 mm for *C. glabrata* RSKK 04019 (Figure 1). *H. rosa-sinensis* extract produced a zone diameter of the inhibition as 8.18 mm on *E. coli* O157:H7 and 6.99 mm on *S. aureus* ATCC 25923. The statistically analysis results indicated that the differences between *C. albicans* ATCC 10231 and *S. aureus* ATCC 25923 were insignificant ( $p \leq 0.05$ ), but there was a significant difference against other test microorganisms ( $p \leq 0.05$ ) (Table1). The results obtained showed that *H. rosa-sinensis* leaf extract may be used against bacterial and yeast infections.

**Table 1.** Disc-diffusion test results of *H. rosa-sinensis* leaf extract and trademark antibiotics

Microorganisms	Inhibition Zone Diameter (mm±SD)		
	Extract	Kanamycin	Fluconazole
<i>C. glabrata</i> RSKK 04019	10.74±0.15 <sup>b</sup>	11.68±1.54 <sup>b</sup>	NA <sup>b</sup>
<i>C. albicans</i> ATCC 10231	6.85±0.18 <sup>a</sup>	16.34±0.84 <sup>a</sup>	14.48 ±0.57 <sup>a</sup>
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	6.99±0.29 <sup>a</sup>	16.37±1.74 <sup>a</sup>	NA <sup>b</sup>
<i>E. coli</i> O157:H7	8.18±0.17 <sup>c</sup>	17.82±0.42 <sup>a</sup>	NA <sup>b</sup>
<b>F(sig)</b>	224.843(0.000)	13.558(0.002)	1890.058(0.000)

\*NA: No Activity, \*Different letters specify significant differences at  $p \leq 0.05$  between samples.



**Figure 1.** Inhibition zones of the extract on *C. glabrata* RSKK 04019

Udo et al. (2016), the antimicrobial activity of the water extract obtained from *H. rosa-sinensis* leaves was determined using the disc-diffusion experiment. The extract formed an inhibition zone of 12.30 mm on *E. coli* and 11 mm on *S. aureus*. In another study, *H. rosa-sinensis* water leaves extract showed a 20 mm zone of inhibition against *C. albicans* (Pooja et al., 2016). The differences between the current study and the literature may be due to the differences in the extraction method, solvent, and extract concentration used (Al-Zoreky, 2009).

MIC is the minimal concentration of the antimicrobial substance that inhibits visible growth. The MBC or MFC values are the concentration at which microorganism growth is completely inhibited (Kowalska and Dudek, 2021). *H. rosa-sinensis* extract presented the lowest MIC value with 6.25  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$  on *S. aureus* ATCC 25923. The extract has a MIC value of 12.5  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$  on other test microorganisms. MBC or MFC values of *H. rosa-sinensis* extract varied from 12.50  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$  to 50  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ . The extract showed the best antimicrobial activity against *C. glabrata* yeast ATCC 04019 with an MFC value of 12.50  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ . The extract showed cidal effect on *C. glabrata* RSKK 04019, *C. albicans* ATCC 10231 and *E. coli* O157:H7 as MBC/MIC or MFC/MIC values were  $\leq 4$ . The extract showed static effect as the MBC/MIC ratio on *S. aureus* ATCC 25923 was greater than 4 (Table 2 and Figure 2).

**Table 2.** MIC and MBC or MFC values of *H. rosa-sinensis* extract

Microorganisms	MIC ( $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ )	MBC or MFC ( $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ )	MBC/MIC or MFC/MIC
<i>C. glabrata</i> RSKK 04019	12.50	12.50	1
<i>C. albicans</i> ATCC 10231	12.50	50	4
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	6.25	50	8
<i>E. coli</i> O157:H7	12.50	25	2



**Figure 2.** Micro-dilution test results of the extract on *C. glabrata* RSKK 04019

In a study, MIC and MBC values of ethyl acetate extracts from five different cultivars of *H. rosa-sinensis* were determined between 0.625 mg/mL and 20 mg/mL and between 1.25 mg/mL and 20 mg/mL on some test microorganisms (*S. aureus*, *Streptomyces alboniger*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus epidermidis* and *Micrococcus luteus*) (Patel et al., 2012). *S. aureus* ATCC 25923 had 6.25  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$  MIC and 50  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$  MBC

values in our study. The difference from the current study may be due to the cultivar of *H. rosa-sinensis*, the solvent and strain of the microorganism used.

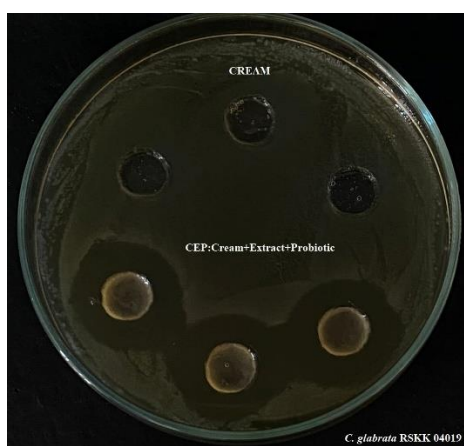
Creams are used in cosmetics and clinics to protect and/or improve skin health, *L. fermentum* has good effects on skin health and skin microbiota (Lee et al., 2022). The biological activity results of the developed antimicrobial cream groups prepared with *H. rosa-sinensis* extract and/or probiotic strain *L. fermentum* against the tested bacteria and yeasts are in Table 3. The control (C) group showed no biological activity against other test microorganisms except for *C. albicans* ATCC 10231 (2.08 mm). The antimicrobial activity of the CEP formulation (4.46 mm) containing extracts and probiotics against *C. albicans* ATCC 10231 increased compared to the C group ( $p \leq 0.05$ ). The highest inhibition zones of CE and CEP were determined as 4.10 mm and 9.09 mm against *C. glabrata* RSKK 04019 (Figure 3). The inhibition zone diameter of the CEP group (9.04 mm) against *E. coli* O157:H7 was statistically significant when compared to other test groups ( $p \leq 0.05$ ). CEP has an inhibition zone diameter of 4.18 mm on *S. aureus* ATCC 25923. All CEP groups containing *H. rosa-sinensis* extract and probiotics increased the antimicrobial activity by providing a synergistic effect.

**Table 3.** Antimicrobial activity results of cream formulations containing *H. rosa-sinensis* extract and probiotic

Microorganisms	Inhibition Zone Diameter (mm±SD)				
	C	CE	CP	CEP	F(Sig)
<i>C. glabrata</i> RSKK 04019	NA <sup>a</sup>	4.10±0.08 <sup>b</sup>	2.21±0.12 <sup>c</sup>	9.09±0.12 <sup>d</sup>	4662.291(0.000)
<i>C. albicans</i> ATCC 10231	2.08±0.11 <sup>a</sup>	2.66±0.31 <sup>a</sup>	4.01±0.68 <sup>b</sup>	4.46±0.23 <sup>b</sup>	23.502(0.000)
<i>E. coli</i> O157:H7	NA <sup>a</sup>	2.33±0.27 <sup>b</sup>	1.25±0.10 <sup>b</sup>	4.18±0.43 <sup>c</sup>	103.648(0.000)
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	NA <sup>a</sup>	2.76±0.28 <sup>b</sup>	NA <sup>a</sup>	9.04±0.89 <sup>c</sup>	248.375(0.000)

\*C: Cream, CE: Cream+Extract, CP: Cream+Probiotic, CEP: Cream+Extract+Probiotic, NA: No Activity

\*Different letters specify significant differences at  $p \leq 0.05$  between samples.



**Figure 3.** Inhibition zones of CE and CEP groups against *C. glabrata* RSKK 04019

Bhaskar and Nithya (2012), prepared ointments containing ethanol extract obtained from *H. rosa-sinensis* flowers and investigated the wound healing potential. The results indicated that ointments containing the extract had a faster wound-healing ability than the control and standard drug.

## CONCLUSION

*H. rosa-sinensis* leaf extract showed antimicrobial activity against test microorganisms. It has been determined that the extract may have potential use in the pharmaceutical industry. In the cream formulation developed (Cream+Extract+Probiotic), antimicrobial activity increased with the synergistic effect of the extract and the probiotic candidate strain. Thus, it was determined that it may be appropriate to use the developed cream groups with high biological activity as a preservative in cosmetic products.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Abstract of this article was presented orally at the symposium "Microorganisms and the Biosphere (Microbios-2023)" on June 15-16, 2023, Kyrgyzstan.

### Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

### Author contribution

All authors contributed equally.

### Ethical approval

During the writing process of the study titled "**Determination of Antimicrobial Activity of Cream Formulation Developed with Hibiscus rosa-sinensis Extract and Probiotic**", scientific rules, ethical and citation rules were followed; No falsification has been made on the collected data and this study has not been sent to any other academic media for evaluation. Ethics committee approval is not required.

### REFERENCES

- Aladeboyeje, O., and Şanlı, N. Ö. (2021). Fermented traditional probiotic beverages of Turkish origin: a concise review. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 4(3), 546-564. <https://doi.org/10.38001/ijlsb.936982>
- Al-Shammari, K. I., Batkowska, J., Gryzińska, M., Wlazło, L., Ossowski, M., & Nowakowicz-Dębek, B. (2022). The use of selected herbal preparations for the disinfection of Japanese quail hatching eggs, *Poultry Science*, 101(10), 102066. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102066>
- Al-Zoreky, N. S. (2009). Antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peels. *International Journal of Food Microbiology*, 134(3), 244-248. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.07.002>
- Anil, K., & Ashatha, S. (2012). Review on *Hibiscus rosa sinensis*. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 3(2), 534-538. <http://www.ijrpsonline.com/files/13-3213.pdf>
- Asan-Ozusaglam, M., & Celik, I. (2023). White pitahaya as a natural additive: potential usage in cosmetic industry. *Foods and Raw materials*, 11(1), 57-63. <https://dx.doi.org/10.21603/2308-4057-2023-1-552>
- Asan-Ozusaglam, M., & Gunyakti, A. (2019). *Lactobacillus fermentum* strains from human breast milk with probiotic properties and cholesterol-lowering effects. *Food Science and Biotechnology*, 28, 501-509. <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0494-y>
- Baj, T., Biernasiuk, A., Wróbel, R., & Malm, A. (2020). Chemical composition and in vitro activity of *Origanum vulgare* L., *Satureja hortensis* L., *Thymus serpyllum* L. and *Thymus vulgaris* L. essential oils towards oral isolates of *Candida albicans* and *Candida glabrata*. *Open Chemistry*, 18(1), 108-118. <https://doi.org/10.1515/chem-2020-0011>
- Bhaskar, A., & Nithya, V. (2012). Evaluation of the wound-healing activity of *Hibiscus rosa sinensis* L (*Malvaceae*) in Wistar albino rats. *Indian Journal of Pharmacology*, 44(6), 694. <https://doi.org/10.4103%2F0253-7613.103252>
- Calixto, J. B. (2019). The role of natural products in modern drug discovery. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 91. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201920190105>
- Harris-Tryon, T. A., & Grice, E. A. (2022). Microbiota and maintenance of skin barrier function. *Science*, 376(6596), 940-945. <https://doi.org/10.1126/science.abo0693>
- Haryani, Y., Halid, N. A., Guat, G. S., Nor-Khaizura, M. A. R., Hatta, A., Sabri, S., ... & Hasan, H. (2023). Characterization, molecular identification, and antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from selected fermented foods and beverages in Malaysia. *FEMS Microbiology Letters*, 370, fnad023. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnad023>
- Khristi, V., & Patel, V. H. (2016). Therapeutic potential of *Hibiscus rosa sinensis*: A review. *International Journal of Nutrition and Dietetics*, 4(2), 105-123. <http://dx.doi.org/10.17654/ND004020105>
- Kim, S. K., Guevarra, R. B., Kim, Y. T., Kwon, J., Kim, H., Cho, J. H., Kim, J. B., & Lee, J. H. (2019). Role of probiotics in human gut microbiome-associated diseases. *Microbiol. Biotechnol.*, 29(9), 1335-1340. <https://doi.org/10.4014/jmb.1906.06064>
- Kowalska-Krochmal, B., & Dudek-Wicher, R. (2021). The minimum inhibitory concentration of antibiotics: Methods, interpretation, clinical relevance. *Pathogens*, 10(2), 165. <https://doi.org/10.3390/pathogens10020165>
- Lee J.Y., Kim Y., Kim J.I., Lee H.Y., Moon G.S. and Kang C.H. (2022). Improvements in Human Keratinocytes and Antimicrobial Effect Mediated by Cell-Free Supernatants Derived from Probiotics. *Fermentation*, 8(7), 332-339. <https://doi.org/10.3390/fermentation8070332>





- Nakatsuji, T., Chen, T. H., Narala, S., Chun, K. A., Two, A. M., Yun, T., ... & Gallo, R. L. (2017). Antimicrobials from human skin commensal bacteria protect against *Staphylococcus aureus* and are deficient in atopic dermatitis. *Science Translational Medicine*, 9(378), eaah4680. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.aah4680>
- Palani Kumar, M. K., Halami, P. M., & Serva Peddha, M. (2021). Effect of *Lactobacillus fermentum* MCC2760-based probiotic curd on hypercholesterolemic C57BL6 mice. *ACS Omega*, 6(11): 7701-7710. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c00045>
- Pandey, A., Mazumder, A., & Das, S. (2023). A critical evaluation of beneficial gut flora: Probiotics, prebiotics, postbiotics and synbiotics to treat constipation and haemorrhoids. *Allelopathy Journal*, 59(2), 187-196.
- Patel, R., Patel, A., Vaghasiya, D., & Nagee, A. (2012). Antimicrobial evaluation of *Hibiscus rosa-sinensis* plant extracts against some pathogenic bacteria. *Bulletin of Environmental and Scientific Research*, 1(3-4), 14-17. <http://www.besr.org.in/>
- Pooja, K. A., Dudeja, S., Chauhan, R., Hemalata, S., Beniwal, V., Chhokar, V., & Kumar, A. (2016). Antimicrobial activity of ethno-medicinal plants against cariogenic pathogens. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 4(3), 283-290. <https://www.plantsjournal.com/archives/2016/vol4issue3/PartD/4-4-37-333.pdf>
- Roudsari, M. R., Karimi, R., Sohrabvandi, S., & Mortazavian, A. M. (2015). Health effects of probiotics on the skin. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(9), 1219-1240. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.680078>
- Shandilya, S., & Pathak, V. (2020). Chemical constituents & pharmacological effects of *Hibiscus rosa-sinensis* (china rose)—a review. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 10(1), 858-869. <https://doi.org/10.20959/wjpr20211-19535>
- Salmerón-Manzano E, Garrido-Cardenas JA, Manzano-Agugliaro F. Worldwide Research Trends on Medicinal Plants. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 May 12;17(10):3376. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103376>
- Schifano, E., Zinno, P., Guantario, B., Roselli, M., Marcocchia, S., Devirgiliis, C., & Uccelletti, D. (2019). The foodborne strain *Lactobacillus fermentum* MBC2 triggers pept-1-dependent pro-longevity effects in *Caenorhabditis elegans*. *Microorganisms*, 7(2), 45.
- Uçar, M. A., Derun, E. M., & Pişkin, M. B. (2023). Determination of usage potential of *Hypericum perforatum*, *Hypericum capitatum*, *Centaurea cyanus* extracts and creams in the cosmetic industry. *Sigma*, 41(3):443-450. [10.14744/sigma.2023.00051](https://doi.org/10.14744/sigma.2023.00051)
- Udo, I. J., Ben, M. G., Etuk, C. U., & Tiomthy, A. I. (2016). Phytochemical, proximate and antibacterial properties of *Hibiscus rosa-sinensis* L. Leaf. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 4(5), 193-195.
- Woodhams, D. C., Rollins-Smith, L. A., Reinert, L. K., Lam, B. A., Harris, R. N., Briggs, C. J., & Bigler, L. (2020). Probiotics modulate a novel amphibian skin defense peptide that is antifungal and facilitates growth of antifungal bacteria. *Microbial Ecology*, 79, 192-202. <https://doi.org/10.1007/s00248-019-01385-9>



## Research Article

**Biological Activity of Red Pitahaya Extracts on *Lactococcus garvieae* and *Vibrio alginolyticus***Irem CELIK<sup>1</sup>, Meltem ASAN-OZUSAGLAM<sup>1</sup> \*<sup>1</sup><sup>1</sup> Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Science and Letters, Aksaray University, Aksaray, Türkiye

\*Corresponding author e-mail: meltemozusaglam@gmail.com

## ABSTRACT

ARTICLE  
INFO

The enhancement population of the world every day brings with it the demand for protein needs. In our study, it was aimed to identify the utilization potential of red pitahaya fruit obtained from Turkey as a natural feed additive. The disc diffusion assay, micro-dilution method for determination of minimum inhibitory (MIC) and minimum bactericidal (MBC) concentration values of the extracts were used to identify the biological activity of the extracts from red pitahaya. The red pitahaya pulp methanol extract against *L. garvieae* and *V. alginolyticus* showed 10.61 mm and 7.65 mm of inhibition zone diameters. The methanol extract of red pitahaya peel has 10.18 mm and 11.25 mm inhibition zone diameters on *L. garvieae* and *V. alginolyticus*. MIC values were determined as 20 µg/µl and 40 µg/µl for pulp methanol extract and as 80 µg/µl and 40 µg/µl for peel methanol extract against *L. garvieae* and *V. alginolyticus*. MBC values of pulp and peel methanol extracts against fish pathogens were determined as 80 µg/µl. As a result, the red pitahaya extracts may have usage potential as natural antimicrobial agents or feed additive in aquaculture.

Received:  
14.07.2023  
Accepted:  
04.10.2023

**Keywords:** *Hylocereus polyrhizus*, *Fish pathogens*, *Antimicrobial activity*, *Natural additive*

**Cite this article as:** Celik, I., & Asan-Ozusaglam, M. (2023). Biological Activity of Red Pitahaya Extracts on *Lactococcus garvieae* and *Vibrio alginolyticus*. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 13(2), 133-138. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1327293>



## INTRODUCTION

In parallel with the rapid increment in the human the world's population, the need for animal protein is also increasing rapidly (Bilgüven and Can 2018). Although this situation makes it necessary to seek for various alternative foods, protein sources such as fish are among the important sources that come to mind in Turkey, which is surrounded by water on three sides (Kocatepe and Turan 2018). Therefore, aquaculture plays a significant role in meeting the increasing protein food request (Godfray et al. 2010). The spread of diseases in aquaculture can be caused by poor environmental conditions, including feeding conditions, poor management, stocking, malnutrition (Quesada et al. 2013). Such conditions can lead to bacterial infections. Antimicrobial agents should be used in aquaculture for the therapy of contagious diseases. Antibiotics are used as therapeutic substance in aquaculture (Romero et al. 2012; Quesada et al. 2013). Antibiotics used in treatment can be found in trace amounts in the animal product consumed. Such antibiotic residues or their metabolites pose an important threat to human health (Bondad-Reantaso et al. 2023).

Vibriosis is one of the most common and devastating diseases in seafood aquaculture, causing significant mortality and economic losses in both fish and shellfish cultures worldwide (Frans et al. 2011). *V. alginolyticus* is one of the pathogens that cause vibriosis and fish deaths in Mediterranean aquaculture (Sanchez-Fernandes et al. 2022; Balebona et al. 1998; Chen et al. 2000; Cai et al. 2006). *L. garvieae* is common in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) causing lactococcosis and can cause great economic losses (Meyburgh et al. 2017).

Because of their better biodegradability than synthetic materials, plants can also reduce treatment costs or minimize the possibility of bacteria to develop drug resistance, in addition to their alternative uses to antibiotics (Reverter et al. 2014; Salikan et al. 2020; Hassan et al. 2020). Pitahaya is a type of climbing cactus belonging to the genus *Hylocereus* sp. of the *Cactaceae* family. Pitahaya's fruit is juicy and delicious and has gained worldwide recognition (Gunasena et al. 2007; Pannison et al. 2021; Nizamlioglu et al. 2021). Pitahaya is widely grown in tropical regions around the world. Red pitahaya fruit, which has started to be cultivated in Turkey (especially in Antalya) in recent years, attracts the attention of consumers with its different fruit structure and color. It has pharmacological values due to the bioactive components it contains. It has been reported to help treat obesity, cancer, type 2 diabetes and other metabolic syndromes (Ramli et al. 2014; Nishikito et al. 2023).

The purpose of the study is to obtain the potential of using red pitahaya from Turkey as a natural additive instead of products containing synthetic additives. In the present study, the potential for use of methanol extracts of red pitahaya as natural feed additives in aquaculture was determined.

## MATERIAL AND METHODS

### *Red Pitahaya Extraction*

The red pitahaya (*Hylocereus polyrhizus*) was obtained from the production greenhouse in Antalya-Turkey. Then, the pulp is separated from the peel, and they left to dried. After the grinding process, the powder obtained from red pitahaya pulp and peel (10 g) were extracted with of 30 ml methanol (99.7%) using a sonication device on ice for a total of 40 minutes (10 minutes in 2 repetitions) in 2 days. The red pitahaya extracts were obtained by using a rotary evaporator. The red pitahaya methanol extracts were dissolved in DMSO (Dimethyl Sulfoxide) and sterilized with sterile filters (0.45 µm). They were stored at 4°C throughout the study. For the study, an average of 300-400 g of fruit was used. The tests were performed in triplicate.

### *Disc Diffusion Susceptibility Assay*

The inhibitory effect of pulp and peel methanol extracts obtained from red pitahaya against *Lactococcus garvieae* and *Vibrio alginolyticus* were determined using disc diffusion susceptibility assay (Murray et al. 2006). *L. garvieae* and *V. alginolyticus* test microorganisms were cultured at 25°C for 24 hours in TSB and TSB/NaCl medium, respectively. The test bacteria were washed with a saline solution (twice). The prepared bacterial suspension (0.5-McFarland) was inoculated on specific agar medium using spread plate method and sterile discs (Diameters: 6 mm) were placed on the agar. The red pitahaya methanol extracts prepared at a

concentration of 200 mg/ml were dripped onto the sterile discs. Kanamycin (K; 30 µg/disc) antibiotic discs was used as controls for pathogenic microorganism strains. The culture dishes were incubation period for 24 hours at the suitable temperatures indicated previously. Then, the zone of inhibition was measured using caliper.

### Microdilution Method

The minimum inhibitory (MIC) and bactericidal (MBC) concentrations of red pitahaya extracts were obtained by microdilution method (Chandrasekaran and Venkatesalu 2004). The methanol extracts were added to liquid medium and diluted by a two-fold serial dilution method to obtain a final concentration of 160-10 µg/µl. The microbial suspension was added to each tube and then incubated under the conditions required for each microorganism as mentioned above. After incubation, the extract concentration in the tube without microbial growth was determined according to turbidity and the lowest concentration was recorded as the MIC value. MBC or MFC values were determined by inoculating samples from the mixture onto agar medium. The culture dishes were incubation period at the appropriate temperature for 24 hours. The lowest concentration without eventually growth of incubation was defined as MBC values.

## RESULTS AND DISCUSSION

Despite many challenges, production in the aquaculture continues to increase rapidly. Among the difficulties encountered in production, microbial infections cause serious economic losses (Assefa and Abunna 2018). Antibiotics used in aquaculture increase the likelihood of residual antibiotics in fish and aquaculture (Cabello 2006). In this context, using plants in aquaculture may provide an alternative solution. Scientific evidence is increasing on the beneficial effects of plant extracts, which are very rich in natural components, on fish health and the prevention of epidemic diseases (Reverter et al. 2014). In the present study, antimicrobial activity of red pitahaya pulp and peel extracts at 4 mg/disc (20 µl) concentration against *L. garvieae* and *V. alginolyticus* was investigated by disc diffusion susceptibility assay (Table 1). The inhibition zone diameters against *L. garvieae* and *V. alginolyticus* in the pulp extract were determined as 10.61 mm and 7.65 mm. In the peel extract, the inhibition zone diameters were determined as 10.18 mm and 11.25 mm.

**Table 1.** Disc diffusion susceptibility assay results of red pitahaya extracts

Fish Pathogens	Inhibition zone diameter (mm±SD)		
	Red Pitahaya Extracts		Antibiotic
	Pulp	Peel	K
<i>Lactococcus garvieae</i>	10.61±0.51	10.18±1.19	17.39±0.95
<i>Vibrio alginolyticus</i>	7.65±0.09	11.25±0.66	18.27±1.47

\*K: Kanamycin

The literature studies of red pitahaya extracts against fish pathogens are limited. In a study conducted in 2014, the antimicrobial activity of *Hylocereus polyrhizus* core methanol extract obtained in Bangladesh against *Vibrio* sp. was determined by the well diffusion method. The diameter of the inhibition zone was obtained as 10.30 mm (Tahera et al. 2014). The results of our current study indicated that the peel methanol extract of red pitahaya showed higher antimicrobial activity against *V. alginolyticus* compared to the core methanol extract. In our previous study investigating the biological activity of methanol extracts obtained from white pitahaya pulp and its peel, the results of the disc diffusion test against *L. garvieae* were determined as 9.18 mm and 10.34 mm (Celik and Asan-Ozusaglam, 2022). When compared our current study with our previous study, the antibacterial activity of the red pitahaya fruit methanol pulp extract on the *L. garvieae* pathogen was found to be higher than the white pitahaya methanol fruit pulp extract. The red pitahaya peel extract showed antibacterial activity similar to white pitahaya peel extract against this pathogen. The red pitahaya fruit contains substances with antibacterial content such as alkaloids (betalain pigments), flavonoids and vitamin C, and its peel contains flavonoids, alkaloids and terpenoids. Phenolic compounds can prevent bacterial growth by damaging the cytoplasmic membrane and proteins and can also inactivate some bacterial enzymes (Amalia et al. 2014). In the current study, the antimicrobial activity of red pitahaya extracts may be due to these reasons.

The biological activity of a compound is generally defined as the MIC, the lowest concentration of the compound capable of inhibiting the growth of the microorganism (Mann and Markham 1998). The MBC is the lowest concentration that reduces the number of microorganisms in the medium containing the microbial solution by 99.9 (Kowalska and Dudek 2021). The micro-dilution test results of red pitahaya methanol extracts against *L. garvieae* and *V. alginolyticus* are presented in Table 2. MIC values against *L. garvieae* were determined as 20 µg/µl and 80 µg/µl in pulp and peel extracts. Against *V. alginolyticus*, it was determined as 40 µg/µl in pulp and peel extract. The MBC values of the red pitahaya pulp and peel extracts against *L. garvieae* and *V. alginolyticus* were determined as 80 µg/µl.

**Table 2.** Microdilution assay of red pitahaya extracts

Fish Pathogens	MIC (µg/µl)		MBC (µg/µl)	
	Pulp	Peel	Pulp	Peel
<i>Lactococcus garvieae</i>	20	80	80	80
<i>Vibrio alginolyticus</i>	40	40	80	80

Hendra et al. (2019), determined the biological activity of n-hexane and ethyl acetate extracts obtained from red pitahaya fruit peel against *V. alginolyticus* by micro-dilution method. The growth inhibition (%) of the red dragon fruit n-hexane and ethyl acetate extracts were determined as 72.6 and 74.2. It has been suggested that the differences in antimicrobial activities may be due to the extraction method or may be due to the solvents used (Fidrianny et al. 2017).

## CONCLUSION

As the day pass, the increment in the population leads to an increase in the demand for food. Aquaculture has become a very important industry to meet the protein food demand. Intensive production conditions cause microbial infections and serious economic losses are experienced. Antibiotic-added feeds used in aquaculture pass into the human food chain and cause the formation of antibiotic resistance genes. Therefore, the use of plant extracts in aquaculture can be an alternative solution. It is known that pitahaya, which is one of the tropical fruits that has gained popularity especially in our country, is a fruit rich in nutritional value. In our current study, it was determined that methanol extracts of red pitahaya pulp and peel exhibited good antimicrobial activity against the tested microorganisms. The study results have the potential to advanced new literature studies. As a result, it has been reported that red pitahaya extracts may have the potential to be used as natural feed additives in aquaculture.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Abstract of this article was presented orally at the symposium "Microorganisms and the Biosphere (Microbios-2023)" on June 15-16, 2023, Kyrgyzstan.

## Conflict of interest

The authors do not declare any conflicts of interest in the study.

## Author contribution

All authors have contributed equally.

## Ethical approval

During the writing process of the study titled "*Biological Activity of Red Pitahaya Extracts on Lactococcus garvieae and Vibrio alginolyticus*", scientific rules, ethical and citation rules were followed; No falsification has been made on the collected data and this study has not been sent to any other academic media for evaluation. Ethics committee approval is not required.

## REFERENCES

- Amalia, S., Wahdaningsih, S., & Untari, E. K. (2014). Antibacterial activity testing of n-hexane fraction of red dragon (*Hylocereus polyrhizus* britton & rose) fruit peel on *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. *Majalah Obat Tradisional*, 19(2), 89-94. <https://doi.org/10.22146/tradmedj.8146>
- Assefa, A., & Abunna, F. (2018). Maintenance of fish health in aquaculture: review of epidemiological approaches for prevention and control of infectious disease of fish. *Veterinary Medicine International*. 2018, Article ID 5432497. <https://doi.org/10.1155/2018/5432497>
- Balebona, M.C., Andreu, M.J., Bordas, M.A., Zorrilla, I., Moriñigo, M.A., & Borrego, J.J. (1998). Pathogenicity of *Vibrio alginolyticus* for cultured gilt-head sea bream (*Sparus aurata* L.). *Applied and Environmental Microbiology*, 64 (11), 4269-4275. <https://doi.org/10.1128/AEM.64.11.4269-4275.1998>
- Bilgüven, M., & Gökhan, C. (2018). Balık yemlerinde balık unu yerine tavuk ununun kullanılma olanakları. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (2), 189-197.
- Bondad-Reantaso, M.G., MacKinnon, B., Karunasagar, I., Fridman, S., Alday-Sanz, V., Brun, E., & Caputo, A. (2023). Review of alternatives to antibiotic use in aquaculture. *Reviews in Aquaculture*. <https://doi.org/10.1111/raq.12786>
- Cabello, F.C. (2006). Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal health and for the environment. *Environmental Microbiology*, 8 (7), 1137-1144. <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2006.01054.x>
- Cai, J., Han, H., Song, Z., Li, C., & Zhou, J. (2006). Isolation and characterization of pathogenic *Vibrio alginolyticus* from diseased postlarval abalone, *Haliotis diversicolor supertexta* (Lischke). *Aquaculture Research*, 37 (12), 1222-1226. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2006.01552.x>
- Celik, I., & Asan-Ozusaglam, M. (2022). Investigation of Alternative Use of White Pitahaya: Natural Feed Additive in Aquaculture. *5th International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences (EurasianBioChem 2022) November 23-25, 2022* (p. 612-616), Ankara.
- Chandrasekaran, M., & Venkatesalu, V. (2004). Antibacterial and antifungal activity of *Syzygium jambolanum* seeds. *Journal of ethnopharmacology*, 91(1), 105-108. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2003.12.012>
- Chen, F.R., Liu, P.C., & Lee, K.K. (2000). Lethal attribute of serine protease secreted by *Vibrio alginolyticus* strains in kuruma prawn. *Penaeus japonicus*, *Zeitschrift für Naturforschung C*, 55 (1-2), 94-99. <https://doi.org/10.1515/znc-2000-1-218>
- Fidrianny, I., Ilham, N., & Hartati, R. (2017). Antioxidant profile and phytochemical content of different parts of super red dragon fruit (*Hylocereus costaricensis*) collected from West Java-Indonesia. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 10 (12), 290-294. <http://dx.doi.org/10.22159/ajpcr.2017.v10i12.21571>
- Frans, I., Michiels, C. W., Bossier, P., Willems, K. A., Lievens, B., & Rediers, H. (2011). *Vibrio anguillarum* as a fish pathogen: virulence factors, diagnosis and prevention. *Journal of Fish Diseases*, 34(9), 643-661. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2011.01279.x>
- Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Robinson, S., Thomas, S.M., & Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327 (5967), 812-818. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>
- Gunasena, H. P., Pushpakumara, D. K. N. G. ve Kariawasam, M., (2007). Dragon fruit, Underutilized Fruit Trees Sri Lanka, 1, 110-140.
- Hassan, N. L., Kam, K. A. R., & Zain, N. A. M. (2020). Isolation of Antibiotic Resistant Bacteria from Rivers in Kelantan, Malaysia. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 3(3), 291-307. <https://doi.org/10.38001/ijlsb.712542>
- Hendra, R., Masdeatresia, L., Abdulah, R., & Haryani, Y. (2019). Antibacterial activity of red dragon peel (*Hylocereus polyrhizus*) pigment. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1351, No. 1, p. 012042). IOP Publishing. DOI 10.1088/1742-6596/1351/1/012042
- Kocatepe, D., & Turan, H. (2018). Balık Yağları, DHA, EPA ve Sağlık. *Türkiye Klinikleri J Public Health-Special Topics*, 4 (1), 62-7.
- Kowalska-Krochmal B., & Dudek-Wicher R. (2021). The Minimum Inhibitory Concentration of Antibiotics: Methods, Interpretation, Clinical Relevance. *Pathogens*, 10 (2), 165-186. <https://doi.org/10.3390/pathogens10020165>
- Mann, C.M., & Markham, J.L. (1998). A new method for determining the minimum inhibitory concentration of essential oils. *Journal of Applied Microbiology*, 84 (4), 538-544. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.1998.00379.x>
- Meyburgh, C.M., Bragg, R.R., & Boucher, C.E. (2017). *Lactococcus garvieae*: An emerging bacterial pathogen of fish. *Diseases of Aquatic Organisms*, 123 (1), 67-79. <https://doi.org/10.3354/dao03083>
- Murray, P. R., Baron, E. J., Jorgensen, J. H., Landry, M. L., & Pfaller, M. A. (2006). *Manual of Clinical Microbiology: Volume 2* (No. Ed. 9). ASM press.
- Nishikito, D.F., Borges, A.C.A., Laurindo, L.F., Otoboni, A.M.B., Direito, R., Goulart, R.D.A., Nicolau, C.C.T., Fiorini, A.M.R., Sinatora, R.V., & Barbalho, S.M. (2023). Anti-Inflammatory, Antioxidant, and Other Health Effects of Dragon Fruit and Potential Delivery Systems for Its Bioactive Compounds. *Pharmaceutics*, 15 (1), 159. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15010159>



- Nizamlioglu, N. M., Ünver, A., & Kadakal, Ç. (2021). Mineral content of pitaya (*Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus*) seeds grown in Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, 63, 209-213. <https://doi.org/10.1007/s10341-021-00561-x>
- Panisson, D., Marques, N. K., de Souza, F. B. M., Neto, J. C. M., Freire, A. I., & de Araújo, N. O. (2021). Growth and initial development of pitaya white (*Hylocereus undatus*) and red (*Hylocereus monacanthus*) in the city of Araguaína-TO. *Research, Society and Development*, 10, 14.
- Quesada, S.P., Paschoal, J.A.R., & Reyes, F.G.R. (2013). Considerations on the aquaculture development and on the use of veterinary drugs: special issue for fluoroquinolones—a review. *Journal of Food Science*, 78 (9), R1321-R1333. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12222>
- Ramli, N.S., Brown, L., Ismail, P., & Rahmat, A. (2014). Effects of red pitaya juice supplementation on cardiovascular and hepatic changes in high-carbohydrate, high-fat diet-induced metabolic syndrome rats. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 14 (1), 1-10. <http://www.biomedcentral.com/1472-6882/14/189>
- Reverter, M., Bontemps, N., Lecchini, D., Banaigs, B., & Sasal, P. (2014). Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: current status and future perspectives. *Aquaculture*, 433, 50-61. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.05.048>
- Romero, J., Feijoó, C.G., & Navarrete, P. (2012). Antibiotics in aquaculture use, abuse and alternatives. *Health Environ Aquacult*, 159, 159-198.
- Salikan, N. A., ZAIN, N. A. M., & Kam, K. A. R. (2020). Isolation of Antibiotic Resistant Bacteria from Rivers in Terengganu, Malaysia. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 3(3), 241-257. <https://doi.org/10.38001/ijlsb.711948>
- Sanches-Fernandes, G. M., Sá-Correia, I., & Costa, R. (2022). Vibriosis outbreaks in aquaculture: addressing environmental and public health concerns and preventive therapies using gilthead seabream farming as a model system. *Frontiers in Microbiology*, 13, 904815. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.904815>
- Tahera, J., Feroz, F., Senjuti, J.D., Das, K.K., & Noor, R. (2014). Demonstration of anti-bacterial activity of commonly available fruit extracts in Dhaka, Bangladesh. *American Journal of Microbiological Research*, 2 (2), 68-73. DOI:10.12691/ajmr-2-2-5



## Research Article

## Farklı Yerfıstığı Çeşitlerinde Ekim Zamanlarının Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi

Erkan BOYDAK<sup>1</sup>, Muhammed Said YOLCU<sup>2</sup>, Emre KOLDANCA<sup>3</sup><sup>1</sup>Tarla Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Bingöl Üniversitesi, Bingöl, Türkiye<sup>2</sup>Tarla Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sakarya, Türkiye<sup>3</sup>Tarla Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Bingöl Üniversitesi, Bingöl, Türkiye

\*Corresponding author e-mail: muhammedsaidyolcu@subu.edu.tr

## ÖZET

MAKALE  
BİLGİSİ

Bu çalışma, bazı yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.) çeşitlerinin agronomik özelliklerine farklı ekim zamanlarının etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Araştırma 2015 ve 2016 yıllarında Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Arazisinde yürütülmüştür. Deneme “Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Desenine” göre üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır. Denemede 4 ekim zamanı (8 Mayıs, 14 Mayıs, 20 Mayıs, 25 Mayıs) ve 3 farklı yerfıstığı çeşidi (NC-7, Halisbey, Batem 5025) kullanılmıştır. Çalışmada bitki boyu, bitkide dal sayısı, 1000 dane ağırlığı, bitki başına meyve sayısı, dekara verim, iç oranı gibi parametreler incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre yağ oranı dışında kalan diğer parametrelerde 1. Ekim zamanının (8 Mayıs) en uygun ekim zamanı olduğu belirlenmiştir. Dekara verimin yıllara göre yağış faktöründen dolayı değiştiği görülmüştür. 2015 yılında en yüksek dekara verim 291,45 kg/da ile Halisbey çeşidinden, 2016 deneme yılında ise en yüksek dekara verim 408.77 kg/da ile Batem 5025 çeşidinden tespit edilmiştir.

Geliş:  
04.07.2023  
Kabul:  
31.10.2023

**Anahtar kelimeler:** Bingöl, yerfıstığı çeşitleri, ekim zamanları, verim, agronomi

## The Effect of Planting Times on Yield and Yield Components in Different Peanut Varieties

## ABSTRACT

ARTICLE  
INFO

This study was conducted to investigate the effects of different planting times on the agronomic characteristics of some peanut (*Arachis hypogaea* L.) varieties. The research was carried out at the Field Application Area of Bingöl University Faculty of Agriculture in 2015 and 2016. The experiment was designed as a split-plot randomized complete block design with three replications. Four different planting times (May 8th, May 14th, May 20th, May 25th) and three different peanut varieties (NC-7, Halisbey, Batem 5025) were used in the experiment. Parameters such as plant height, number of branches per plant, 1000 kernel weight, number of fruits per plant, yield per hectare, and kernel ratio were investigated. According to the results of the study, the first planting time (May 8th) was determined to be the most suitable for all parameters except oil content. Yield per hectare varied across years due to rainfall, with the highest yield of 291.45 kg/ha recorded in 2015 for the Halisbey variety, and the highest yield of 408.77 kg/ha observed in the 2016 trial for the Batem 5025 variety.

Received:  
04.07.2023  
Accepted:  
31.10.2023

**Keywords:** Bingöl, peanut varieties, planting times, yield, agronomy

**Cite this article as:** Boydak, E., Yolcu, M.S., & Koldanca, E. (2023). Farklı Yerfıstığı Çeşitlerinde Ekim Zamanlarının Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 13(2), 139-147. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1322467>



## GİRİŞ

Yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.), tek yıllık ve yazlık olarak yetiştirilebilen bir bitki olup sıcak iklimlerde gelişim gösterir. Bu bitki, baklagiller (Fabaceae) familyasına aittir. Yerfıstığı tohumları, değerli besin içeriğiyle dikkat çeker. %20-30 protein, %45-55 yağ, , %18 karbonhidrat, B ve E vitaminleri, mineral maddeler ve tüm aminoasitleri içermektedir. Yerfıstığı tohumları genellikle yağlı ve lezzetli olmaları nedeniyle bitkisel yağ ve çerez olarak tüketilmektedir. Ayrıca, bitkinin sapları da yeşil ve kuru ot olarak hayvanların beslenmesinde değerlendirilmektedir. (Kılınççeker, 2019).

Yerfıstığı, havadaki serbest azotu toprağa bağlamada görevli bakterileri kök kısımlarında bulundurmaktadır. Diğer baklagillerde olduğu gibi, yerfıstığı da toprağın azot ve organik madde bakımından zenginleşmesine katkı sağlamakta ve kendisinden sonra ekilecek bitkinin besin ihtiyacını dolaylı olarak karşılamaktadır. Yerfıstığı çapa bitkisi olarak yetiştirildiğinden, büyüme sürecinde düzenli olarak çapalanır ve toprak kabartılır. Bu yöntemle toprak hem yabancı ot ve diğer zararlılardan temizlenir, hem de havalandırılır. Bu nedenle, ekim nöbetinde yerfıstığının kullanımı önem arz etmekte ve her türlü kültür bitkisiyle birlikte ekilebilmektedir. (Kadiroğlu, 2016).

Türkiye’de 2021 yılı yerfıstığı toplam üretim miktarının 234.167 ton ve toplam üretilen yağlı tohumlu bitkiler arasında ise %0.4 paya sahip olduğu bildirilmektedir. 2022 yılında ise 186.340 ton ile bir önceki yıla göre %20 gerileyerek toplam üretilen yağlı tohumlu bitkiler arasında %0.3 paya sahip olmuştur (TÜİK, 2022).

Kültürü yapılan bitkilerde çeşit ve ekim zamanı büyüme, gelişme ve verim gibi birçok agronomik parametreyi etkilemektedir. Yerfıstığı bitkisinin ekim zamanı doğru belirlenmediğinde, bitki çıkışında düzensizlikler veya çıkış sağlanamama sorunları ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle, doğru ekim zamanı seçimi önemlidir (Keleş ve Öztürk 2012).

Yerfıstığının farklı büyüme ve gelişim dönemlerinde sıcaklığa karşı tepkilerinde farklılık meydana geldiği ve artan sıcaklığa bağlı olarak yetiştirme süresinin azaldığı bildirilmektedir (Arıoğlu vd., 2020). Yerfıstığı tohumlarının başarılı bir şekilde çimlenmesi için toprak sıcaklığının 5-40 °C aralığında olması gerekmektedir. Ancak, optimum çimlenme ve büyüme için gereken toprak sıcaklığı 30-35 °C’dir. Eğer toprak sıcaklığı 12-15 °C’nin altına düşerse, tohumların çimlenme süresi daha da uzamaktadır. Bu nedenle, yerfıstığı ekimine başlamadan önce toprak sıcaklığının en az 13-15 °C’ye ulaşmasını beklemek önemlidir (Arıoğlu vd., 2020). Böylece çimlenme süresi daha kısa olmakta ve bitkilerin sağlıklı gelişimi sağlanmaktadır. Geç yapılan yerfıstığı ekimleri, hasat zamanının da gecikmesine neden olabilmekte ve buna bağlı olarak hasat zamanında istenmeyen hava koşullarının oluşma olasılığı da artmaktadır. Bu sebeple, istenilen depolama nem değerinin üzerinde nem içeren koşullar ortaya çıkabilmekte ve tohumlarının kalitesi etkilenebilmektedir. Bu bağlamda, yerfıstığı ekimlerinin zamanında gerçekleştirilmesi önemlidir. Böylece hasat zamanında olumsuz hava koşullarının etkisi minimize edilmiş ve istenen depolama nem değerlerine uygun koşullar sağlanmış olmaktadır (Coşge ve Ulukan 2005).

Bu çalışma, Bingöl Ovası’ndaki sulanabilir arazilerde yerfıstığı ekimi potansiyelinin araştırılması amacıyla her iki yılda da Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait deneme alanında yürütülmüştür. Deneme 4 farklı ekim zamanında 3 farklı yerfıstığı çeşidi ile kurulmuştur. Agronomik açıdan en uygun çeşit ve ekim zamanı belirlenmeye çalışılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Bingöl Ovası’ndaki sulanabilir arazilerde yerfıstığı ekimi potansiyelini değerlendirmek amacıyla Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait deneme alanında yürütülmüştür. Materyal olarak Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nde tescil ettirilen Batem 5025 ve NC-7 çeşitleri ile Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesinde tescil ettirilen Halisbey çeşidi kullanılmıştır.

Sonbahar döneminde deneme alanı pullukla sürülmüş, ilkbahar döneminde ise kültivatör ile yüzlek sürüm yapılmış, akabinde ise rotatiller çekilmiş ve üzerine tapan yapılar ekime uygun hale getirilmiştir.

Deneme alanından 0-30 cm derinliğinde farklı noktalardan alınan toprak örnekleri Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Analiz Laboratuvarında analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre; toprağın PH'sının hafif asidik, tuzsuz, düşük seviyede organik madde, fosfor bakımından yeterli seviyede, potasyum içeriği bakımından düşük seviyede ve kireç bakımından düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Deneme "Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Desenine" göre üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Uzunluğun 5 m, genişliğin ise 2.8 m olduğu parseller 14 m<sup>2</sup> olacak şekilde hesaplanmıştır. Sıra üzeri mesafenin 25 cm, sıra arası mesafenin ise 70 cm olduğu her parselde 4 sıra halinde ekim yapılmıştır. Ekim işlemi markörler aracılığıyla belirlenen sıralara ortalama 4-6 cm derinlikte olacak şekilde elle yapılmıştır. Denemede ekim zamanı (EZ) ana parsellerde, çeşitler ise alt parsellerde olacak şekilde düzenlenmiştir. 2015 yılında ekim işlemleri 8 Mayıs (1. ekim zamanı), 14 Mayıs (2. ekim zamanı), 20 Mayıs (3. ekim zamanı) ve 25 Mayıs (4. ekim zamanı) olacak şekilde, 2016 yılında ise 5 Mayıs, 11 Mayıs, 17 Mayıs ve 23 Mayıs zamanlarında yapılmıştır.

Bingöl ilinde karasal iklim görülmektedir. Yaz ayları kurak ve sıcak, kış ayları ise soğuk ve sert geçmektedir. İlkbahar aylarında ise, il çevresindeki dağların yüksekliği nedeniyle hava ısınmaya başlasa da dağlık bölgeler ovaya göre daha serin olabilmektedir (Anonim 2011). Deneme alanına ait iklim verileri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 1.** Denemenin yürütüldüğü Bingöl iline ait 2015, 2016 ve uzun yıllara ait ortalama sıcaklık (°C), toplam yağış (mm) ve nispi nem (%) değerleri.

	Ortalama Sıcaklık (°C)			Toplam Yağış (mm)			Nispi Nem (%)		
	Uzun Yıllar	2015	2016	Uzun Yıllar	2015	2016	Uzun Yıllar	2015	2016
Ocak	-2.5	1.8	-2.8	154.0	147.2	257.8	73.3	75.1	75.4
Şubat	-0.9	1.9	2.5	137.7	119.8	95.3	72.2	74.4	73.3
Mart	4.9	5.5	7.0	124.1	155.3	131.0	64.2	66.9	60.2
Nisan	10.9	10.7	14.0	103.8	66.7	46.8	61.2	60.1	43.4
Mayıs	16.2	16.4	16.3	66.8	21.2	66.2	55.8	53.9	57.4
Haziran	22.6	22.6	22.3	18.4	8.1	34.4	42.5	38.4	43.5
Temmuz	27.0	27.4	26.9	7.3	0.1	7.0	36.7	28.1	43.2
Ağustos	26.8	27.1	28.1	5.4	0.6	0	36.8	30.8	28.8
Eylül	21.3	23.6	20.1	16.4	0.4	29.1	42.2	30.0	40.3
Ekim	14.2	14.4	15.2	70.3	18.9	4.4	58.9	68.6	43.0
Kasım	6.5	14.4	6.4	91.8	46.2	53.7	64.7	56.4	48.0
Aralık	0.2	1.3	-2.2	121.8	219.1	152.6	70.7	58.6	73.4
<b>Top./Ort.</b>	<b>12.3</b>	<b>13.9</b>	<b>12.8</b>	<b>917.8</b>	<b>803.6</b>	<b>878.3</b>	<b>56.6</b>	<b>53.4</b>	<b>48.8</b>

Yerfıstığı ekimi öncesinde her deneme yılında, dekara 10 kg NPK (15-15-15) gübresi ve 10 kg/da DAP (18-46) gübresi homojen olacak şekilde serpiştirilmiştir. Çiçeklenme başlangıcında ise 12 kg/da üre (%46 N) üst gübre olarak kullanılmıştır. Çıkıştan yaklaşık 3-5 hafta sonra her sırada 20 tane bitki kalacak şekilde tekleme işleme yapılmıştır. Kök bölgesindeki toprağın havalandırılması, daha sağlıklı kök gelişimi ve yabancı ot mücadelesi için üç kez manuel olarak çapalama işlemi gerçekleştirildi. Ayrıca, boğaz doldurma işlemi yapılmıştır. Bu şekilde, ginoforlar toprağa daha kolay erişebildi ve meyve oluşumu ve gelişimi rahatlatıldı. Çimlenme için her ekimden sonra damlama sulama yöntemiyle sulama yapılmıştır ve sonraki sulamalar hava sıcaklığı ve bitkilerin ihtiyaçlarına göre ayarlanmıştır.

Denemenin 1. yılı (2015), thrips zararlısına karşı Decis (etken madde: 2 g/l Deltamethrin), kırmızı örümcek zararlısının yetişkin formlarına karşı Alemectin (etken madde: 18 g/l Abamectin) ve kırmızı örümcek zararlısının yumurtalarına karşı Zidane (etken madde: 110 g/l Etoxazole) pestisitleri kullanılmıştır. Denemenin ikinci yılında, zararlıların olmaması nedeniyle herhangi bir ilaç kullanılmamıştır.

Hasat işleminde her parselin dış sıraları kenar tesiri olarak bırakıldı ve orta iki sıra verilerin alınması için kullanılmıştır. Hasat elle yapılmıştır ve tohumlardaki nem oranının yüksek olması nedeniyle güneş altında veya kapalı alanlarda kurutma işlemi yapılmıştır. İlk deneme yılında hasat 19 Ekim 2015 tarihinde, ikinci yılda ise 22 Ekim 2016 tarihinde gerçekleştirilmiştir.

Denemenin 1. yılında; bitki boyu, dal sayısı, 1000 dane ağırlığı, dekara verim, bitki başına meyve sayısı, iç oranı, yağ oranı, protein oranı parametreleri incelenmiştir. Denemenin 2. yılında ise çeşitli nedenlerden dolayı sadece 1000 dane ağırlığı, dekara verim, bitki başına meyve sayısı ve iç oranı parametreleri incelenebilmiştir.

Araştırmadan elde edilen bulgular “Bölünmüş Parseller Deneme Desenine” göre JUMP istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine göre yapılmıştır. Değerler arasında önemli çıkan farklar LSD (0,05) testine tabi tutularak gruplandırılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

2015 deneme yılı verilerine göre EZ ile EZ × çeşit interaksiyonunun bitki boyuna istatistiki olarak %5 düzeyinde önemli etkisi görülürken, çeşitlerin etkisi önemsiz bulunmuştur. En yüksek bitki boyu 19.74 cm ile birinci ekim zamanında (8 Mayıs), en düşük bitki boyu ise 17.65 cm ile dördüncü ekim zamanında (25 Mayıs) elde edilmiştir. Çeşitler arasında bitki boyu ortalama aralığı 18.65-18.81 cm olmuştur. EZ × çeşit interaksiyonunda en yüksek değer 21.41 cm ile NC-7 × 7 Mayıs interaksiyonundan tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bitki boylarının ekim zamanı ile ters orantılı bir ilişki göstermesi ekim zamanının erkene alınmasına bağlı vejetasyon süresi ile ilişkilidir. Ekim zamanının öne alınmasına bağlı olarak uzayan vejetasyon süresi bitki boyunun artmasına neden olmaktadır. Çalışma sonuçlarımız, Canavar ve Kaynak (2008), Ülger (2010), Hatipoğlu (2014) ve Boydak (2020)’ın sonuçları ile uyum göstermektedir.

2015 yılındaki verilere göre, bitkide dal sayısı üzerinde çeşit ve ekim zamanı × çeşit etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ekim zamanlarının etkisi önemli bulunmuştur (%1 düzeyinde). En yüksek dal sayısı 9.59 adet ile 1. ekim zamanında elde edilmiştir ve 2. ekim zamanı ile aynı istatistiksel gruba dahil olmuştur. En düşük dal sayısı ise 7.57 adet ile 3. ekim zamanında tespit edilmiştir ve 4. ekim zamanı ile aynı istatistiksel gruba girmiştir.

Çeşitler arasında dal sayısı ortalama aralığı 8,69-8,54 adet şeklinde tespit edilmiştir (Çizelge 2). Ekim zamanı, bitkilerin vejetatif büyüme süreçlerini etkilemekte ve dal sayısı ile doğrudan ilişki göstermektedir. Bitkiler generatif döneme vejetatif büyümeyi bitirdikten sonra geçmekte ve bu geçişte iklimsel değişkenler etkili rol almaktadır. Ekim zamanının erkene alınması vejetatif sürecin de uzamasına ve buna bağlı olarak da dal sayısında artışların meydana gelmesine neden olabileceği düşünülmektedir. Çalışma sonuçlarımızı Canavar ve Kaynak (2008), Ülger (2010), Hatipoğlu (2014) ve Boydak (2020) yaptıkları çalışmalar ile desteklemektedirler.

2015 yılına ait verilerin yer aldığı Çizelge 2'ye göre, ekim zamanı, çeşit ve ekim zamanı × çeşit interaksiyonuna ait 1000 dane ağırlığında yaptığı etkiler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. 1000 dane ağırlığı değerleri, ekim zamanı açısından 588.66-661.88 g aralığında, çeşitler açısından ise 603.74-643.58 g aralığında değişmektedir.

2016 yılı verilerine göre EZ ile EZ × çeşit interaksiyonunun bin dane ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemsiz iken, çeşitler arasında %5 düzeyinde 1000 dane ağırlığı bakımından farklılık gözlenmiştir. Ekim zamanı ortalamalarına göre 1000 dane ağırlığı 843.1-887.7 g aralığında değişiklik göstermiştir. Çeşitler bakımından en yüksek 1000 dane ağırlığı değeri 925.5 g ile Halisbey çeşidinden, en düşük bin dane ağırlığı ise 803.9 g ile NC-7 çeşidinden tespit edilmiştir (Çizelge 2). Kullanılan çeşitlerin aynı ekolojik koşullar altında verdikleri tepkilerin farklılık arz etmesi beklenen bir durumdur. Nitekim çalışma sonuçlarımızda da bu durumu göstermektedir. Her iki yılda da Halisbey çeşidinin diğer çeşitlere göre daha yüksek bin dane ağırlığını vermiş olması Arslan ve arkadaşlarının Siirt şartlarında yaptıkları çalışma ile benzer sonuçlar göstermiştir (Arslan vd., 2022).

Çizelge 2 incelendiğinde, EZ ve çeşitlerin dekara verim üzerindeki etkisi istatistiksel olarak %1 seviyesinde anlamlı bulunurken, ekim zamanı × çeşit etkisi ise %5 düzeyinde önemli görülmüştür. Ekim zamanlarına göre, en yüksek dekara verim 303.27 kg/da ile 1. ekim zamanında elde edilirken, en düşük değer 255.58

kg/da ile 4. ekim zamanında görülmüştür. 2. ve 3. ekim zamanları ise istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır. Çeşitlere göre ise, en yüksek dekara verim Halisbey çeşidinden 291.45 kg/da olarak tespit edilirken, en düşük değer NC-7 çeşidinde 261.31 kg/da olarak belirlenmiş ve Batem 5025 ile aynı grupta yer almıştır. Ekim zamanı  $\times$  çeşit etkisi açısından en yüksek dekara verim 317.94 kg/da ile NC-7  $\times$  1. EZ etkisiyle elde edilmiştir (Çizelge 2). Çeşitler arasındaki dekara verim değerlerinin farklılık arz etmesi çeşitlerin iklimsel değişkenlere verdikleri tepkiler ve genetik yapılarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmektedir.

**Çizelge 2.** 2015 yılında farklı zamanlarda ekilen üç farklı yerfıstığı çeşidinin bitki boyu (cm), bitkide dal sayısı (adet/bitki), 1000 dane ağırlığı (g), dekara verim (kg/da), bitki başına meyve sayısı (adet/bitki), iç oranı (%), yağ oranı (%) ve protein oranı (%) ortalama değerleri ile E.G.F. (0.05) grupları

Bitki Boyu (cm)				Bitkide Dal Sayısı (adet/bitki)				
EZ/Ç	NC-7	Halisbey	Batem 5025	Ort.	NC-7	Halisbey	Batem 5025	Ort.
8 Mayıs (1. EZ)	21.41 a	17.89 cde	19.93 ab	19.74 A	9.75	9.62	9.42	9.59 A
14 Mayıs (2. EZ)	19.24 bcd	19.24 bcd	18.49 bcde	18.99 AB	9.13	9.64	9.10	9.29 A
20 Mayıs (3. EZ)	17.59 de	19.67 abc	18.31 bcde	18.52 AB	7.76	7.71	7.26	7.57 B
25 Mayıs (4. EZ)	17.00 e	18.10 b-e	17.87 cde	17.65 B	7.93	7.80	8.38	8.03 B
Ort.	18.81	18.72	18.65		8.64	8.69	8.54	
EGF (0.05)	EZ* (1.37)	Ç (öd)	İnt.* (1.86)		EZ** (1.04)	Ç (öd)	İnt. (öd)	
1000 Dane Ağırlığı (g)				Dekara Verim (kg/da)				
EZ/Ç	NC-7	Halisbey	Batem 5025	Ort.	NC-7	Halisbey	Batem 5025	Ort.
8 Mayıs (1. EZ)	690.00	631.66	664.00	661.88	317.94 a	297.84 ab	294.03 ab	303.27 A
14 Mayıs (2. EZ)	682.50	662.50	573.33	639.44	241.14 cd	285.35 ab	261.03 bc	262.50 B
20 Mayıs (3. EZ)	566.66	659.33	609.16	611.71	267.30 bc	292.87 ab	233.30 cd	264.49 B
25 Mayıs (4. EZ)	576.66	620.83	568.50	588.66	218.88 d	289.75 ab	258.11 bcd	255.58 B
Ort.	628.95	643.58	603.74		261.31 B	291.45 A	261.61 B	
EGF (0.05)	EZ (öd)	Ç (öd)	İnt. (öd)		EZ** (22.68)	Ç** (20.52)	İnt.* (41.05)	
Bitki Başına Meyve Sayısı (adet/bitki)				İç Oranı (%)				
EZ/Ç	NC-7	Halisbey	Batem 5025	Ort.	NC-7	Halisbey	Batem 5025	Ort.
8 Mayıs (1. EZ)	42.00 a	27.46 c	31.00 bc	33.48 A	64.28	58.17	61.76	61.40
14 Mayıs (2. EZ)	30.60 bc	28.20 c	35.13 b	31.31 AB	63.46	57.50	59.76	60.24
20 Mayıs (3. EZ)	30.49 bc	27.76 c	31.43 bc	29.89 BC	63.01	56.34	59.47	59.60
25 Mayıs (4. EZ)	26.93 c	28.28 c	29.05 c	28.08 C	60.04	54.51	61.36	58.63
Ort.	32.50 A	27.92 B	31.64 A		62.69 A	56.63 B	60.58 A	
EGF (0.05)	EZ* (2.84)	Ç** (2.87)	İnt.** (5.74)		EZ (öd)	Ç* (3.30)	İnt. (öd)	
Yağ Oranı (%)				Protein Oranı (%)				
EZ/Ç	NC-7	Halisbey	Batem 5025	Ort.	NC-7	Halisbey	Batem 5025	Ort.
8 Mayıs (1. EZ)	42.02	38.32	39.99	40.11 AB	23.05	23.26	23.33	23.21 A
14 Mayıs (2. EZ)	42.98	39.23	40.73	40.98 A	22.03	21.34	19.57	20.98 C
20 Mayıs (3. EZ)	42.48	38.93	40.27	40.56 A	21.75	21.88	22.55	22.06 B
25 Mayıs (4. EZ)	40.21	38.03	40.24	39.49 B	22.40	22.05	22.92	22.45 B
Ort.	41.92 A	38.62 C	40.30 B		22.30	22.13	22.09	
EGF (0.05)	EZ* (0.99)	Ç** (1.29)	İnt. (öd)		EZ** (0.58)	Ç (öd)	İnt. (öd)	

EZ: Ekim Zamanı, Ç: Çeşit, öd: önemli değil, İnt.: İnteraksiyon, EGF: En Küçük Güvenilir Fark

\* $P < 0.05$  düzeyinde, \*\*  $P < 0.01$  düzeyinde önemli

2016 verileri değerlendirildiğinde, çeşitler ve EZ  $\times$  Ç (ekim zamanı  $\times$  çeşit) etkisinin dekara verim üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmadığı, ancak ekim zamanlarının dekara verim üzerinde %5 düzeyinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Ekim zamanlarına göre, en yüksek dekara verim 1. ekim zamanında 449.72 kg/da, en düşük dekara verim 4. ekim zamanında 378.88 kg/da olarak belirlenmiş ve 2. ve 3. ekim zamanları ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Çeşitlere göre dekara verim aralığı ise 384.25-408.77 kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Her iki deneme yılında da, ekim zamanının gecikmesine bağlı olarak dekara verim değerlerinin azaldığı, Çizelge 2 ve Çizelge 3 verilerinden görülebilmektedir. Ekim

zamanının gecikmesine bağlı olarak vejetasyon süresinin de azaldığı ve buna bağlı olarak büyüme ve gelişimin geri kaldığı, fotosentez faaliyetlerinin süresinin azalması ve buna bağlı olarak meyve üretimi, kuru madde birikimi gibi kalite kriterlerinin düşüşüne neden olabileceği düşünülmektedir. Bulgularımız Çalışkan vd. (2008), Ülger (2010), Arıoğlu vd. (2013), Çil vd. (2013), Hatipoğlu (2014), Boydak (2020) bulgularıyla uyum göstermektedir.

2015 yılına ait Çizelge 2'deki veriler değerlendirildiğinde, yağ oranı üzerinde ekim zamanının %5 düzeyinde önemli bir etkisi olduğu, çeşitlerin ise %1 düzeyinde önemli bir etkisi olduğu görülmüştür. Ekim zamanı ile çeşitler arasındaki etkileşimin yağ oranı üzerindeki etkisi ise istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Ekim zamanı ortalamalarına bakıldığında yağ oranı en fazla %40.98 ile 2. ekim zamanından tespit edildiği ve 3. ekim zamanı ile istatistiksel açıdan aynı grupta yer aldığı, en düşük yağ oranı ise %39.49 ile 4. ekim zamanından tespit edildiği tespit edilmiştir. Çeşit ortalamalarına bakıldığında en yüksek yağ oranı %41.92 ile NC-7 çeşidinden, en düşük yağ oranı ise %38.62 ile Halisbey çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler arasındaki yağ oranı değerlerinin farklılık göstermesi çeşitlerin iklimsel değişkenlere verdikleri tepkiler ve genetik yapılarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmektedir. Ekim zamanının gecikmesi, bitkinin büyüme döngüsünün bazı kritik evrelerini etkileyebilir ve bu da yağ oluşumunu olumsuz etkileyebilmektedir. Yağ bitkilerinin geç ekilmesi, meyve veya tohum oluşumu döneminin azalmasına ve dolayısıyla yağ oluşumunun da azalmasına neden olabilmektedir (Kılıç ve Arabacı 2016). Araştırma sonuçlarımız Arıoğlu vd. (2013), Hatipoğlu (2014), Boydak (2020)'ın yaptıkları çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

2015 yılına ait veriler analiz değerlendirildiğinde, farklı ekim zamanlarının protein oranı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli (%1 düzeyinde) bulunmuştur. Ancak çeşit ve ekim zamanı × çeşit etkileşimi protein oranı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip değildir. Ekim zamanı ortalamalarına göre, en yüksek protein oranı %23.21 ile 1. ekim zamanında elde edilmiş, en düşük protein oranı ise %20.98 ile 2. ekim zamanında tespit edilmiştir. Çeşit ortalamalarına göre protein oranı aralığı %22.09-22.30 olmuştur (Çizelge 2). Çalışma sonuçlarımızda ekim zamanının gecikmesine paralel olarak protein oranının da azaldığı görülmektedir. İklim koşulları ve ekim zamanı bitkinin büyüme hızını, fotosentez aktivitesini ve besin alımını etkilemekte ve bu duruma bağlı olarak bitkinin protein sentezi ve dolayısıyla protein içeriğini etkileyebilmektedir. Sonuçlarımız Çalışkan vd. (2008), Ülger (2010), Canavar ve Kaynak (2011), Çil vd. (2011)'nın bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

**Çizelge 3.** 2016 yılında farklı ekim zamanlarında ekilen üç yarfıstığı çeşidinin 100 dane ağırlığı (g), bitki başına meyve sayısı (adet/bitki), dekara verim (kg/da) ve iç oranına (%) ait ortalamalar ve oluşan E.G.F. (0.05) grupları

EZ/Ç	1000 Dane Ağırlığı (g)				Bitki Başına Meyve Sayısı (adet/bitki)			
	Batem 5025	Halisbey	NC-7	Ort.	Batem 5025	Halisbey	NC-7	Ort.
5 Mayıs (1. EZ)	865.5	958.2	787.8	870.5	41.27 a	22.74 f	38.94 ab	34.31 A
11 Mayıs (2. EZ)	894.2	900.6	805.6	866.8	34.35 bc	29.35 de	37.96 ab	33.89 A
17 Mayıs (3. EZ)	835.2	957.0	871.0	887.7	31.85 cd	27.11 ef	30.54 cde	29.83 B
23 Mayıs (4. EZ)	892.0	886.0	751.3	843.1	30.66 cde	16.28 g	37.91 ab	28.28 B
Ort.	871.7 AB	925.5 A	803.9 B		34.53 A	23.87 B	36.33 A	
E.G.F (0.05)	EZ (öd)	Ç* (81.8)	İnt. (öd)		EZ* (3.72)	Ç* (2.31)	İnt.* (4.62)	
EZ/Ç	Dekara Verim (kg/d a)				İç Oranı (%)			
	Batem 5025	Halisbey	NC-7	Ort.	Batem 5025	Halisbey	NC-7	Ort.
5 Mayıs (1. EZ)	483.50	433.70	431.97	449.72 A	57.67	52.16	59.63	56.49
11 Mayıs (2. EZ)	396.23	359.03	381.37	384.29 B	57.85	51.41	59.76	56.34
17 Mayıs (3. EZ)	379.20	384.40	389.27	379.56 B	59.23	50.58	57.30	55.70
23 Mayıs (4. EZ)	376.13	359.87	402.67	378.88 B	53.16	47.09	57.69	52.65
Ort.	408.77	384.25	401.32		56.98 A	50.31 B	58.60 A	
E.G.F (0.05)	EZ* (51.65)	Ç (öd)	İnt. (öd)		EZ (öd)	Ç* (5.50)	İnt. (öd)	

EZ: Ekim Zamanı, Ç: Çeşit, öd: önemli değil, İnt: İnteraksiyon, EGF: En Küçük Güvenilir Fark

\*P<0.05 düzeyinde önemli

2015 verileri Çizelge 2'de incelendiğinde, çeşit ve ekim zamanı × çeşit etkileşiminin bitki başına meyve sayısı üzerinde %1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu, ekim zamanlarının ise %5



düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bitki başına meyve sayısı, ekim zamanına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. En yüksek değer, 33.48 adet/bitki olarak 1. ekim zamanında kaydedilirken, en düşük değer 4. ekim zamanında, 28.08 adet/bitki olarak ölçülmüştür. Çeşitlere göre, 32.50 adet/bitki ile tespit edilen en yüksek değer NC-7 çeşidinden tespit edilmiş ve Batem 5025 çeşidiyle istatistiksel olarak aynı gruba girmiştir. En düşük bitki başına meyve sayısı ise Halisbey çeşidinde, 27.92 adet/bitki olarak belirlenmiştir. Ekim zamanı  $\times$  çeşit etkileşimi ortalamalarına göre, en yüksek bitki başına meyve sayısı, 1. EZ  $\times$  NC-7 etkileşimiyle elde edilmiştir ve değeri 42.00 adet/bitki olarak kaydedilmiştir.

2016 deneme yılı verilerine göre, bitki başına meyve sayısı üzerinde ekim zamanı, çeşit ve EZ  $\times$  Ç interaksiyonun etkisi istatistiksel anlamda %5 oranında önemli görülmüştür. Ekim zamanına göre, bitki başına meyve sayısı en yüksek değeri 34.31 adet/bitki ile 1. ekim zamanında elde edilmiştir ve istatistiksel olarak 2. EZ ile aynı gruba girmiştir. Bitki başına meyve sayısının en düşüğü ise 4. EZ'dan elde edilen 28.28 adet/bitki olarak tespit edilmiştir ve 3. EZ ile aynı gruba girmiştir. Çeşitlere göre yapılan değerlendirmede, bitki başına meyve sayısı en yüksek 36.33 adet/bitki ile NC-7 çeşidinden belirlenmiş ve istatistiksel olarak Batem 5025 ile aynı harflendirme ile gösterilmiştir. Bitki başına meyve sayısı bakımından en düşük değer ise Halisbey çeşidinden 23.87 adet/bitki olarak tespit edilmiştir. EZ  $\times$  Ç interaksiyonu ortalamalarına göre en yüksek bitki başına meyve sayısı ise 1. EZ  $\times$  NC-7 interaksiyonundan elde edilen 41.27 adet/bitki olarak bulunmuştur. Denemenin 1. ve 2. yıllarında, bitki başına meyve sayısının, çeşitler arasındaki farklılıklarının, çeşitlerin iklimsel değişkenlere verdiği tepkilere ve genetik yapılarındaki farklılıklara bağlı olabileceği düşünülmektedir. Ekim zamanının gecikmesiyle birlikte bitki başına meyve sayısının azaldığı gözlenmiştir. Bu durumda vejetasyon süresinin kısalmasına bağlı olarak meyve sayısında düşüşler görülmüştür. Çalışma sonuçlarımız Tunçtürk (2005), Canavar ve Kaynak (2008), Kurt vd. (2009), Ülger (2010), Çil vd. (2011), Arıoğlu vd. (2013)'nin yapmış oldukları çalışma sonuçları ile uyum göstermektedir.

2015 yılı verilerine göre, EZ ile EZ  $\times$  çeşit interaksiyonunun iç oranı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır. Ancak çeşitler arasında iç oranı açısından %5 düzeyinde farklılıklar gözlenmiştir. Ekim zamanı ortalamalarına göre iç oranı 58,63-61,40 aralığında değişiklik göstermektedir. Çeşitlerin iç oranı ortalamaları bakımından en yüksek değer %62,69 ile NC-7 çeşidinden elde edilmiş ve Batem 5025 çeşidiyle aynı harflendirme ile gösterilmiştir. İç oranı en düşük değerini ise %56,63 ile Halisbey çeşidinde almıştır (Çizelge 2).

2016 yılı verileri incelendiğinde ekim zamanı ile ekim zamanı  $\times$  çeşit interaksiyonunun iç oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz iken, çeşitler arasında %5 düzeyinde farklılık gözlenmiştir. Ekim zamanı ortalamalarına göre iç oranı %52.65-56.49 aralığında yer almıştır. Çeşitler bakımından en yüksek iç oranı % 58.60 ile NC-7 çeşidinden tespit edilmiş ve Batem 5025 ile aynı istatistiki grupta yer almıştır. En düşük iç oranı ise %50.31 ile Halisbey çeşidinden tespit edilmiştir (Çizelge 3). Denemenin her iki yılında da çeşitlerin iç oranı üzerine etkisinin farklılık göstermesi çeşitlerin iklimsel değişkenlere verdikleri tepkiler ve genetik yapılarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmektedir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde; çeşitler ve ekim zamanları arasında istatistiksel farklılıkların olduğu belirlenmiştir. İncelenen parametrelerde yıllara göre iklimsel değişkenlere bağlı olarak sonuçların değiştiği, 1000 dane ağırlığı, bitki başına meyve sayısı ve dekara verim parametrelerinin yağış ile doğru orantılı olarak değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Ekim zamanının gecikmesine bağlı olarak incelenen birçok parametrede düşüşlerin olduğu ve Bingöl ekolojik şartlarında en uygun ekim zamanının 8 Mayıs olduğu tespit edilmiştir. Halisbey çeşidi 1000 dane ağırlığı bakımından her iki yılda da diğer çeşitlere göre daha iyi sonuç verdiği, NC-7 çeşidi bitki başına meyve sayısı ve iç oranı yönünden her iki yılda da daha iyi sonuçlar verdiği, yağ oranı bakımından ise 1. deneme yılındaki diğer çeşitlere nazaran daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Yerfistığının verim parametreleri göz önüne alındığında çiftçiler için öne çıkan çeşidin NC-7 olduğu belirlenmiştir. Bingöl ekolojik koşullarında yerfistığı yetiştiriciliği için ekim zamanı aralığının artırılması ve çalışılan çeşitlerin dışında diğer çeşitler ile çalışılması yerfistığı yetiştiriciliğine katkı sağlayacağı kanaatindeyiz.

## TEŞEKKÜR



Bu araştırmanın ilk yılı, Bingöl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP-68-308-2015) tarafından finanse edildiği için teşekkürlerimizi sunarız.

### Çıkar Çatışması

Çıkar çatışmasına neden olabilecek herhangi bir durum söz konusu değildir.

### Yazar Katkısı

Denemenin 1. Yılına ait çalışmalar Emre Koldanca ve Erkan Boydak tarafından yapılmış olup, denemenin 2. Yılına ait çalışmalar, istatistiksel analizler ve makale yazım işlemleri Muhammed Said Yolcu ve Erkan Boydak tarafından yapılmıştır.

### Etik Onay

“Farklı Yerfıstığı Çeşitlerinde Ekim Zamanlarının Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Çalışmamızda herhangi bir canlıya ait veri bulunmadığından etik kurul izni gerekmemektedir.

### KAYNAKLAR

- Anonim, (2011). Bingöl il çevre durum raporu, TC. Bingöl Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, s. 34.
- Arıoğlu, H., Bakal, H., & Onat, F. B. Z. 2020. Yerfıstığı Tarımında Ekim Zamanının Önemli Tarımsal ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 159-165.
- Arıoğlu, H., Kurt, C., Bakkal, H., Onat, B., Güllüoğlu, B. (2013), Eylül 10-13. Çukurova bölgesi ana ürün koşullarında yapılan yerfıstığı tarımında farklı hasat zamanlarının verim ve bazı tarımsal özelliklere etkisi [Sözlü bildiri]. 10. Tarla Bitkileri Kongresi, Türkiye.
- Arslan, H., Ekin, Z., & Yolbaş, M. (2022). Farklı Ekim Zamanlarının Siirt Koşullarında Yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.)'nın Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi. ISPEC Journal of Agricultural Sciences, 6(2), 247-259.
- Boydak, E. (2020). Doğu Geçit Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 51(3), 239-242.
- Canavar, Ö. and Kaynak, MA. (2008). Effect of different planting dates on yield and yield components of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 32, 521-528.
- Canavar, Ö., & Kaynak, M. A. (2013). Determination of yield and yield components and seed quality of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) at different harvest times. International Journal of Agronomy and Plant Production, 4, 3791-3803.
- Coşge, B., Ulukan, B. (2005). Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) yetiştiriciliğinde çeşit ve ekim zamanı. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(3), 1-6.
- Çalışkan, S., Çalışkan, M. E., Arslan, M., Arıoğlu, H. (2008). Effects of sowing date and growth duration on growth and yield of groundnut in a mediterranean-type environment in Turkey. Field Crops Research, 105, 131-140.
- Çil, A. N., Çil, A., Akkaya, M. R., Şahin, V. (2013). Eylül 10-13. Doğu Akdeniz bölgesi koşullarına uygun yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.) çeşitlerinin geliştirilmesi [Sözlü bildiri]. 10. Tarla Bitkileri Kongresi, Türkiye.
- Çil, AN., Çil, A., Akkaya, MR., Kılı, F. (2011) Eylül 12-15. Bazı yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.) genotiplerinin önemli tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi [Sözlü bildiri]. 9. Tarla Bitkileri Kongresi, Türkiye.
- Hatipoğlu, H. (2014). Harran ovası koşullarında yerfıstığı bitkisinin uygun ekim zamanının belirlenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Harran Üniversitesi, Şanlı Urfa.
- TÜİK, (2022). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2022-45504>. [Erişim tarihi: 10 Mayıs 2023].
- Kadiroğlu, A. (2016). Yerfıstığı Yetiştiriciliği, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya, s.1-2.
- Keleş, R. ve Öztürk, Ö. (2012). Farklı ekim zamanlarının bazı aspir çeşitlerinde verim ve kalite üzerine etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 5(1), 112-117.
- Kılınççeker, M. B. (2019). Çukurova koşullarında yetiştirilen bazı virginia tipi yerfıstığı çeşitlerinin önemli kalite özelliklerinin belirlenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Kurt, C., Zaimoğlu, FB., Güllüoğlu, L., Arıoğlu, H. (2009) Ekim 19-22. Çukurova bölgesi ana ürün koşullarında bazı yerfıstığı çeşit ve hatlarının verim ve bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi [Sözlü bildiri]. VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, Türkiye.
- Tunçtürk, M., Eryiğit, T., Arslan, B. (2005). Van Gölü havzasında yetiştirilebilecek yerfıstığı çeşit ve hatlarının verim ve verim özelliklerinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(2), 109-116.

- Ülger, A. (2010). Farklı ekim zamanı ve bitki sıklıklarının yerfıstığında bitki gelişimi ile meyve verimi ve kalitesine etkileri [Yüksek Lisans Tezi]. Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.
- Arioğlu, H., Bakal, H., & Onat, F. B. Z. (2020). Yerfıstığı Tarımında Ekim Zamanının Önemli Tarımsal ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 159-165.
- Kılıç, C., & Arabacı, O. (2016). Çörek Otu (*Nigella Sativa L.*)'Nda Farklı Ekim Zamanı Ve Tohumluk Miktarının Verim Ve Kaliteye Etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2), 49-56.

## Research Article

**Diurnal Varyabilitenin *Satureja hortensis*'in Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi****Osman GEDİK<sup>1\*</sup>, Nurdan Gül KÖRÜK<sup>1</sup>, Ferhat AĞCA<sup>1</sup>, Orçun ÇINAR<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Tarla Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye<sup>2</sup> Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya, Türkiye

\*Corresponding author e-mail: ogedik@ksu.edu.tr

**ÖZET**

*Satureja hortensis* (Sater) halk arasında kekik olarak kullanılan önemli tıbbi ve aromatik bitkilerdendir. Bu çalışmada sater bitkisinde diurnal varyabilitenin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma Kahramanmaraş ekolojik koşullarında yürütülmüş olup 06:00 dan başlayarak iki saat aralıklarla saat 18:00'da dahil olmak üzere 7 farklı hasat zamanı belirlenmiştir. Çalışmada farklı hasat zamanlarında uçucu yağ oranı, taze herba ağırlığı, kuru herba ağırlığı ve uçucu yağ bileşenleri belirlenmiştir. Uçucu yağ oranı %3.39-3.87 arasında değişmekte olup hasat zamanları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. Taze herba ağırlığı en yüksek 08:00 ve 12:00 hasat zamanlarında, kuru herba ağırlığı ise en yüksek 12:00 hasat zamanında elde edilmiştir. Sater bitkisinin uçucu yağında 15 farklı bileşen belirlenmiş olup karvakrol,  $\gamma$ -terpinen,  $\alpha$ -terpinen ve simen bileşenleri %2'nin üzerinde bir orana sahip olmuştur. Başlıca bileşen olan karvakrol en yüksek değere 06:00,  $\gamma$ -terpinen 10:00,  $\alpha$ -terpinen 10:00 ve simen 18:00 hasat zamanlarında sahip olmuştur. Uçucu yağ bileşenleri ve bunların yağda bulunma oranlarının günün değişen zaman aralıklarında farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Taze herba ve kuru herba ağırlığı açısından 08:00-10:00 hasat zamanlarının, başlıca bileşen olan karvakrol için ise 06:00 hasat zamanının uygun olduğu görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** *Satureja hortensis*, Sater, Diurnal varyabilite, uçucu yağ**MAKALE BİLGİSİ**

Geliş:  
26.09.2023  
Kabul:  
12.11.2023

**Determination of the Effect of Diurnal Variability on Yield and Quality Characteristics of *Satureja hortensis*****ABSTRACT**

*Satureja hortensis* (Summer Savory) is one of the important medicinal and aromatic plants popularly used as thyme. In this study, the effect of diurnal variability on yield and quality characteristics of savory plant was investigated. The study was carried out in Kahramanmaraş ecological conditions and 7 different harvest times were determined, starting from 06:00 and including 18:00 at two-hour intervals. In the study, essential oil ratio, fresh herb weight, dry herb weight and essential oil components were determined at different harvest times. The essential oil content varies between 3.39-3.87% and no statistical difference was observed between harvest times. The highest fresh herb weight was obtained at 08:00 and 12:00 harvest times, and the highest dry herb weight was obtained at 12:00 harvest times. 15 different components were identified in the essential oil of the savory plant, and carvacrol,  $\gamma$ -terpinene,  $\alpha$ -terpinene and cymene components had a rate of over 2%. The main component, carvacrol, had the highest value at harvest times of 06:00,  $\gamma$ -terpinene at 10:00,  $\alpha$ -terpinene at 10:00 and cymene at 18:00. It has been determined that essential oil components and their presence in the oil vary at different times of the day. It has been observed that the harvest time of 08:00-10:00 is suitable for fresh herb and dry herb, and the harvest time of 06:00 is suitable for carvacrol, which is the main component.

**Keywords:** *Satureja hortensis*, Summer savory, Diurnal variability, Essential oil**ARTICLE INFO**

Received:  
26.09.2023  
Accepted:  
12.11.2023

**Cite this article as:** Gedik, O., Körük, G., Ağca, F & Çınar, O. (2023). Diurnal Varyabilitenin *Satureja hortensis*'in Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 13(2), 148-153. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1366500>

## GİRİŞ

Sater (*Satureja hortensis*) *Lamiaceae* familyasında yer alan ve uçucu yağ taşıyan önemli bitkilerden biridir. Dünyada *Satureja hortensis*' in yoğun olarak tarımının yapıldığı ülkeler Almanya, Macaristan, Fransa ve İspanya'dır (Omidbaigi ve Hejazi, 2004). Türkiye'de ticari faaliyetinin yoğun olduğu yerlerin başında ise Ege ve Akdeniz bölgeleri gelmektedir (Satıl ve ark. 2002). Sater bitkisinin Türkiye florasında doğal yayılış gösterdiği şehirler İstanbul, Samsun, Sakarya, Zonguldak, Diyarbakır, Sivas, Adıyaman, Amasya, Nevşehir, Tokat, Ankara, Erzincan, Tokat, Erzurum ve Adana'dır (Katar ve ark., 2011). Dünyada 50 türü bulunan, Türkiye'de üretim ve ticaret alanında kekik ismiyle bilinen *Satureja* cinsi 15 türle tanımlanır ve bunlardan 5 tanesi endemiktir (Davis, 1982; Tümen ve ark., 1998). *Satureja hortensis* L. bitkisinin halk arasında kullanılan isimleri yöreden yöreye değişmekte olup bunlar; Çipriska, Çibrika, Karanfil kekiği, Dağ anugu, Yer kekiği, Çay otu, Çay kekiği, Zahter, Çam kekiği, Ebem kekiği, Sater ve kekik gibi çeşitlilik göstermektedir (Başer ve ark. 2004). Ülkemiz kekik ticaretinde uluslararası pazarda önemli yere sahiptir. Kullanım alanları; kozmetik, parfümeri, eczacılık, baharat, geleneksel tıp ve aromaterapidir. Kekik bitkisi antibakteriyal, antifungal ve antiviral tesirleri bulunan uçucu yağlar içermektedir. Farklı yöntemler kullanılarak elde edilen uçucu yağlar ve bitkisel drog olarak kullanılan kekik bitkisi, balgam söktürücü, akne ve diğer cilt bozukluklarında, mide salgısını arttırmada, kurt düşürmede, mide ve bağırsak hastalıklarının tedavisinde, gaz söktürücü olarak dünya genelinde alternatif sağlık tedavilerinde kullanılmaktadır (Zeybek ve Haksel, 2010). *Lamiaceae* familyasında uçucu yağ verimi ve oranı bakımından *Thymus*, *Origanum*, *Salvia*, *Mentha*, *Teucrium*, *Melissa*, *Sideritis* ve *Satureja* cinsleri önem arz etmektedir (Erdoğan, 2014; Ulçay ve Şenel, 2018). Kekik yaprakları %0.5-8.0 oranında esansiyel yağ içerir. Kekik bitkisi uçucu yağ endüstrisinde kullanılması için bünyesinde en az %2.5 oranında yağ bulundurması gerekmektedir. Karvakrol oranı bakımından *Origanum*, *Thymbra* ve *Satureja* cinsi kekikler, timol oranı bakımından ise *Thymus* türleri en yüksek değere sahiptir (Baydar, 2019). Genelde kayalık ve eğimli arazilerde yetişen tek yıllık, 30-35 cm boylanabilen, eflatun, beyaz ve morumsu çiçeklere sahip bir bitkidir (Davis, 1982). *Satureja hortensis* yaprakları ve çiçekleri kullanılarak elde edilen uçucu yağ renksiz, sarımsı ve çok yoğun kokuludur. Uçucu yağ miktarı %0.3-2 oranında değişim gösterirken ana bileşenlerinden olan karvakrol oranının ise %20-30 aralığında olduğu belirtilmektedir (Baytop, 1984). Sater bitkisinin hasatı hem çiçeklenme öncesi hem de çiçeklenme sonrası için uygundur ve hasat zamanı bölgelere göre değişiklik göstermektedir. Bunun yanı sıra hasat zamanı, bitkinin dağılımı bölgenin ve yılın iklim koşullarına göre farklılık göstermektedir. Genel olarak bitkinin hasat tarihi Temmuz ve Eylül ayları arasında olduğu bilinmektedir (Satıl ve ark. 2002). Kekik bitkisi Türkiye ekonomisi açısından önemli bir yere sahiptir. Çeşitli kullanım alanlarının (baharat, ilaç vb.) artmasından dolayı kekik olarak isimlendirilen birçok tür doğadan toplanarak ekonomiye kazandırılmaktadır. Ülkemiz florasında bulunan tıbbi bitki çeşitliliğini sürdürülebilir kılmak, bilinçsizce yapılan toplamları engellemek amacıyla tarımının yaygınlaştırılması ve uygun tarım politikalarının belirlenmesi bu türlerin koruma altına alınması bakımından önem arz etmektedir. Uçucu yağından faydalanılan bitkilerde bünyesinde bulundurduğu yağ oranı önemlidir ve bu yağ oranını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. İklim, çevre, arazi yapısı, bitkinin yaşı, genetik yapısı, morfolojik, ontogenetik ve diurnal varyabilite bitkide bulunan uçucu yağı etkileyen en önemli etkenlerdendir (Ceylan, 1995). Tıbbi ve aromatik bitkilerde uçucu yağın içerisinde bulundurduğu sekonder metabolitlerden maksimum düzeyde faydalanmak ve kalite standartları belirlemek için en uygun gelişme dönemi ve hasat saatinin belirlenmesi gerekmektedir. Standartlara uygun yüksek oranda ve kaliteli uçucu yağlar elde etmek için yapılan araştırmalarla birlikte diurnal varyabilitenin belirlenmesi yetiştiriciler için önemli bir adım olacaktır. Arabacı ve ark. (2015) doğadaki bitkilerin gün içerisinde değişen iklim faktörlerinin etkisinden dolayı, yapılan hasatlarda büyük bir varyasyonun ortaya çıktığını ve bu durumun diurnal varyabilitenin varlığına işaret ettiğini bildirmiştir. Bu sebeple hasat işleminin rastgele herhangi zamanda yapılmayıp, uçucu yağ oranının en yüksek seviyeye ulaştığı hasat zamanının belirlenmesinin önemli olduğunu bildirmiştir. Kahramanmaraş'ta doğal olarak yetişen kekik türlerinden biri olan *S. hortensis* bitkisinde diurnal varyabilitenin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi ve Kahramanmaraş bölgesinde tarımının yaygınlaştırılması bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma kekik olarak kullanılan *Satureja hortensis* bitkisinde diurnal varyabilitenin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

**Çizelge 1.** Kahramanmaraş ili meteoroloji istasyonunda ölçülen 2022 yılı ve uzun yıllara ilişkin iklim verileri (Anonim, 2022a)

Aylar	Aylık Toplam Yağış (mm)		Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)		Ortalama Nispi Nem (%)	
	2022	Uzun Yıllar (1930-2021)	2022	Uzun Yıllar (1930-2021)	2022	Uzun Yıllar (1980-2021)
<b>Mart</b>	157.8	95.1	7.1	10.4	62.1	60.00
<b>Nisan</b>	12.7	73.0	18.2	15.1	45.7	57.59
<b>Mayıs</b>	40.4	38.8	20.3	20.1	50.7	54.95
<b>Haziran</b>	3.7	8.6	26.1	24.9	50.8	49.67
<b>Temmuz</b>	0.5	2.7	29.6	28.3	41.7	44.20
<b>Top./Ort.</b>	215.1	218.2	20.26	19.7	50.20	53.28

Çizelge 1 deki iklim verilerine bakıldığında 2022 yılı Mart-Temmuz ayları arasındaki aylık ortalama sıcaklık değeri, uzun yıllar sıcaklık ortalamasının üzerinde gerçekleşmiştir. Aylık toplam ortalama yağış miktarı ve ortalama nispi nem ise uzun yıllar ortalamasının altında seyrettiği görülmüştür.

**Çizelge 2.** Deneme alanına ait toprağın kimyasal ve fiziksel özellikleri (Anonim, 2022b)

Özellikler	Değerler	Yorumlar
Toprak derinliği (cm)	0-30	
Suya Doygunluk (%)	69.96	Killi tınlı
pH	7.71	Hafif alkalin
Organik Madde oranı (%)	1.58	Düşük
Kireç (CaCO <sub>3</sub> ) oranı (%)	6.09	Orta kireçli
Tuzluluk oranı (%)	0.05	Tuzsuz
Fosfor P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> miktarı (kg da <sup>-1</sup> )	2.84	Çok az
Potasyum K <sub>2</sub> O miktarı (kg da <sup>-1</sup> )	55.51	Yüksek

Deneme alanında 0-30 cm derinlikten alınan toprak numunesinin özelliklerine bakıldığında; killi tınlı (69.96), tuzsuz (%0.05), orta kireçli (%6.09), organik madde bakımından az seviyede (%1.58), potasyum (K<sub>2</sub>O) oranı yeterlilik seviyesinin üzerinde (55.51 kg da<sup>-1</sup>) ve fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) bakımından çok az (2.84 kg da<sup>-1</sup>) seviyede olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Araştırmada kullanılan *Satureja hortensis* bitkisine ait tohumlar Kahramanmaraş'ın Nurhak ilçesinde doğal olarak yetiştiriciliğini yapan kişilerden temin edilmiştir. Elde edilen tohum örnekleri sera ortamında çimlendirilmiş ve uygun büyüklüğe gelen fideler viollere şaşırtılmıştır. Viollerde geliştirilen fideler Mayıs ayı içerisinde araziye şaşırtılarak gerekli bakımları yapılmıştır. Denemede dekara saf 6 kg da<sup>-1</sup> olacak şekilde N ve P gübrelemesi yapılmıştır. Fosforun tamamı dikimle beraber, azotun ise yarısı dikimle beraber kalan yarısı ise bitkinin gelişim döneminde verilmiştir. Deneme; sıra üzeri 20 cm, sıra arası 40 cm ve her parselde 5 sıra olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Sulama işlemi damlama sulama olarak yapılmış olup, yabancı ot kontrolü çapa kullanılarak el ile yapılmıştır. Diurnal varyabilitenin belirlenmesi için yetiştirilen bitkilerin tam çiçeklenme dönemine geldiğinde günün yedi farklı saatinde hasat işlemi yapılmıştır. Hasat işleminde parsellerin kenar tesirleri çıkarıldıktan sonra parsel verimine ait olan alandan her hasat saatinde 3 farklı bitki toprak yüzeyinden biçilerek hasat edilmiştir. Hasat edilen bitki örnekleri laboratuvar ortamında gölgede kurutulmuştur. Diurnal varyabilitenin belirlenmesinde hasat zamanları olarak sabah 06:00 dan başlanarak iki saat aralıklarla (06:00, 08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00, 18:00) akşam 18:00 kadar yedi farklı biçim alınmıştır. Her biçim saatinde hasat edilen bitkilerin yaş ağırlıkları ve kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları alınmıştır. Hasat işlemi 22 Temmuz tarihinde bitkinin tam çiçeklenme evresinde gerçekleştirilmiştir.

### Uçucu yağ izolasyonu ve bileşenlerinin belirlenmesi

Gün içerisinde yedi farklı saatte hasat edilen bitkiler laboratuvarında oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kurutulan herbalar öğütülerek 35 g öğütülmüş numune üzerine 500 ml saf su ilave edilerek su distilasyonu yöntemi ile üç saat boyunca Neo-clevenger cihazında uçucu yağları çıkarılmıştır. Farklı hasat zamanlarından elde edilen uçucu yağlar Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (BATEM) laboratuvarında GC/MS cihazında analiz edilmiştir (Uysal Bayar ve Çınar, 2020).



## BULGULAR

Bu çalışmada tıbbi ve aromatik bitkiler arasında önemli bir yere sahip olan *S. hortensis* bitkisinde diurnal varyabilitenin uçucu yağ bileşenleri, uçucu yağ oranı ve herba verimi üzerine etkisi belirlenmiştir. *S. hortensis* Türkiye florasında doğal olarak yetişmekte ve halk arasında kekik olarak kullanılmaktadır. Diurnal varyabilitenin belirlenmesi için yapılan hasat işlemlerine bakıldığında uçucu yağ oranı ile hasat zamanları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir.

Benzer şekilde, Sönmez ve Okkaoğlu (2019)'nun Çukurova koşullarında Lavender de diurnal varyabilite üzerine yaptıkları çalışmada hasat zamanlarının uçucu yağ oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Hasat zamanı ile taze herba ağırlığı arasında istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli farklılık görülmüştür. Hasat edilen bitkilerin taze herba ağırlığına bakıldığında en yüksek değer 08:00 ve 12:00 saatlarında yapılan hasatlardan (sırasıyla 137.11 ve 137.78 gr bitki<sup>-1</sup>), en düşük taze herba ağırlığı ise 14:00 ve 18:00 saatlarında (sırasıyla 96.22 ve 97.55 gr bitki<sup>-1</sup>) yapılan hasatlardan elde edilmiştir. Sönmez ve Okkaoğlu (2019)'nun Lavender üzerine yaptıkları çalışmada en yüksek taze herba verimini 08:00 hasatından, en düşük taze herba verimini ise 14:00 hasatından elde ettiklerini bildirmişlerdir. *Satureja hortensis* üzerine yapılan bu diurnal varyabilite çalışması taze herba ağırlığı bakımından Sönmez ve Okkaoğlu (2019)'nun çalışması ile benzerlik göstermektedir. Can ve ark. (2020)'nin İzmir kekiği üzerine yaptıkları çalışmada gün içerisinde değişen zaman aralıklarında yapılan hasatlardan elde edilen herbaların uçucu yağ oranları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını ve bunun sonucu olarak İzmir kekiğinde diurnal varyabilitenin uçucu yağ oranı üzerinde önemli bir değişiklik oluşturmadığını bildirmişlerdir. Kuru herba ağırlığı ile hasat zamanları arasında istatistiki olarak %1'e göre önemli farklılıklar görülmüştür. En yüksek kuru herba ağırlığı 12:00 da (50.66 gr bitki<sup>-1</sup>) yapılan hasattan elde edilirken, en düşük kuru herba ağırlığı 06:00 da (35.33 gr bitki<sup>-1</sup>) yapılan hasattan elde edilmiştir (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Farklı hasat zamanlarında *S. hortensis* bitkisinin uçucu yağ oranı, taze ve kuru herba ağırlığı

Hasat Zamanları	Uçucu Yağ Oranı (%)	Taze Herba Ağırlığı (g/bitki)	Kuru herba Ağırlığı (g/bitki)
06:00	3.87	110.44 C	35.33 D
08:00	3.39	137.11 A	47.32 AB
10:00	3.70	114.88 BC	40.00 C
12:00	3.50	137.78 A	50.66 A
14:00	3.43	96.22 D	37.77 CD
16:00	3.78	123.78 B	45.55 B
18:00	3.53	97.55 D	37.55 CD
LSD	0.37	12.64**	4.54**
V.K.	5.83	6.13	6.07

Analiz edilen uçucu yağlara ait R.T. (alıklar süresi), bileşenler ve yüzde oranları Çizelge 4'te verilmiştir. Gün içerisinde farklı saatlarda hasat edilen *S. hortensis* bitkisinde elde edilen uçucu yağda 15 farklı bileşen belirlenmiştir. Bu bileşenlerden dört tanesi %2'nin üzerinde değere sahip olduğu görülmüştür.

Farklı hasat zamanlarında elde edilen uçucu yağ bileşenlerine bakıldığında; karvakrol,  $\gamma$ -terpinen,  $\alpha$ -terpinen ve simen'in başlıca bileşenler olduğu görülmüştür. Başlıca bileşen olan karvakrola bakıldığında en yüksek orana 06:00 da sahip iken, en düşük oran 10:00 da elde edilmiştir.  $\gamma$ -terpinen bileşeni en yüksek değeri 10:00 da yapılan hasatta elde edilirken, en düşük oran 06:00 hasat zamanında elde edilmiştir.  $\alpha$ -terpinen bileşenine bakıldığında en yüksek oran istatistiki olarak aynı grupta yer alan 10:00 ve 16:00 hasat saatlarında elde edilirken, en düşük oran ise 06:00 hasat zamanında elde edilmiştir. Simen bileşenine bakıldığında en yüksek orana 18:00 da sahip olurken, en düşük değere istatistiki olarak aynı grupta yer alan 06:00 ve 14:00 hasat saatlarında sahip olmuştur (Çizelge 5). Başlıca bileşenler üzerinde yapılan analiz sonucuna bakıldığında bitkide bileşenlerin gün içindeki yoğunluklarının değiştiği görülmüştür. Benzer şekilde Can ve ark. (2020) günün farklı saatlarında yapılan hasatların uçucu yağın ana bileşenleri üzerinde değişime neden olduğunu bildirmiştir. Can ve ark. (2020) en yüksek karvakrol oranını bu çalışmaya benzer şekilde saat 06:00 hasat zamanında, en düşük 12:00 hasat zamanında elde etmişlerdir. Çalışmamız belirtilen bu özellikler bakımından Can ve ark. (2020) ile benzerlik göstermektedir.

**Çizelge 4.** *S. hortensis* bitkisinin hasat zamanlarına göre uçucu yağ bileşenlerinin değişimi

R.T.	Bileşenler	Hasat Zamanları						
		06:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
12.97	$\alpha$ -pinen	0.79	1.22	1.26	0.93	0.88	1.14	1.22
13.12	$\alpha$ -thujene	0.76	1.10	1.21	0.93	0.84	1.22	1.01
16.85	$\beta$ -pinene	0.57	0.79	0.80	0.61	0.59	0.66	0.83
19.48	$\beta$ -myrcene	1.61	2.02	2.06	1.83	1.72	2.09	1.95
19.66	$\alpha$ -phellandrene	0.24	0.30	0.30	0.28	0.26	0.31	0.29
20.39	$\alpha$ -terpinene	2.88	3.48	3.59	3.11	2.97	3.56	3.23
21.33	limonen	0.27	0.32	0.32	0.30	0.28	0.32	0.32
21.85	$\beta$ -phellandrene	0.14	0.17	0.17	0.15	0.14	0.16	0.16
23.68	$\gamma$ -terpinene	30.07	34.20	34.89	31.69	30.54	33.92	31.97
23.82	$\Delta$ -3-carene	-	0.13	0.14	0.12	-	0.14	-
24.89	cymene	2.38	2.54	2.54	2.66	2.39	2.55	2.99
38.58	$\beta$ -caryophyllene	1.14	1.11	0.94	1.25	1.23	1.09	1.08
42.60	$\beta$ -bisabolene	0.68	0.57	0.53	0.71	0.84	0.60	0.72
47.28	carvacryl acetate	0.55	0.59	0.55	0.73	1.00	0.40	0.71
57.72	carvacrol	57.36	50.89	50.27	54.13	55.90	51.45	52.94

**Çizelge 5.** Farklı hasat zamanlarında başlıca uçucu yağ bileşenlerine ait ortalama değerler

Hasat Zamanları	Karvakrol	$\gamma$ -terpinen	$\alpha$ -terpinen	Simen
06:00	57.36 a	30.07 g	2.88 f	2.38 d
08:00	50.90 f	34.20 b	3.48 b	2.54 c
10:00	50.27 g	34.89 a	3.59 a	2.54 c
12:00	54.13 c	31.69 e	3.11 d	2.66 b
14:00	55.90 b	30.54 f	2.97 e	2.39 d
16:00	51.45 e	33.92 c	3.56 a	2.55 c
18:00	52.94 d	31.97 d	3.23 c	2.99 a
LSD	0.07**	0.08**	0.06**	0.02**
V.K.	0.07	0.15	1.11	0.62

## SONUÇ

Bu çalışmada önemli bir tıbbi ve aromatik bitki olan ve halk arasında kekik olarak kullanılan *S. hortensis* bitkisinin günün farklı zaman aralıklarındaki uçucu yağ oranı ve bileşenlerinin değişimi incelenmiştir. Uçucu yağ oranı bakımından hasat zamanları arasında fark çıkmamıştır. Yaş herba ağırlığı ve kuru herba ağırlığında hasat zamanları arasında önemli farklılıklar görülmektedir birlikte bu iki özellik bakımından en yüksek değere 12:00 hasat zamanında ulaşılmıştır. Uçucu yağ bileşenlerinden başlıca dört bileşene bakıldığında en yüksek değerlere farklı hasat zamanlarında sahip olmuşlardır. Bu bileşenlerden karvakrol için 06:00 hasat zamanı,  $\gamma$ -terpinen ve  $\alpha$ -terpinen için 10:00 hasat zamanı, simen için 18:00 hasat zamanı en yüksek değere sahip olmuştur. Çalışma sonuçlarına göre farklı bileşenler günün farklı zamanlarında maksimum değere ulaşırken yaş ve kuru herba ağırlığı bakımından en uygun hasat saatinin 12:00 olduğu görülmüştür.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar bu yazı ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Yazar Katkısı

Yazarlar makale üzerinde eşit katkı hakkına sahiptir.

## Etik Onay

“Diurnal Varyabilitenin *Satureja hortensis*’in Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Çalışmamızda herhangi bir canlıya ait veri bulunmadığından etik kurul izni gerekmemektedir.

## KAYNAKLAR

- Anonim. (2022a). Kahramanmaraş ili meteoroloji istasyonunda ölçülen 2022 yılı ve uzun yıllara ilişkin iklim verileri, Kahramanmaraş.
- Anonim. (2022b). Toprak Analizleri Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi ÜSKİM (Üniversite-Sanayi-Kamu İşbirliği Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi) Laboratuvarında yapılmıştır.
- Arabacı, O., Tokul, E.H., Öğretmen, G.N. ve Bayram, E. (2015). Doğal Yayılış Gösteren *Coridothymus capitatus* L. Genotiplerinde Diurnal Varyabilitenin Verim ve Kaliteye Etkisi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 52(2),141-150.
- Başer, K.H.C., Özek, T., Kirimer, N. ve Tümen, G. (2004). A Comparative Study of the Essential Oils of Wild and Cultivated *Satureja hortensis* L. Journal of Essential Oil Research. 16(5), 422-424.
- Baydar, H. (2019). Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (7. Basım). Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Baytop, T. (1984). Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi. İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 3255, s. 221.
- Can, M., Katar, N. ve Katar, D. (2020). Ontogenetik ve Diurnal Varyabilitenin İzmir Kekliği (*Origanum onites* L.)’nin Uçucu Yağ İçeriği ve Kompozisyonuna Etkisi. Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg., 35(1), 1 - 12.
- Ceylan, A. (1995). Tıbbi Bitkiler I (III. Basım) Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Basımevi. Yayın No: 312, s.116-130, Bornova-Türkiye.
- Davis, P.H. (1982). Flora of Turkey and East Aegean Islands. Edinburgh University Pres, Edinburg, 7, 297-322.
- Erdoğan, E.A. (2014). Lamiaceae familyasına ait bazı bitkilerin uçucu yağ içeriklerinin belirlenmesi, antimikrobiyal ve antimitojenik aktivitelerinin araştırılması. [Doktora tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü], Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 374232).
- Katar, D., Arslan, Y., Subaşı, I. ve Bülbül, A. (2011). Ankara ekolojik koşullarında sater (*Satureja hortensis* L.) bitkisinde uçucu yağ ve bileşenlerinin ontogenetik varyabilitesinin belirlenmesi. Tekirdağ İraat Fakültesi Dergisi, 8(2), 29-36.
- Omidbaigi, R. and Hejazi, M. (2004). Essential oil content and composition of *Satureja hortensis* of two different origins. J. Essent. Oil Bearings. Plants, 7(2), 175–178.
- Satıl, F., Dirmenci, T. ve Tümen, G. (2002). Türkiye’deki *Satureja* L. türlerinin ticareti ve doğadaki durumu. 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, 29-31 Mayıs 2002, Eskişehir, s: 94-100.
- Sönmez, Ç. ve Okkaoğlu, H. (2019). Çukurova Ekolojik Koşullarında Lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) de Diurnal Varyabilitenin Bazı Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisinin Belirlenmesi. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 7(3), 531-535.
- Tümen, G., Kirimer, N., Ermin, N. and Başer, K.H.C. (1998). The essential oil of new *Satureja* species for Turkey, *S.pilosa* and *S. icaria*. J. Essent Oil Res, 10(5), 524-526
- Ulcay, S. ve Şenel, G. (2018). Lamiaceae familyasına ait *Lycopus europaeus* L. türü üzerinde anatomik bir araştırma. Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 3(1), 45-52.
- Uysal Bayar, F. and Çınar, O. (2020). Yield and quality parameters of some cultivated *Origanum* spp. species. Derim, 37(1), 10-17.
- Zeybek, U. ve Haksel, M. (2010). “Türkiye’de ve Dünyada Önemli Tıbbi Bitkiler ve Kullanımları” Zade Yayınları ISBN978-605-88707-0-3, 112-115.

## Research Article

**İki Farklı Taban Gübresi Uygulamasının Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Hasıl Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi**Yusuf Kenan ATEŞ<sup>1</sup>, Erdal ÇAÇAN<sup>1\*</sup><sup>1</sup> Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl Üniversitesi, Bingöl, Türkiye<sup>2</sup> Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bingöl Üniversitesi, Bingöl, Türkiye

\*Corresponding author e-mail: ecacan@bingol.edu.tr

## ÖZET

Mısır veriminin yüksek, sindirilmesinin kolay, enerji oranının yüksek ve üretiminin tamamen makinayla yapılmasından dolayı dünyada silaj amaçlı en fazla tercih edilen bitkidir. Bu çalışma, Bingöl ekolojik koşullarında iki farklı taban gübresi uygulamasının bazı silajlık mısır çeşitlerinin hasıl verimi ve kalitesi üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada 8 adet tescilli silajlık mısır çeşidi ile diamonyum fosfat (DAP) ve organomineral olmak üzere iki farklı gübre türü kullanılmıştır. Araştırmada; en yüksek bitki boyu 30B74, en yüksek koçan oranı 94MAY66, Hido, Everest ve PR32W86, en yüksek yaprak oranı DKC6442, en yüksek sap oranı TK6063, DKC677, DKC6442 ve 30B74, en yüksek yeşil ot ve kuru ot verimi DKC6777, Hido, 30B74, 94MAY66 ve DKC6442 çeşitlerinden elde edilmiştir. En yüksek ham protein, fosfor ve potasyum oranları ile en düşük asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) oranları 94MAY66 çeşidinden elde edilmiştir. Dolayısıyla hem verim ve hem de kalite açısından 94MAY66 çeşidinin ön plana çıktığı görülmektedir. Gübre çeşitleri açısından bakıldığında ise verim açısından organomineral ile DAP gübre çeşitleri arasında herhangi bir farklılığın olmadığı, ham protein, ADF, NDF, fosfor ve potasyum açısından DAP gübresinin, kalsiyum ve magnezyum açısından ise organomineral gübrenin daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak; çevre üzerindeki olumsuz etkisinin az olması göz önünde bulundurulduğunda silajlık mısır çeşitleri için organomineral gübrenin taban gübre olarak DAP gübresine bir alternatif olabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Silajlık mısır Gübreleme Organomineral, DAP**Determination of the Effect of Two Different Base Fertilizer Applications on Yield and Quality of Some Silage Corn Cultivars**

## ABSTRACT

Corn is the most preferred crop for silage purposes worldwide due to its high yield, easy digestion, high energy content, and the ability for fully mechanized production. This study was carried out to determine the effects of two different base fertilizer applications on yield and quality of some silage corn cultivars in Bingöl ecological conditions. Eight registered silage corn cultivars and two different fertilizers (diamonyum fosfat (DAP) and organomineral) were studied. The highest value of plant height was obtained in 30B74; the highest cob ratio was obtained in 94 MAY66, Hido, Everest and PR32W86; the highest leaf ratio was observed in DKC6442; the highest stem ratio was obtained in TK6063, DKC677, DKC6442 and 30B74; the highest green forage and dry matter yield were also obtained in DKC6777, Hido, 30B74, 94 MAY66 and DKC6442 cultivars. On the other hand, the highest crude protein, phosphorus and potassium ratios as well as the lowest acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) ratios were observed in 94 MAY66 cultivar. So, it could be concluded that 94 MAY66 is the best cultivar in yield and quality parameters. Regarding to fertilizer types, there was no significant difference between organomineral and DAP fertilizers on yield. Also, DAP fertilizer had better results on crude protein, ADF, NDF, phosphorus and potassium, while, the organomineral fertilizer had better effects on calcium and magnesium. As a result, it was concluded that organomineral fertilizer can be an alternative to DAP fertilizer as a base fertilizer for silage corn cultivars considering its low negative impact on the environment.

**Keywords:** Silage corn, Fertilizer, Organomineral, DAP**Cite this article as:** Ateş, Y.K., & Çaçan, E. (2023). İki Farklı Taban Gübresi Uygulamasının Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Hasıl Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 13(2), 154-163. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1306869>MAKALE  
BİLGİSİ

Geliş:  
30.05.2023  
Kabul:  
23.11.2023

ARTICLE  
INFO

Received:  
30.05.2023  
Accepted:  
23.11.2023

## GİRİŞ

Ülkemizde hayvansal üretim sektörünün en büyük sorunlarından biri, üretim girdilerinin fazla olmasıdır. Genel olarak girdi maliyetleri yaklaşık olarak %70'lik bir paya sahip olup, bu kategorinin de en başında kaba yemler gelmektedir. Gelişen tarımsal üretim imkânları ile son yıllarda ülkemizdeki kaba yem üretiminin de önemli artışlar sağlamış, ancak bu artışlar ülkemizin kaliteli kaba yem ihtiyacını karşılamada hala yetersiz kalmaktadır (Özkan ve Demirbağ 2016). Kaba yem ihtiyacının kapatılması ancak yem bitkilerinin üretim alanlarının artırılması veya birim alandan daha fazla verim sağlanması ile mümkündür. Kaba yem ihtiyacının karşılanması açısından potansiyeli yüksek olan bitkilerden bir tanesi de mısırdır.

Mısır bitkisi tarihten beri geleneksel olarak insan beslenmesinde kullanılmasının yanında son yüz yılda hayvan beslenmesinde yeşil ot, tane ve silaj olarak kullanılması noktasında büyük öneme sahip olmuştur (Yıldız ve ark. 2017). Veriminin yüksek, hayvanlar tarafından sindirilmesinin kolay, lezzetli, kuru madde veriminin fazla, enerji oranının yüksek, üretiminin tamamen makine ile yapılabilmesi ve işleme yeteneğinin oldukça iyi olmasından dolayı mısır, günümüz dünyasında ve ülkemizde silaj amaçlı en fazla tercih edilen bitki durumundadır (Özata ve ark. 2012).

Ülkemizde son 20 yılda silaj yapılması ve üretilmesi artış göstermiştir. Ancak silaj üretimindeki bu gelişmeler daha çok batı bölgelerinde belirgin iken doğu bölgelerinde düşük kalmıştır. Bu durum doğuda mısır üretiminin yaygın olmaması ve üretimde karşılaşılan diğer zorluklardan kaynaklanmaktadır (Güney ve ark. 2010). Silajlık mısır üretiminin üreticilere benimsetilmesi, et ve süt hayvancılığının daha verimli olmasına katkı sağlayacaktır (Erdal ve ark. 2009). Ülkemizde 2021 yılında 5,2 milyon dekar alanda silajlık mısır ekimi yapıldığı, 27,3 milyon ton üretim yapıldığı ve dekar başına verimin 5208 kg olduğu Türkiye İstatistik Kurumu tarafından rapor edilmiştir (TÜİK 2022).

Tarımsal üretim sektöründe bitki yetiştirme tekniklerinin en önemli konularından birisi de gübrelemedir. Bitkinin ihtiyaç duyduğu zamanda ve uygun miktarda gübreleme, verim ve kaliteyi olumlu yönde etkilemektedir. Gübrenin bütün vejetasyon devrelerinde bitkiyi olumlu yönde desteklediği ve bu etkinin gübrenin cinsine, dozuna ve uygulama tekniğine bağlı olduğu bilinmektedir (Çelebi ve ark. 2010). Ülkemizde son 30 yılda ticari gübre kullanımı artmaya başlamıştır. Kullanılan ticari gübrelerin yaklaşık olarak %60,6'sı azot gübresi olup, bunun da %56,6'sı tahıl tarımında kullanılmaktadır (Doğan ve ark. 2021). Kültürel tarım içerisinde üretimi yapılan bütün bitkilerde daha verimli ve daha kaliteli ürün elde etmek için iklim, toprak, rakım, ekim zamanı, ekim sıklığı, gübreleme, sulama, hasat dönemi ve kullanılan çeşit gibi birçok faktörün etkili olduğu bilinmektedir. Ancak kalite ve miktarı doğrudan etkileyen bu parametrelerin başında gübreleme gelmektedir. Genel bitki üretiminde olduğu gibi silajlık mısır üretiminde de kullanılacak gübre cinsinin belirlenmesi, istenilen kalite ve verim özelliklerine sahip ürünün elde edilmesi açısından önemlidir. Kaliteli ve yeterli ürün elde edilebilmesi için gerek ülkemizde gerekse bölgemizde üreticinin daha kolay ve daha ucuz erişebileceği gübre türünün seçilmesi oldukça önemlidir.

Mısır gübrelemesinde genel olarak saf madde üzerinden toplam 15-20 kg/da azot ve 8-12 kg/da fosfor olacak şekilde gübreleme yapılmaktadır (Küçük 2011; Olgun ve ark. 2012; Okan 2015; Çağan ve İşikten 2019; Yılmaz ve ark. 2020a). Toplam gübre miktarının ekim ile birlikte atılan miktarı ortalama 30 kg/da DAP gübresine tekabül etmektedir. Bu çalışmada da ekim ile birlikte denemeye saf madde üzerinden 30 kg/da DAP ve 30 kg/da organomineral gübresi verilmiştir.

Organomineral gübresinin azot içeriği %6, fosfor içeriği %10 ve potasyum içeriği %6 şeklindedir. Her ne kadar DAP gübresinin kimyasal içeriği (%18 N, %46 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), organomineral gübrenin kimyasal içeriğinden farklı olsa da (%6 N, %10 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %6 K<sub>2</sub>O), üretici açısından dekara atılacak 30 kg kimyasal DAP gübresinin mi yoksa ekim ile birlikte dekara atılacak 30 kg/da organomineral gübresinin mi daha yararlı olabileceği bu deneme ile araştırılmıştır. Bu bilgiler ışığında; yöre koşullarında silajlık mısır çeşitlerinin üretim miktarı ve kalitesinin artırılması için uygun taban gübresi türünün belirlenmesi ve bu gübre türünün verim ve kalite üzerindeki etkisinin belirlenmesi, bu çalışmanın amacını oluşturmuştur.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Araştırmada materyal olarak DKC6442, DKC6777, 94MAY66, Hido, Everest, 30B74, PR32W86 ve TK6063 olmak üzere 8 adet silajlık mısır çeşidi kullanılmıştır. Araştırma, Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma alanında 2020 yılı yetiştirme döneminde yürütülmüştür. Bu alan Bingöl ili Genç ilçesi arasında yer almaktadır. Araştırma alanı 38° 48' 41.07" kuzey enlemleri ile 40° 32' 20.65 doğu boylamları arasında yer almakta ve ortalama deniz seviyesinden yüksekliği 1080 m'dir.



Bingöl Meteoroloji Genel Müdürlüğünden elde edilen verilere göre; Bingöl ilinin aylık sıcaklık, toplam yağış ve nispi nem değerleri ile ilgili veriler Çizelge 1’de verilmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde, 2020 yılında çalışmanın yürütüldüğü aylara ait ortalama sıcaklık değerinin 13,8°C, toplam yağışın 839 mm ve ortalama nispi nem değerinin %51,9 olduğu görülmüştür. 2020 yılının, uzun yıllar ortalamasına (1990-2020) göre daha sıcak, yağış miktarı ve nispi nem oranının da daha az olduğu bir yıl olarak kayıt altına alınmıştır.

**Çizelge 1.** Araştırmanın yürütüldüğü döneme ait Bingöl ilinin 2020 yılı ile uzun yılların iklim verileri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)		Toplam Yağış (mm)		Nispi Nem (%)	
	2020	Uzun yıllar	2020	Uzun yıllar	2020	Uzun yıllar
Ocak	0.4	-2.2	81.4	136.5	65.2	72.8
Şubat	0.8	-0.9	102.5	131.0	67.0	71.0
Mart	7.5	4.7	265.8	131.3	69.1	65.2
Nisan	11.4	10.9	134.0	110.1	60.5	61.1
Mayıs	16.9	16.2	138.8	80.6	55.6	56.9
Haziran	22.4	22.2	10.0	21.1	40.6	44.3
Temmuz	27.0	26.7	5.7	6.9	35.3	37.2
Ağustos	26.5	26.7	0.6	4.9	29.9	36.0
Eylül	24.0	21.3	1.2	14.8	32.3	41.3
Ekim	17.1	14.5	0.0	69.0	36.3	56.4
Kasım	8.5	6.8	56.2	94.7	59.7	65.2
Aralık	3.1	0.7	43.0	131.1	72.0	73.1
<b>Ortalama/Toplam</b>	<b>13.8</b>	<b>12.3</b>	<b>839</b>	<b>932</b>	<b>51.9</b>	<b>56.7</b>

Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Laboratuvarı’nda yapılan toprak analizine göre; deneme alanının toprak yapısının killi-tınlı yapıda olduğu, pH: 6.26 (hafif asidik), tuz oranı: %0.014 (tuzsuz), organik madde oranı: %1.09 (az), kireç oranı: %0.41 (az), potasyum içeriği: 18,27 kg/da (az) ve fosfor içeriği: 7,60 kg/da (orta) olarak tespit edilmiştir.

### Metod

Tarla denemesi, ilkbahar döneminde yapılan toprak hazırlığına müteakiben 23 Haziran 2020 tarihinde kurulmuştur. Ekim işlemi pnömatik mibzer ile yapılmıştır. Deneme tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Denemede blokları arası mesafe 1 metre, sıra arası mesafe 70 cm, sıra üzeri mesafe 12 cm olarak tutulmuştur. Her parsel 5 m uzunluğunda 4 sıra olacak şekilde ayarlanmıştır.

Mısır gübrelemesinde genel olarak saf madde üzerinden toplam 15-20 kg/da azot ve 8-12 kg/da fosfor olacak şekilde gübreleme yapılmaktadır (Küçük 2011; Olgun vd. 2012; Okan 2015; Çağan ve İşikten 2019; Yılmaz ve ark. 2020a). Toplam gübre miktarının ekim ile birlikte atılan miktarı ortalama 30 kg/da DAP gübresine tekabül etmektedir. Bu çalışmada da ekim ile birlikte denemeye 30 kg/da DAP ve 30 kg/da organomineral gübresi verilmiştir.

Organomineral gübresi Bingöl SÜTAŞ’tan temin edilmiştir. Bu ürün, Tarım ve Orman Bakanlığı onaylı olup, her zaman ilgili kurumdan temin edilmesi mümkündür. Organomineral gübrenin azot içeriği %6, fosfor içeriği %10 ve potasyum içeriği %6 olup, ticari adı “SÜTAŞ 6-10-6+10SO<sub>3</sub>+ME” şeklindedir. Her ne kadar DAP gübresinin kimyasal içeriği (%18 N, %46 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), organomineral gübrenin kimyasal içeriğinden farklı olsa da (%6 N, %10 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %6 K<sub>2</sub>O), üretici açısından dekara atılacak 30 kg kimyasal DAP gübresinin mi yoksa ekim ile birlikte dekara atılacak 30 kg/da organomineral gübresinin mi daha yararlı olabileceği ele alınmıştır. Bitki boyu 70-80 cm olduğu zaman boğaz doldurma ve yabancı ot kontrolü işlemi yapılmıştır. Bu işlemler ile birlikte bu aşamada dekara 15 kg/da N gelecek şekilde Üre gübresi, üst gübre olarak tüm parsellere verilmiştir. Deneme alanı düzenli bir şekilde salma sulama sistemi ile sulanmıştır. Hasat, 06-20.10.2020 tarihlerinde silajlık mısır çeşitlerinin süt olum devrelerine ulaşma dönemleri esas alınarak yapılmıştır.

Araştırmada; her parselden rastgele seçilen 5 adet bitki toprak yüzeyinden en üst noktasına kadar olan kısmı cm cinsinden ölçülerek ve ortalaması alınarak bitki boyu, bu bitkilerin I. boğum ile II. boğum arası mm cinsinden ölçülerek ve ortalaması alınarak sap çapı hesaplanmıştır. Bu beş bitki hasat edilerek sap, yaprak ve koçan ayrı ayrı tartılarak ve tüm bitki ağırlığına oranlanarak yeşil sap, yeşil yaprak ve yeşil koçan oranları elde edilmiştir. Her parselden kenar tesiri çıkarıldıktan sonra geriye kalan alandan biçilen yeşil aksamın tartımları yapılmış ve elde edilen değerler dekara çevrilerek yeşil ot verimi elde edilmiştir. Her parselden alınan 5 mısır bitkisi, bitki organları ayrılmış bir şekilde 70 °C’de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulup

tartılmıştır. Elde edilen sonuçlar yeşil ot verimi çarpılarak kuru ot verimi elde edilmiştir (Küçük 2011; Okan 2015; Çağan ve İşikten 2019). Ham protein (HP), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) oranları; öğütülmüş kuru ot örneklerinin NIRS (Near Infrared Spectroscopy) cihazı yardımı ile analiz ettirilmesi sonucu elde edilmiştir.

Deneme, “tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine” göre üç tekerrürlü, iki gübre çeşidi ana parsellere, silajlık mısır çeşitleri ise alt parsellere gelecek şekilde kurulmuş ve yürütülmüştür. Gübre çeşitleri ile silajlık mısır çeşitleri arasındaki benzerlik ve farklılıklar  $P \leq 0,05$  önem seviyesinde LSD testi, gübre x çeşit etkileşimini ise  $P \leq 0,05$  önem seviyesinde Tukey testi karşılaştırılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada iki farklı taban gübresi uygulamasının silajlık mısır çeşitlerinin bitki boyu, sap çapı, koçan oranı, yaprak oranı, sap oranı, yeşil ot ve kuru ot verimi, ham protein, ADF, NDF, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum oranları üzerindeki etkileri incelenmiştir. İncelenen özelliklere ait varyans analizi Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 2’de görüldüğü üzere kalite özelliklerinin tamamı ile verim özelliklerinden bitki boyunun mısır çeşitleri, taban gübreleri ve aralarındaki etkileşim açısından gösterdikleri farklılığın istatistiksel olarak önemli, geriye kalan verim özelliklerinden koçan, yaprak ve sap oranları ile kuru ot verimi açısından sadece mısır çeşitleri arasındaki farklılığın, yeşil ot verimi açısından ise mısır çeşitleri ile etkileşimini arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir.

**Çizelge 2.** İncelenen özelliklerin varyans analizi sonucu elde edilen F değerleri ve önemlilik kontrolü

	Serbestlik Derecesi	Bitki Boyu	Sap Çapı	Koçan Oranı	Yaprak Oranı	Sap oranı	Yeşil Ot Verimi	Kuru Ot Verimi
Bloklar	2	1.69	1.0	1.1	2.0	0.9	1.5	1.4
Mısır çeşitleri	7	54.4**	1.2	2.6*	8.4**	2.5*	4.6**	4.1**
Taban	1	4.5*	0.4	4.0	2.8	3.7	0.3	0.6
Çeşit x Gübre	7	4.2**	1.3	1.2	1.9	1.0	3.3**	1.4

	SD	Ham Protein	ADF	NDF	Fosfor	Potasyum	Kalsiyum	Magnezyum
Bloklar	2	0.1	0.01	0.05	0.3	0.9	0.3	0.03
Mısır çeşitleri	7	42.7**		16.6**	20.1**	46.1**	130.0**	59.6**
Taban	1	90.5**		37.1**	11.3**	13.1**	179.2**	15.2**
Çeşit x Gübre	7	45.4**		16.6**	14.0**	38.3**	111.6**	12.2**

\*:  $P \leq 0,05$ , \*\*:  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemlidir.

### Bitki boyu ve sap çapı

Diamonyum fosfat (DAP) gübresi ile organomineral (OM) gübre uygulamasının silajlık mısır çeşitlerinin bitki boyu ve sap çapı üzerindeki etkisi Çizelge 3’te verilmiştir. Çizelge 3’te görüldüğü üzere silajlık mısır çeşitleri ( $P \leq 0,01$ ) ve gübre türleri ( $P \leq 0,05$ ) arasındaki fark ile çeşit x gübre etkileşimini ( $P \leq 0,01$ ) istatistiksel açıdan önemli, bu parametreler açısından sap çapında görülen farklılıkları ise önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 3.** Silajlık mısır çeşitlerinde taban gübresi uygulamaları ile elde edilen bitki boyları ve sap çapları

Çeşitler	Bitki Boyu (cm)			Sap Çapı (mm)		
	OM	DAP	Ortalama	OM	DAP	Ortalama
DKC6777	205 bc	204 bcd	205 b	16.1	14.5	15.3
94MAY66	184 d-h	172 gh	178 de	16.1	15.4	15.8
HİDO	187 c-g	186 c-h	187 cd	17.6	17.3	17.5
EVEREST	166 hi	178 fgh	172 ef	14.9	15.8	15.4
DKC6442	200 b-e	196 c-f	198 bc	16.6	17.8	17.2
30B74	219 ab	232 a	226 a	15.1	18.3	16.7
PR32W86	177 fgh	180 e-h	179 de	22.4	15.7	19.1
TK6063	150 i	173 gh	162 f	15.1	16.8	16.0
<b>Ortalama</b>	<b>186 B</b>	<b>190 A</b>	<b>188</b>	<b>16.7</b>	<b>16.5</b>	<b>16.6</b>

OM: Organomineral, DAP: Diamonyum fosfat

Silajlık mısır çeşitleri arasında en yüksek bitki boyu 30B74 çeşidinden, en düşük bitki boyu ise TK6063 çeşidinden elde edilmiştir. DAP gübresinin, bitki boyu açısından organomineral gübresine göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Çeşit x gübre interaksyonu açısından da bakıldığında en yüksek bitki boyunun DAP gübresi uygulaması ile 30B74 çeşidinden, en düşük bitki boyunun ise organomineral gübresi uygulaması ile TK6063 çeşidinden alındığı görülmektedir. Silajlık mısır çeşitlerinin sap çapları 15.3-19.1 mm arasında değişim göstermiş ve çeşitlerin ortalaması 16.6 mm olarak elde edilmiştir. Çeşitler, organomineral gübresi ile ortalama 16.7 mm, DAP gübresi ile ortalama 16.5 mm sap çapına sahip olmuştur.

Bu çalışmada çeşitlerin bitki boyları 162-226 cm, sap çapları da 15,3-19,1 mm arasında tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında silajlık mısırın bitki boyu; Keskin ve ark. (2017), Karagöz (2018), Yozgatlı ve ark. (2019) tarafından elde edilen değerler ile benzer, sap çapları ile ilgili elde edilen sonuçların ilse Karagöz (2018), Yozgatlı ve ark. (2019), Çaçan ve İşikten (2019) ve Yılmaz ve ark. (2020b) tarafından elde edilen bulgular ile kısmen benzerlikler ve farklılıklar gösterdiği görülmüştür. Bu farklılığın çalışmada kullanılan çeşitlerin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

### **Koçan, yaprak ve sap oranları**

Silajlık mısır çeşitlerinin koçan, yaprak ve sap oranlarına ait sonuçlar Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelge 4'te görüldüğü üzere koçan ( $P \leq 0.05$ ), yaprak ( $P \leq 0.01$ ) ve sap ( $P \leq 0.05$ ) oranları arasındaki farklılığın silajlık mısır çeşitleri açısından önemli, gübre türleri arasındaki farklılık ile çeşit x gübre interaksyonunun ise önemsiz olduğu görülmektedir.

Silajlık mısır çeşitleri arasında en yüksek koçan oranı 94 MAY 66 çeşidinden elde edilmiştir. HİDO, PR32W86, DKC6777 ve EVEREST çeşitlerinin de istatistiksel olarak aynı grup içerisinde yer aldığı görülmüştür. En düşük koçan oranı da DKC6442 ve 30B74 çeşitlerinden elde edilmiştir. En yüksek yaprak oranı DKC6442 çeşidinden, en düşük yaprak oranı ise DKC6777 ve 94 MAY 66 çeşitlerinden elde edilmiştir. En yüksek sap oranı TK6063 çeşidinden elde edilmiştir. DKC6777, 30B74 ve DKC6442 çeşitlerinin de istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı görülmüştür. En düşük sap oranı ise HİDO çeşidinden elde edilmiştir.

**Çizelge 4.** Silajlık mısır çeşitlerinde taban gübresi uygulamaları ile elde edilen koçan, yaprak ve sap oranları

Çeşitler	Koçan Oranı (%)			Yaprak Oranı (%)			Sap Oranı (%)		
	OM	DAP	Ortalama	OM	DAP	Ortalama	OM	DAP	Ortalama
DKC6777	42.5	35.9	39.2 abc	17.0	18.7	17.9 d	40.5	45.4	43.0 ab
94MAY66	45.1	42.1	43.6 a	17.3	18.2	17.8 d	37.5	39.7	38.6 cd
HİDO	45.4	37.8	41.6 ab	19.4	21.0	20.2 bc	35.2	41.2	38.2 d
EVEREST	39.1	39.9	39.5 abc	20.9	21.0	21.0 bc	40.0	39.1	39.6 bcd
DKC6442	38.8	29.8	34.3 c	21.9	27.6	24.8 a	39.4	42.6	41.0 a-d
30B74	36.8	33.9	35.4 c	21.8	22.3	22.1 b	41.4	43.9	42.7 abc
PR32W86	41.4	42.8	42.1 ab	19.5	17.8	18.7 cd	39.1	39.4	39.3 bcd
TK6063	35.0	38.8	36.9 bc	19.6	18.5	19.1 cd	45.4	42.7	44.1 a
<b>Ortalama</b>	<b>40.5</b>	<b>37.6</b>	<b>39.1</b>	<b>19.7</b>	<b>20.6</b>	<b>20.2</b>	<b>39.8</b>	<b>41.8</b>	<b>40.8</b>

OM: Organomineral, DAP: Diamonyum fosfat

Çeşit x gübre interaksyonunun açısından çeşitlerin koçan oranları %29.8-45.4, yaprak oranları %17.0-27.6 ve sap oranları da %35.2-%45.4 arasında değişim göstermiştir. Bu sonuçlar; Karagöz (2018), Çaçan ve İşikten (2019), Korkmaz ve ark. (2019), Yürekli ve ark. (2021) ve Akbay ve ark. (2022) tarafından elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermiştir.

### **Yeşil ve kuru ot verimleri**

Silajlık mısır çeşitlerinin yeşil ve kuru ot verimlerine ait sonuçlar Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelge 5'te görüldüğü üzere yeşil ot verimi açısından çeşitler ( $P \leq 0.01$ ) ve çeşit x gübre interaksyonu ( $P \leq 0.01$ ), kuru ot verimi açısından ise sadece çeşitler ( $P \leq 0.01$ ) arasında tespit edilen farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir.

Silajlık mısır çeşitleri arasında en yüksek yeşil ve kuru ot verimleri HİDO, 30B74 ve DKC6777 çeşitlerinden elde edilmiştir. 94 MAY 66 ve DKC6442 çeşitleri de istatistiki açıdan aynı grup içerisinde yer almıştır. En düşük yeşil ve kuru ot verimleri TK6063 çeşidinden elde edilmiştir. EVEREST ve PR32W86 çeşitleri de istatistiki olarak en düşük yeşil ve kuru ot verimi veren grup içerisinde yer almıştır. Yeşil ot veriminin çeşit x gübre interaksyonuna bakıldığında en yüksek yeşil ot veriminin organomineral gübresi uygulaması ile HİDO çeşidinden, en düşük yeşil ot veriminin ise yine organomineral gübresi uygulaması ile TK6063 çeşidinden alındığı görülmektedir.

**Çizelge 5.** Silajlık mısır çeşitlerinde taban gübresi uygulamaları ile elde edilen yeşil ve kuru ot verimleri

Çeşitler	Yeşil Ot Verimi (kg/da)			Kuru Ot Verimi (kg/da)		
	OM	DAP	Ortalama	OM	DAP	Ortalama
DKC6777	5727 ab	4659 abc	5193a	1891	1577	1734 a
94MAY66	5167 abc	4332 abc	4750ab	1773	1638	1706 ab
HİDO	6195 a	4762 abc	5479 a	1868	1607	1738 a
EVEREST	3963 bc	4567 abc	4265 bc	1306	1428	1367 bc
DKC6442	5287 abc	4477abc	4882 ab	1704	1406	1555 ab
30B74	5010 abc	5874 ab	5442 a	1683	1772	1728 a
PR32W86	3908 bc	4325 abc	4117 bc	1359	1393	1376 bc
TK6063	3276 c	4570 abc	3923 c	1098	1419	1259 c
<b>Ortalama</b>	<b>4817</b>	<b>4696</b>	<b>4756</b>	<b>1585</b>	<b>1530</b>	<b>1558</b>

OM: Organomineral, DAP: Diamonyum fosfat

Silajlık mısır çeşitlerinin yeşil ot verimleri 3276-6195 kg/da, kuru ot verimleri de 1098-1891 kg/da arasında değişim göstermiştir. Elde edilen yeşil ve kuru ot verimlerinin İptaş (2002), Erdal ve ark. (2009), Seydoşoğlu ve Saruhan (2017), Karagöz (2018) ve Torun (2019) tarafından elde edilen veriler ile kısmen benzerlikler gösterdiği görülmüştür. Diğer yandan elde edilen bulguların Çağan ve İşikten (2019) ile Yürekli ve ark. (2021) tarafından elde edilen bulgulardan ise daha düşük olduğu görülmektedir. Farklı iklim ve toprak koşullarında değerlendirmeye alınan farklı çeşitlerden, farklı yeşil ve kuru ot verim miktarlarının elde edilmesi olası bir durumdur.

#### Ham protein, ADF ve NDF oranları

Silajlık mısır çeşitlerinin ham protein, ADF ve NDF oranlarına ait sonuçlar Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelge 6'da görüldüğü üzere ham protein, ADF ve NDF oranları açısından silajlık mısır çeşitleri ( $P \leq 0.01$ ), gübre türleri ( $P \leq 0.01$ ) ve çeşit x gübre interaksyonu ( $P \leq 0.01$ ) arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli olduğu görülmektedir.

**Çizelge 6.** Silajlık mısır çeşitlerinde taban gübresi uygulamaları ile elde edilen HP, ADF ve NDF oranları

Çeşitler	Ham Protein Oranı (%)			ADF Oranı (%)			NDF Oranı (%)		
	OM	DAP	Ort.	OM	DAP	Ort.	OM	DAP	Ort.
DKC6777	7.41 bc	6.90 d-g	7.16 c	28.7 a	26.6 bcd	27.6 a	50.4 a	46.4 b-e	48.4 a
94MAY66	6.44 gh	8.76 a	7.60 a	26.0 c-f	20.8 h	23.4 f	45.7 b-f	38.3 g	41.9 f
HİDO	6.95 c-f	7.77 b	7.36 b	27.8 abc	24.3 fg	26.0	48.0 ab	42.9 ef	45.4 bcd
EVEREST	6.49 fgh	6.73 e-h	6.61 d	25.3 d-g	24.1 g	24.7 e	44.9 b-f	42.7 f	43.8 e
DKC6442	6.69 e-h	6.58 fgh	6.64 d	26.5 bcd	24.5 efg	25.5 d	47.9 abc	44.4 c-f	46.2 bc
30B74	7.14 cde	7.24 cd	7.19 bc	26.6 bcd	26.6 bcd	26.6 b	46.8 bcd	46.7 bcd	46.7 b
PR32W86	6.33 h	7.15 cde	6.74 d	25.4 d-g	26.3 b-e	25.8 cd	44.0 def	44.7 b-f	44.3 de
TK6063	6.43 gh	6.30 h	6.37 e	24.4 fg	28.0 ab	26.2 bc	42.7 f	47.9 abc	45.3 cd
<b>Ortalama</b>	<b>6.74 B</b>	<b>7.18 A</b>	<b>6.96</b>	<b>26.3 A</b>	<b>25.2 B</b>	<b>25.7</b>	<b>46.3 A</b>	<b>44.24 B</b>	<b>45.3</b>

OM: Organomineral, DAP: Diamonyum fosfat

Silajlık mısır çeşitleri arasında en yüksek ham protein, en düşük ADF ve NDF oranı 94MAY66 çeşidinden elde edilmiştir. En düşük ham protein oranı TK6063, en yüksek ADF ve NDF oranları DKC6777 çeşidinden elde edilmiştir. Diğer mısır çeşitleri istatistiki olarak farklı gruplarda yer almaktadır. DAP gübresinin organomineral gübresine göre daha yüksek ham protein oranı ile daha düşük ADF ve NDF oranı sağladığı görülmektedir.

Çeşit x gübre interaksyonu açısından bakıldığında en yüksek ham protein oranı ile en düşük ADF ve NDF oranlarının DAP gübresi uygulaması ile 94MAY66 çeşidinden elde edildiği görülmektedir. En düşük ham protein oranı ise DAP gübresi ile TK6063 ve organomineral gübresi ile PR32W86 çeşitlerinden, en yüksek ADF ve NDF oranlarının da organomineral gübresi ile DKC6777 çeşidinden elde edildiği görülmüştür. HİDO çeşidi de istatistiki açıdan en yüksek ADF ve NDF oranına sahip grup içerisinde yer almaktadır. Diğer silajlık mısır çeşitleri istatistiki açıdan farklı gruplar içerisinde yer almıştır.

Silajlık mısır çeşitlerinin ham protein oranları %6,30-8,76, ADF oranları %20,83-28,66 ve NDF oranları da %38,26-50,36 arasında değişim göstermiştir. Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde silajlık mısırın ham protein oranları; Erdal ve ark. (2009), Güney ve ark. (2010), Özata ve ark. (2012), Karagöz (2018) ve Yılmaz ve ark. (2020a) tarafından elde edilen bulgular ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. ADF ve NDF oranlarının da Karagöz (2018), Öztürk ve Çarpıcı (2019), Çağan ve İşikten (2019) ve Yılmaz ve ark. (2020a) tarafından elde edilen bulgular ile benzer olduğu görülmektedir.

### Fosfor ve potasyum oranları

Silajlık mısır çeşitlerinin fosfor ve potasyum oranlarına ait sonuçlar Çizelge 7’de verilmiştir. Çizelge 7’de görüldüğü üzere fosfor ve potasyum açısından silajlık mısır çeşitleri ( $P \leq 0.01$ ), gübre türleri ( $P \leq 0.01$ ) ve çeşit x gübre interaksyonu ( $P \leq 0.01$ ) arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli olduğu görülmektedir.

Silajlık mısır çeşitlerine ait en yüksek fosfor ve potasyum içeriği 94MAY66 çeşidinden, en düşük fosfor ve potasyum içeriği ise DKC6777 çeşidinden elde edilmiştir. DAP gübrelemesi ile çeşitlerin fosfor (%0.26) ve potasyum (%1.12) içeriği, organomineral gübresine göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Çeşit x gübre interaksyonu açısından bakıldığında en yüksek fosfor ve potasyum içeriğinin DAP gübresi uygulaması ile 94MAY66 çeşidinden, en düşük fosfor ve potasyum içeriğinin ise organomineral gübresi uygulaması ile DKC6777 çeşidinden alındığı görülmektedir.

**Çizelge 7. Silajlık mısır çeşitlerinde taban gübresi uygulamaları ile elde edilen fosfor ve potasyum oranları**

Çeşitler	Fosfor Oranı (%)			Potasyum Oranı (%)		
	OM	DAP	Ortalama	OM	DAP	Ortalama
DKC6777	0.23 f	0.24 ef	0.24 e	0.60 e	1.03 cd	0.82 e
94MAY66	0.25 cde	0.28 a	0.27 a	1.18 bc	1.89 a	1.54 a
HİDO	0.25 cde	0.27 ab	0.26 b	0.86 d	1.40 b	1.13 bc
EVEREST	0.25 cde	0.26 bcd	0.26 bc	1.16 bc	1.21 bc	1.19 b
DKC6442	0.25 cde	0.25 cde	0.25 cd	0.80 de	0.79 de	0.80 e
30B74	0.25 cde	0.25 cde	0.25 bcd	1.01 cd	0.86 d	0.94 d
PR32W86	0.26 bc	0.25 def	0.26 bcd	1.32 b	0.96 cd	1.14 bc
TK6063	0.25 cde	0.24 ef	0.25 d	1.31 b	0.82 de	1.07 c
<b>Ortalama</b>	<b>0.25 B</b>	<b>0.26 A</b>	<b>0.25</b>	<b>1.03 B</b>	<b>1.12 A</b>	<b>1.08</b>

OM: Organomineral, DAP: Diamonyum fosfat

Tüm canlı formlar yaşamlarını sürdürebilmek için minerallere ihtiyaç duyarlar. Ruminant hayvanlar, yaşamlarını sürdürebilmek için ihtiyaç duydukları mineralleri yem bitkilerinden alırlar. Bu nedenle yem bitkilerinde bulunan mineral maddelerin yeterli ve dengeli düzeyde olması gerekmektedir. Yeteri kadar fosfor almayan hayvanlarda büyümede gerileme ve raşitizm, potasyum yetersizliğinde de yine büyümede gerileme, zayıflama ve nihayetinde ölüm gözlenebilmektedir (Kutlu vd., 2005). Bu çalışmada silajlık mısır çeşitlerinin fosfor içerik oranları %0.23-0.28 ve potasyum oranları %0.60-1.89 arasında elde edilmiştir. Silajlık mısırdan elde edilen fosfor oranlarının; Demirbaş ve Coşkan (2019) tarafından %0.27-0.39, Çakmakçı ve Şahin (2020) tarafından %0.27-0.63 ve Tepecik ve ark. (2022) tarafından %0.18-0.49 olarak elde edilen bulgular, potasyum oranlarının da Çakmakçı ve Şahin (2020) tarafından %0.89-1.87 olarak elde edilen bulgular ile benzer olduğu görülmüştür.

### Kalsiyum ve magnezyum oranları

Silajlık mısır çeşitlerinin kalsiyum ve magnezyum oranlarına ait sonuçlar Çizelge 8’de verilmiştir. Çizelge 8’de görüldüğü üzere kalsiyum ve magnezyum açısından silajlık mısır çeşitleri ( $P \leq 0.01$ ), gübre türleri



( $P \leq 0.01$ ) ve çeşit x gübre interaksyonu ( $P \leq 0.01$ ) arasındaki farkın istatistikî açıdan önemli olduğu görülmektedir.

**Çizelge 8.** Silajlık mısır çeşitlerinde taban gübresi uygulamaları ile alınan kalsiyum ve magnezyum oranları

Çeşitler	Kalsiyum Oranı (%)			Magnezyum Oranı (%)		
	OM	DAP	Ortalama	OM	DAP	Ortalama
DKC6777	0.50 a	0.18 def	0.34 a	0.28 a	0.23 c	0.26 b
94MAY66	0.07 hij	0.22 cd	0.15 cd	0.19 def	0.14 g	0.17 f
HİDO	0.29 b	0.03 ij	0.16 c	0.22 c	0.19 def	0.21 d
EVEREST	0.09 hı	0.02 j	0.06 f	0.22 cde	0.21 c-f	0.22 d
DKC6442	0.28 bc	0.15 efg	0.22 b	0.27 a	0.26 ab	0.27 a
30B74	0.11 gh	0.19 de	0.15 c	0.22 c	0.23 bc	0.23 c
PR32W86	0.12 fgh	0.04 ij	0.08 e	0.18 f	0.19 ef	0.19 e
TK6063	0.10 gh	0.14 efg	0.12 d	0.19 ef	0.22 cd	0.21 d
<b>Ortalama</b>	<b>0.20 A</b>	<b>0.12 B</b>	<b>0.16</b>	<b>0.22 A</b>	<b>0.21 B</b>	<b>0.22</b>

OM: Organomineral, DAP: Diamonyum fosfat

Silajlık mısır çeşitleri arasında en yüksek kalsiyum içeriği DKC6777, en yüksek magnezyum içeriği DKC6442 çeşitlerinden elde edilmiştir. En düşük kalsiyum içeriği EVEREST, en düşük magnezyum içeriği de 94MAY66 çeşidinden elde edilmiştir. Diğer mısır çeşitlerine bakıldığında farklı gruplar içerisinde yer aldığı gözlenmiştir. Organomineral gübresinin kalsiyum ve magnezyum içeriği açısından DAP gübresine göre daha yüksek sonuç verdiği görülmüştür. Çeşit x gübre interaksyonu açısından bakıldığında en yüksek kalsiyum ve magnezyum içeriği organomineral gübresi uygulaması ile DKC6777 çeşidinden elde edildiği, en düşük kalsiyum içeriğinin DAP gübresi uygulaması ile EVEREST ve en düşük magnezyum içeriğinin de DAP gübresi ile 94MAY66 çeşidinden alındığı görülmektedir.

Kalsiyum, canlılarda kemik ve dişlerin oluşmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla Ca eksikliğinde ilk etkilenen yine diş ve kemikler olmaktadır. Özellikle yetersiz Ca ile beslenen hayvanlarda kemiklerin gelişmesinde gerileme, sonuçta da raşitizm ortaya çıkmaktadır. Magnezyum yarısı da kemiklerde diğer yarısı da yumuşak dokularda yer almaktadır. Magnezyum eksikliğinde de tetani ve kaslarda koordinasyon problemi ortaya çıkmaktadır (Kutlu vd. 2005). Dolayısıyla hayvanların Ca ve Mg ihtiyacının karşılanması için yemlerde yeteri kadar bulunmaları gerekmektedir. Silajlık mısır çeşitlerinin kalsiyum oranları %0.02-0.50, magnezyum oranları da %0.14-0.28 arasında tespit edilmiştir. Kalsiyum oranlarının Çakmakçı ve Şahin (2020) tarafından elde edilen %0.26-0.84 ve Tepecik ve ark. (2022) tarafından %0.15-0.48 olarak elde edilen oranlar ile benzer, Demirbaş ve Coşkan (2019) tarafından %0.97-1.33 olarak elde edilen bulgulardan ise daha düşük olduğu görülmüştür. Magnezyum oranlarının ise Çakmakçı ve Şahin (2020) tarafından %0.22-0.84 ve Tepecik ve ark. (2022) tarafından %0.24-0.52 olarak elde edilen oranlar ile benzer olduğu görülmüştür.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma sonuçlarına silajlık mısır çeşitleri açısından bakıldığında en yüksek bitki boyu 30B74, en yüksek koçan oranı 94MAY66, Hido, Everest ve PR32W86, en yüksek yaprak oranı DKC6442, en yüksek sap oranı TK6063, DKC677, DKC6442 ve 30B74, en yüksek yeşil ot ve kutu ot verimi DKC6777, Hido, 30B74, 94MAY66 ve DKC6442 çeşitlerinden elde edildiği belirlenmiştir. En yüksek ham protein, fosfor ve potasyum oranı ile en düşük ADF ve NDF oranları da 94MAY66 çeşidinden elde edilmiştir. Dolayısıyla hem verim ve hem de kalite açısından 94 MAY66 çeşidinin ön plana çıktığı görülmektedir.

Gübre çeşitleri açısından bakıldığında ise verim açısından organomineral ile DAP gübre çeşitleri arasında herhangi bir farklılığın olmadığı, ham protein, ADF, NDF, fosfor ve potasyum açısından DAP gübresinin, kalsiyum ve magnezyum açısından ise organomineral gübresinin daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Çalışmada 30 kg/da DAP ve 30 kg/da organomineral gübre, ekim ile birlikte atılmıştır. Organomineral gübrenin azot ve fosfor içeriğinin DAP gübresine göre daha düşük olmasına rağmen verim üzerinde aynı miktarda etki gösterdiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla organomineral gübrenin DAP gübresine karşı bir alternatif olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma; Yusuf Kenan Ateş'in "İki Farklı Gübre Çeşidi Uygulamasının Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Hasıl Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi" başlıklı yüksek lisans tezinin özetidir.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını tasdik ederler.

## Yazar Katkısı

Tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

## Etik Onay

"İki Farklı Gübre Çeşidi Uygulamasının Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Hasıl Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi" başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Çalışmamızda herhangi bir canlıya ait veri bulunmadığından etik kurul izni gerekmemektedir.

## KAYNAKLAR

- Akbay, F., Özer, M.E., Erol, A. ve Uslu, Ö.S. (2022). Mısır bitkisinde farklı dozlarda sıvı ve katı kimyasal gübre formlarının tarımsal özelliklere ve silaj kalitesi üzerine etkisi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 12(1): 21-30.
- Çağan, E. ve İşikten, S. (2019). Bingöl ili ekolojik koşullarında bazı silajlık mısır çeşitleri için uygun ekim zamanının belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(1): 39-49.
- Çakmakçı, T. ve Şahin, Ü. (2020). Artırılmış atık suyun farklı sulama yöntemleriyle uygulanmasının silajlık mısırdaki makro-mikro element ve ağır metal birikimine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1): 12-23.
- Çelebi, Ş.Z., Şahar, A.K., Çelebi, R. ve Çelen, A.E. (2010). 'TTM-815' Mısır (*Zea mays* L.) çeşidinde azotlu gübre form ve dozlarının silaj verimine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(1): 61-69.
- Demirbaş, A. ve Coşkan, A. (2019). Biyokömür ve kadmiyum uygulamalarının mısır bitkisinin verimine ve besin elementleri alınımına etkileri. *Turkish Journal of Agriculture Food Science and Technology*, 7(2): 100-109.
- Doğan, S., Doğan, Y. ve Eren, A. (2021). II. ürün mısır yetiştiriciliğinde farklı gübre kaynaklarının verim ve besin elementleri içeriğine etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(1): 722-731.
- Erdal, Ş., Pamukçu, M., Ekiz, H., Soysal, M., Savur, O. ve Toros, A. (2009). Bazı silajlık mısır çeşit adaylarının silajlık verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1): 75-81.
- Güney, E., Tan, M., Gül, D.Z. ve Gül, İ. (2010). Erzurum şartlarında bazı silajlık mısır çeşitlerinin verim ve silaj kalitelerinin belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(2): 105-111.
- İptaş, S. (2002). Tokat-Kazova koşullarında birinci ürün silajlık mısır yetiştirme olanakları. *Journal of Agricultural Sciences*, 8(4): 267-273.
- Karagöz, Ş.M. (2018). Farklı azotlu gübre ve dozlarının silajlık mısırdaki verim ve kalite özelliklerine etkisi [Yüksel lisans tezi, Erciyes Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (Tez No: 521374).
- Keskin, B., Temel, S. ve Eren, B. (2017). Bazı silajlık mısır çeşitlerinin verim ve bitkisel özelliklerinin belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1): 347-351.
- Korkmaz, Y., Aykanat, S. ve Sevilmiş, U. (2019). İkinci ürün koşullarında bazı silajlık mısır çeşitlerinde verim ve verim öğeleri arasındaki ilişkilerin saptanması. *International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research*, 2(2): 84-93.
- Kutlu, H.R., Görgülü, M. ve Baykal Çelik, L. (2005). Genel Hayvan Besleme. Çukurova Üniversitesi ZM-208 Ders Notu, Adana.
- Küçük, B. (2011). Bazı silajlık mısır çeşitlerinde morfolojik özelliklerin ve yem verimlerinin belirlenmesi [Yüksel lisans tezi, Ankara Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (Tez No:299701).
- Okan, M. (2015). Diyarbakır Bismil koşullarında bazı silajlık mısır çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi [Yüksel lisans tezi, Bingöl Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (Tez No:418606).
- Olgun, M., Kutlu, İ., Ayter, N.G., Başçıftçi, Z.B. ve Kayan, N. (2012). Farklı silajlık mısır genotiplerinin Eskişehir koşullarında adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(1): 93-97.
- Özata, E., Öz, A. ve Kapan, H. (2012). Silajlık hibrit mısır çeşit adaylarının verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1): 37-41.

- Özkan, U. ve Demirbağ, N.Ş. (2016). Türkiye’de kaliteli kaba yem kaynaklarını mevcut durumu. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 9(1): 23-27.
- Öztürk, Y. ve Çarpıcı, E.B. (2019). Bazı silajlık mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin silaj kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2): 227-233.
- Seydoşoğlu, S. ve Saruhan, V. (2017). Farklı ekim zamanlarının bazı silajlık mısır çeşitlerinde verim ve verim unsurlarına etkisinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(4): 377-383.
- Tepecik, M., Kayıçoğlu, H.H. ve Kılıç, S. (2022). Farklı piroliz sıcaklıklarında elde edilen biyokömürün mısır bitkisinin bitki besin elementleri üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 59(1): 171-181.
- TÜİK, (2022). *Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri*. Erişim adresi: <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 12.12.2022).
- Torun, Ö. (2019). Bursa koşullarında farklı silajlık mısır çeşitlerinin bazı verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi [Yüksek lisans tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (Tez No: 604717).
- Yıldız, H., İlker, E. ve Yıldırım, A. (2017). Bazı silajlık mısır (*Zea mays*) çeşit ve çeşit adaylarının verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(2): 81-89.
- Yılmaz, N., Akman, O. ve Öner, F. (2020a). Bazı silajlık mısır çeşitlerinde (*Zea mays* L.) verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(1): 271-278.
- Yılmaz, N., Akman, O. ve Öner, F. (2020b). Bazı silajlık mısır çeşitlerinde (*Zea mays* L.) bitkisel özelliklerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(1): 103-110.
- Yürekli, S., Altinkaya, T., Karadağ, Y. ve Özkurt, M. (2021). Tokat ve Kocaeli ekolojik koşullarında silajlık mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin verim ve verim özelliklerinin belirlenmesi. *Muş Alparslan University Journal of Agriculture and Nature*, 1(1): 21-38.
- Yozgatlı, O., Başaran, U., Gülümser, E., Mut, H. ve Doğrusöz, M.Ç. (2019). Yozgat ekolojisinde bazı mısır çeşitlerinin morfolojik özellikleri, verim ve silaj kaliteleri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derisi*, 22(2): 170-177.

## Research Article

## *Tulipa gesneriana* Türü ile Yerel Lale Genotiplerinin (*Tulipa spp.*) Türler Arası Melez Performanslarının Belirlenmesi ve Melez Tohum Özelliklerinin İncelenmesi

Yasemin İZGİ DENLİ<sup>1</sup>, Ahmet BALKAYA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsun, Türkiye

<sup>2</sup> Bahçe Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye

\*Corresponding author e-mail: yasminsarac.3306@gmail.com

## ÖZET

Bu araştırma; ülkemizin farklı bölgelerinden toplanmış ve karakterizasyonu yapılmış olan nitelikli yerel lale genotiplerinin (*Tulipa spp.*) kültüre alınmış ticari lale çeşitleri (*Tulipa gesneriana*) ile türler arası melez uyuşum performanslarının incelenmesi ve elde edilen F1 melez tohumlarının morfolojik özelliklerinin tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Türler arası melezleme çalışmaları, 2019-2021 yıllarında Samsun'da yürütülmüştür. Melezleme çalışmasında, baba ebeveyn olarak farklı *Tulipa* türlerinden seçilen yerel 50 lale genotipi ve 3 adet açıkta tozlanan çeşit (Arda, Muş1071, Kumru) kullanılmıştır. Ana ebeveyn olarak ise *T. gesneriana* türüne ait 14 lale çeşiti yer almıştır. Çalışmanın ilk yılında, toplam 779 adet melezleme yapılmıştır. Lale melez kombinasyonlarında türler arası melezlerde başarı oranlarının oldukça düşük olduğu bulunmuştur. En yüksek melez başarı oranları sırasıyla; G14 (% 20), G4 (% 15.6), G7 (% 15.2) ve G11 (% 15.1) genotiplerinin ana ebeveyn olarak kullanıldığı kombinasyonlardan elde edilmiştir. Araştırmanın ikinci yılında seçilen türler arası melez kombinasyonlarda toplam 150 melezleme yapılmıştır. Seçilen ebeveynler arasında yapılan melezlemelerde meyve tutum oranının % 6.6 - 13.3 arasında değiştiği belirlenmiştir. Melezleme çalışmasında ilk yıla göre başarı oranı oldukça düşük bulunmuştur. Çalışmanın her iki yılında da melez tohumlarda; tohum eni (mm), boyu (mm), kalınlığı (mm), şekil indeksi, 100 tane ağırlığı (g), abortif tohum sayısı / meyve (adet), abortif tohum oranı (%) ve tohum sayısı / meyve (adet) özellikleri incelenmiştir. Türler arası melez kombinasyonlarının her iki yılda da tohum boyutları değerlendirildiğinde istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklılıklar gösterdikleri belirlenmiştir. Bu durum türler arası melez tohumların yüksek oranda varyasyon gösterdiğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Lale, Türler arası melezleme, Tohum

### Determination of Interspecies Hybrid Performance of *Tulipa gesneriana* Species and Local Tulip Genotypes (*Tulipa spp.*) and Examination of Hybrid Seed Characteristics

## ABSTRACT

This research, was carried out to examine the interspecific hybrid compatibility performances of qualified local tulip genotypes (*Tulipa spp.*) collected and characterized from different regions of our country with cultivated commercial tulip varieties (*Tulipa gesneriana*) and to determine the morphological characteristics of the F1 hybrid seeds obtained. Interspecific hybridization studies were carried out in Samsun in 2019-2021. In the hybridization study, 50 local tulip genotypes selected from different *Tulipa* species and 3 open-pollinated varieties (Arda, Mus1071, Kumru) were used as paternal parents. There are 14 tulip varieties belonging to the *T. gesneriana* species as maternal parents. In the first year of the study, a total of 779 crosses were made. It has been found that the success rates of interspecific hybrids in tulip hybrid combinations are quite low. The highest hybrid success rates are; It was obtained from combinations in which G14 (20%), G4 (15.6%), G7 (15.2%) and G11 (15.1%) genotypes were used as the main parents. In the second year of the research, a total of 150 hybridizations were made in selected interspecific hybrid combinations. It was determined that the fruit setting rate varied between 6.6-13.3% in crossbreeding between selected parents. In the hybridization study, the success rate was found to be quite low compared to the first year. In hybrid seeds in both years of the study; seed width (mm), length (mm), thickness (mm), shape index, 100 grain weight (g), number of abortive seeds / fruit (pcs), abortive seed rate (%) and number of seeds/fruit (pcs) characteristics have been examined. It was determined that interspecific hybrid combinations showed statistically significant differences when seed sizes were evaluated in both years. This reveals that interspecific hybrid seeds show a high degree of variation.

**Keywords:** Tulip, Interspecies Hybridization, Seed

**Cite this article as:** İzgi Denli, Y., & Balkaya, A. (2023). *Tulipa gesneriana* Türü ile Yerel Lale Genotiplerinin (*Tulipa spp.*) Türler Arası Melez Performanslarının Belirlenmesi ve Melez Tohum Özelliklerinin İncelenmesi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 13(2), 164-176. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1367291>

## MAKALE BİLGİSİ

Geliş:  
27.09.2023  
Kabul:  
30.11.2023

## ARTICLE INFO

Received:  
27.09.2023  
Accepted:  
30.11.2023

## GİRİŞ

Süs bitkilerinde ıslah çalışmaları birçok türde farklı amaçlar doğrultusunda yapılmaktadır. Bu amaçlar; genel olarak biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanım düzeylerinin belirlenmesi, bitkinin kokusu, rengi, çiçek yapısındaki değişiklikler, çiçeklenme zamanında farklılık, çiçekte kalma süresi ve hasat sonrası vazo ömrü olarak sıralanabilir (Horn 2002; Gülbağ 2015; Balkaya ve ark., 2021). Lale ıslahı, ilk olarak 16. yüzyılda Osmanlı İmparatorluğu döneminde başlamıştır (Baytop, 1992; Pavord, 1999). Lale kültürünün Anadolu'ya Türklerle birlikte geldiği kesindir. Bir döneme adını veren lale bitkisi, Osmanlı İmparatorluğu zamanında çok fazla değer gören bitki türü olmuştur (İzgi, 2022).

Melezleme ıslahı süs bitkilerinde yeni çeşit geliştirme çalışmalarında en çok kullanılan yöntemdir. Melezleme ıslahı ile günümüzde arzu edilen özelliklere sahip (bitki boyu, sap uzunluğu, kokusu, çiçek rengi, çiçek ömrü vb.), ekonomik açıdan öne çıkan çeşitler geliştirilebilmektedir (Balkaya ve ark., 2021). Süs bitkilerinde hibrit çeşit geliştirebilmek için zaman, yoğun emek, bilgi birikimi, sermaye ve ileri teknolojiye ihtiyaç duyulmaktadır. Lale ıslahında çiçek şekli ve çiçek rengi özellikleri çeşit ıslah kriterleri açısından ilk sıradadır. Lale çeşitlerinde şekil ve renk yönünden amaç tüketicilerin arzu ettikleri özelliklere sahip, genetik çeşitliliği sağlayarak yeni çeşitlerin geliştirilmesidir. Hollanda'da uzun yıllardır yürütülen ıslah programları ile çok sayıda F1 hibrit lale çeşitleri geliştirilmiş ve lale soğanı piyasasına yön veren lider ülke konumuna gelmiştir. Ülkemiz ise hibrit lale çeşitlerine ait soğanlarının temininde tamamen dışa bağımlı durumdadır. Lale ıslahı konusunda çeşit ıslah programı yürüten ülkemizdeki tek kurum, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'dür (İzgi, 2022). Lale ıslahında ticarete konu olabilecek yeni hibrit çeşitlerinin geliştirilmesi için uzun bir süreç işçilik ve emek gerekmektedir. Bu durum hibrit lale çeşit ıslahının gerçekleştirilmesinin önündeki en önemli engel olarak ifade edilebilir.

Lale soğanlarında, çiçek organlarının oluşumu ve çiçek taslağının tamamlanması 7 aşamada gerçekleşmektedir. İlk aşamada, yassı şekilde vejetatif uç oluşmaktadır. İkinci aşamada ise vejetatif uç kısmı, kubbe şeklini almaktadır. Üçüncü aşama olan P1 aşamasında dıştaki ilk üç çiçek yaprağının oluşması tamamlanmaktadır. Dördüncü aşamada içteki üç çiçek yaprağının oluşumu ile gerçekleşmektedir. A1 döneminde (beşinci aşama), dıştaki üç erkek organ taslaklarının oluşumu tamamlanmaktadır. A2 dönemi olan altıncı aşamada ise içteki üç erkek organın taslaklarının oluşumu gerçekleşmektedir. Son aşama olan yedinci aşamada, G gelişim safhasında, üç parçalı organ taslağı oluşumu meydana gelmektedir (Hartman, 1988; İzgi Saraç ve ark., 2021). Lale bitkisi erselik çiçek yapısına sahiptir. Çiçekte toplam 6 adet taç yaprak ile 1 dişi organ ve 6 adet erkek organ bulunmaktadır. Yumurtalık her biri iki sıra tohum taslağı içeren üç karpelden oluşmaktadır. Birçok lale türünde bir yumurtalıkta, 210-270 adet arasında tohum taslağı meydana gelmektedir (Van Tuyl ve Van Creij, 2007).

Doğal lale popülasyonlarının yapısı ve genetik çeşitlilik durumu; genotiplerin bulunduğu habitat çeşitliliği, bitkinin döllenme biyolojisi, çoğaltma materyallerin dağılımı (tohumlar ve diğer bitkisel ürünler), bitkinin yaşam döngüsü, popülasyon büyüklüğü, gen akışı, mutasyon oranı vb. gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Ballesteros-Mejia ve ark., 2016). Türler arası melezlemeler, yeni hibrit lale çeşitlerinin geliştirmesinde ve gen havuzlarında bulunan mevcut varyasyonun artırılmasında büyük bir önem taşımaktadır. Ancak türler arası melezlerde oluşan uyumsuzluk engelleri, yeni lale çeşitlerinin geliştirilmesini ve çoğaltılmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Türler arası uyumsuzluk engellerinin döllenmeden önce meydana geldiği durumlarda; tomurcuk tozlaması, cut-style yada grafted-style, presental tozlama ve tohum taslaklarının izole edilerek tozlanması yöntemleri etkili olarak kullanılmaktadır (Van Creij ve ark., 2000). Birçok lale türünde türler arası melezleme çalışmalarından olumlu sonuçlar alınmıştır. Hollanda'da *T. gesneriana* türü ile 55 *Tulipa* türü arasında yapılan melezleme çalışmalarında 12'si ile geleneksel melezleme yöntemleri kullanılarak başarılı bir şekilde melezlenmiş ve yeni lale çeşitleri üretilmiştir (Van Eijk ve ark., 1991; Van Raamsdonk ve De Vries, 1995). *T. gesneriana* ve *T. fosteriana* türlerinde tür içi ve türler arası melezlemeler yapılmıştır. Türler arası melezlerde en büyük zorluk endospermilerin zayıf gelişmesi ve embriyo ile endosperm arasındaki uyumsuzluk meydana gelmesidir (Sayama ve ark., 1982). *T. gesneriana* L. çeşitleri ile *T. kaufmanniana* türü arasında yapılan türler arası melezleme çalışmasında ovül kültürü en iyi sonucu vermiştir.

Embriyo kurtarma yöntemi ile *Tulipa* cinsi içerisinde yer alan türler arası melezlerde döllenmeyi engelleyen bariyerler aşılabilmektedir (Custers ve ark., 1995). Türler arası *T. gesneriana* × *T. agenensis* melezlerinde ise *T. gesneriana* tür içi melezlerine göre embriyo ve endosperm gelişiminde deformasyon olan yumurta



sayısının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. *T. gesneriana* x *T. agenensis* melezlerinde hormon uygulamasının ve embriyo kurtarma tekniklerinin, döllenme sonrası engelleri aşma üzerindeki etkilerini araştırılmıştır. Çalışma sonucunda % 0.1 BAP (Benzylaminopurine) ile muamele edilmesinden sonra bitki üzerinde melez tohumlar elde edilmiştir (Van Creij, 1997).

Lale çeşit ıslahı amacıyla yürütülen çalışmalarda tohumla üretim büyük bir önem taşımaktadır. Yeni bir lale çeşitine ait soğan oluşturma ve büyütme çalışmaları, melez tohum eldesinden itibaren yaklaşık beş yıl süre ile devam etmektedir. Bu dönemi takiben; beşinci ve yedinci yıllar arasında, F2 popülasyonlarında bitki ve çiçek seleksiyonları yapılmaktadır (İzgi Saraç ve ark., 2021). Tohumdan soğana dönüşümün bu kadar uzun zaman gerektirmesi tohumların morfolojik özelliklerinin belirlenmesinin önemini daha fazla artırmaktadır. Shuka ve ark., (2010) tarafından yapılan bir çalışmada lale genotiplerinde tohum kapsül renginin açık kahverengi, kapsül şeklinin elipsoid ve kapsül uzunluğunun ise  $3-3.5 \times 1.5-2$  cm arasında olduğu belirlenmiştir. Zhang ve ark., (2023), Çin'e özgü sekiz yabancı lale türüne ait tohumların şekil, boyut, renk, ağırlık özellikler yönünden varyasyon gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Günümüzde lale ıslahında türler arası melezleme çalışmaları ile farklı çiçek şekli ve çiçek renklerine sahip, çiçek ömrü uzun ve hastalıklara dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu araştırma ile seleksiyon ıslahı ile çiçek özellikleri yönünden seçilmiş olan yerel lale genotiplerinin (*Tulipa* spp.), *Tulipa gesneriana* türüne ait çeşitler ile türler arası melez uyum performanslarının incelenmesi ve elde edilen melez tohumların özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, 2019-2021 yılları arasında Samsun ili Tekkeköy ilçesinde bulunan Habitat Peyzaj işletmesinde (2019-2020 Haziran) ve ikinci yıl ise Sam-fi Fidan İşletmesinde (2020 Kasım- 2021 Temmuz) yürütülmüştür. Araştırmada baba ebeveyn olarak farklı *Tulipa* türlerinden oluşan yerli 50 lale genotipi ve 3 açıkta tozlanan (standart) çeşit kullanılmıştır (Çizelge 1). Araştırmada *T. gesneriana* türüne ait 14 lale çeşit (G) ise ana ebeveyn olarak yer almıştır (Çizelge 2).

**Çizelge 1.** Türler arası melezleme denemesinde baba ebeveyn olarak kullanılan lale genotipleri

No	Aksesyon No	No	Aksesyon No	No	Aksesyon No
1	101 07-05 ( <i>T. orphanidea</i> Boiss)	19	217 35-02 ( <i>T. armena</i> Boiss)	37	242 45-02 ( <i>T. orphanidea</i> Boiss)
2	103 05-02 ( <i>T. orphanidea</i> Boiss)	20	218 48-04 ( <i>T. saxatilis</i> Sieber)	38	245 26-03 ( <i>T. armena</i> Boiss)
3	104 05-03 ( <i>T. agenensis</i> DC.)	21	220 65-10 ( <i>T. humilis</i> Herb)	39	248 05-04 ( <i>T. agenensis</i> DC.)
4	107 42-07 ( <i>T. armena</i> Boiss)	22	221 65-04 ( <i>T. julia</i> C. Koch)	40	252 27-01 ( <i>T. agenensis</i> DC.)
5	109 42-04 ( <i>T. armena</i> Boiss)	23	223 44-05 ( <i>T. armena</i> Boiss)	41	216 45-01 ( <i>T. orphanidea</i> Boiss)
6	110 68-01 ( <i>T. pulchella</i> Regel)	24	224 34-01 ( <i>T. orphanidea</i> Boiss)	42	301 63-01 ( <i>T. julia</i> C. Koch)
7	115 42-06 ( <i>T. pulchella</i> Regel)	25	225 58-01 ( <i>T. orphanidea</i> Boiss)	43	304 27-01 ( <i>T. sintenesi</i> Baker)
8	116 42- 07 ( <i>T. armena</i> Boiss)	26	228 06- 03 ( <i>T. sintenesi</i> Baker)	44	305 35-05 ( <i>T. agenensis</i> DC.)
9	117 42-08 ( <i>T. pulchella</i> Regel)	27	229 59-02 ( <i>T. orphanidea</i> Boiss)	45	310 10 -04 ( <i>T. pulchella</i> Regel)
10	118 42-09 ( <i>T. armena</i> Boiss)	28	230 10-02 ( <i>T. sylvestris</i> L.)	46	313 49- 01 ( <i>T. sintenesi</i> Baker)
11	121 01-02 ( <i>T. armena</i> Boiss)	29	233 43-01 ( <i>T. orphanidea</i> Boiss)	47	315 04-01 ( <i>T. armena</i> Boiss)
12	124 66-02 ( <i>T. armena</i> Boiss)	30	223 44-05 ( <i>T. armena</i> Boiss)	48	316 04-02 ( <i>T. armena</i> Boiss)
13	125 38-01 ( <i>T. armena</i> Boiss)	31	216 45-01 ( <i>T. orphanidea</i> Boiss)	49	319 08-02 ( <i>T. julia</i> C. Koch)
14	127 38-04 ( <i>T. armena</i> Boiss)	32	235 11-01 ( <i>T. sylvestris</i> L.)	50	401 09-01 ( <i>T. clusiana</i> DC.)
15	128 38-05 ( <i>T. armena</i> Boiss)	33	237 42-01 ( <i>T. armena</i> Boiss)	51	Muş 1071
16	129 38-06 ( <i>T. julia</i> C. Koch)	34	239 44-02 ( <i>T. armena</i> Boiss)	52	Arda
17	209 62-01 ( <i>T. julia</i> C. Koch)	35	240 59-01 ( <i>T. undilatifolia</i> Boiss)	53	Kumru
18	216 45-01 ( <i>T. orphanidea</i> Boiss)	36	241 35-04 ( <i>T. orphanidea</i> Boiss)		

**Çizelge 2.** Türler arası melezleme ıslahı denemesinde ana ebeveyn olarak kullanılan lale çeşitleri (*T.gesneriana*)

No	Çeşit isimleri	No	Çeşit isimleri
G1	Christmas Dream	G8	Alaaddin
G2	Van eijk	G9	Prety Women
G3	Oskar	G10	Ballerina
G4	Negrita	G11	Passionale
G5	Purple Prince	G12	Seadow
G6	Claudia	G13	Kings Blood
G7	Miss Elegance	G14	Yokohama

Araştırma *T. gesnerina* türüne ait lale genotiplerinin 28.11.2019 tarihinde dikimi ile başlamıştır. Dikim öncesinde her bir lale çeşidine ait 15 adet soğan, mantari hastalıklara karşı korunması amacıyla %1 Captan + %0,1 Antracol çözeltisinde 30 dakika süre ile bekletilmiştir. Bu uygulamadan sonra toprak, torf ve perlit (1:1:1) oranında karıştırılarak plastik kasalara konulmuştur. Her bir kasaya, 15 adet soğan olacak şekilde açık arazide kasalara dikimi gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ilk yılında, melezleme çalışmalarına lale genotiplerinin çiçeklenme senkronizasyonlarına bağlı olarak iki ay süre ile (10.03.2020 - 10.05.2020) devam edilmiştir.

Baba ebeveyn olarak kullanılacak olan lale genotiplerinde melezleme öncesinde polenler -18 °C buzdolabından çıkarılarak 4 °C buzdolabına konulmuştur. Daha sonra 2 saat süreyle oda koşullarına alınmış ve kademeli olarak polenler melezlemeye hazır duruma getirilmiştir. Tomurcuk safhasında olan ana ebeveyn bitkilerde ise pens yardımıyla anterler alınmış ve çiçek tozu dişicik tepesi üzerine sürülerek melezleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Melezleme işlemi öncesinde, pens ve eller saf etil alkol ile dezenfekte edilmiştir. Daha sonra, bitkiler tül bir kese ile kapatılarak meyve kapsülü aşamasına kadar izolasyonu sağlanmıştır.

Tohum olgunlaşma durumuna bağlı olarak tohum hasatları kademeli olarak yapılmıştır. Melez bitkilerde, olgunlaşan tohum kapsülleri ilk olarak 15.06.2020 tarihinde hasat edilmiştir.

Çalışmanın ikinci yılında ise, ilk yıl sonuçlarına göre türler arası melez uyuşumları ve tohum elde edilme oranları yönünden öne çıkan ilk 10 melez kombinasyon (M) seçilmiştir (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Türler arası lale melez kombinasyonları

Melez kombinasyonu	♀		♂	
	Çeşit adı	Genotip no	Çeşit adı	Genotip no
M1	Oscar (G3)	Muş 1071		
M2	Negrita (G4)	216 45-01		
M3	Negrita (G4)	237 42-02		
M4	Purple Prince (G5)	104 05-03		
M5	Miss Elgance (G7)	109 42-04		
M6	Alaaddin (G8)	125 38-01		
M7	Alaaddin (G8)	116 42-07		
M8	Passionale (G11)	230 10-02		
M9	Passionale (G11)	117 42-08		
M10	Kings Blood (G13)	313 49-01		

Araştırmada ikinci yıl seçilen melez lale soğanlarının dikimi, 05.11.2020 tarihinde yapılmıştır. Melezleme işlemi, çiçeklenme senkronizasyonlarına uygun olarak 10 Mart-10 Mayıs 2021 tarihleri arasında yürütülmüştür. Tohum olgunlaşma zamanına bağlı olarak ilk melez tohum hasatları 10.06.2021 tarihinde gerçekleştirilmiştir.

### Melez tohum özelliklerinin incelenmesi

Melez meyvelerden tohum çıkarma işlemi; tohum kapsülleri bronz-kahverengi renge dönüştüğü dönemde yapılmıştır. Meyve kapsülleri açılarak fiziksel safiyeti artırmak için yabancı maddeler dikkatli bir şekilde

temizlenmiştir. Tohumlar abortif tohumlardan ayrılarak ağzı kapalı plastik torbalar içerisine alınmıştır. Türler arası lale melez kombinasyonlarına ait tohumlar, 16.06.2020 tarihinde hasat edilmiştir. Hasat işlemi tamamlandığında melez tohum elde edilen kombinasyonlarda; morfolojik özellik olarak tohum eni (mm), boyu (mm) ve kalınlığı (mm), tohum şekil indeksi (tohum eni/boyu) özellikleri incelenmiştir. Tohum şekil indeksi değerinin "1" katsayısına yaklaşması tohum şeklinin yuvarlak şekilli, bu katsayıdan uzaklaşması ise oval şekilli olduğunu göstermektedir (İzgi, 2022). Ayrıca melez tohumların 100 tane ağırlığı (g), kapsüldeki tohum sayısı (adet), abortif tohum sayısı (adet), ve abortif tohum oranı (%) özellikleri de incelenmiştir.

Türler arası lale melez kombinasyonlardan elde edilen melez uyuşum oranları ve tohum verilerine ilişkin sonuçlar, SPSS istatistik programında Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak istatistik analizleri yapılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### *Türler arası melez performanslarının karşılaştırılması*

Lale ıslah programlarında, arzu edilen özelliklere sahip ticari lale çeşitlerinin geliştirilmesinde daha çok *T. gesneriana* ve diğer *Tulipa* türleri arasında türler arası melezlemeler yapılmaktadır. Melezlemelerde ana ebeveyn olarak *T. gesneriana* türüne ait lale çeşitleri kullanılmıştır. Baba ebeveyn olarak seleksiyon ıslahı sonucunda seçilen ve yüksek heterosis sağlanabilmesi için farklı lale türlerine ait genotipler kullanılmıştır. Çalışmanın ilk yılında, toplam 779 adet melezleme yapılmıştır. *T. gesneriana* türüne ait lale çeşitleri 'G' kodu ile gösterilmiştir (Çizelge 4).

Lale melez kombinasyonlarında türler arası melezlerde başarı oranlarının oldukça düşük olduğu bulunmuştur. En yüksek melez başarı oranları sırasıyla; G14 (% 20), G4 (15.6), G7 (15.2) ve G11 (15.1) genotiplerinin ana ebeveyn olarak kullanıldığı kombinasyonlardan elde edilmiştir. İlk yıl yapılan melezlemelerde 14 kombinasyonun 5 adetinden melez tohum elde edilememiştir (Çizelge 5). *Tulipa* türleri ile G2 lale çeşidi arasında yapılan 54 kombinasyon, G6 ile yapılan 49 kombinasyon ve G9 ile yapılan 74 kombinasyon ve G12 ile yapılan 52 kombinasyondan melez tohum elde edilememiştir. İlk yıl yapılan melezlemelerde ortalama % 7.1 oranında başarı sağlanmıştır. Van Eijk ve ark. (1991), *T. gesneriana* ve diğer *Tulipa* türleri arasında türler arası melezlemeler yapmışlardır. Geleneksel ıslah yöntemleri kullanılarak 76 adet *T. gesneriana* çeşidi ile 28 farklı lale türü arasında yapılan melezleme çalışmaları sonucunda yalnızca 12 türde başarılı melez kombinasyonlar elde etmişlerdir. Bu sonuçlar bizim elde ettiğimiz araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Türler arası uyumsuzluk engelleri, yeni lale çeşitlerinin geliştirilmesini ve çoğaltılmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Türler arası uyumsuzluk engellerinin döllemeden önce meydana geldiği durumlarda; tomurcuk tozlaması, cut-style ya da grafted-style, plasental tozlama ve tohum taslaklarının izole edilerek tozlanması yöntemleri etkili olarak kullanılmaktadır. Literatürlerde lale'de uyumsuzluğun engellenmesi amacıyla cut-style yöntemi (CSM) ve plasental tozlanma yöntemlerinin başarılı bir şekilde uygulandığı bildirilmiştir (Van Creij ve ark., 2000; İzgi Saraç ve ark., 2021). Türler arası *T. gesneriana* × *T. agenensis* melezlerinde, *T. gesneriana* tür içi melezlerine göre embriyo ve endosperm gelişiminde deformasyon olan yumurta sayısının daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Van Creij vd (1997).

**Çizelge 4.** Farklı kombinasyonlarda türler arası melez sayısı ile melez başarı oranları (2020)

No	Kombinasyonlar	Melezleme Sayısı	Melezleme Başarı Oranı (%)
1	G1 X 240 59-01	3	33.3
	G1 X 235 11-01	3	-
	G1 X 103 05-02	3	-
	G1 X 115 42-06	3	-
	G1 X 110 68-01	3	-
	G1 X 117 42-08	3	-
	G1 X 310 10-04	3	-
	G1 X 109 42-04	3	-
	G1 X 315 04-01	3	-
	G1 X 218 48-04	3	-
	G1 X 107 42-07	3	-
	G1 X 225 58-01	3	-
	G1 X 116 42-07	3	-
	G1 X 223 44-05	3	-
	G1 X 239 44-02	3	33.3

	G1 X 316 04-02	3	-
	G1 X 217 35-02	3	33.3
	G1 X 248 05-04	3	-
	G1 X 104 05-03	3	33.3
	G1 X 252 27-01	3	-
	G1 X 237 42-02	3	33.3
	G1 X 125 38-01	3	33.3
	G2 X 221 65-04	3	-
	G2 X 209 62-01	7	-
	G2 X 129 38-06	3	-
	G2 X 319 08-02	3	-
	G2 X 224 34-01	3	-
	G2 X 301 63-01	5	-
	G2 X 216 45-01	3	-
2	G2 X 229 59-02	3	-
	G2 X 233 43-01	3	-
	G2 X 241 35-04	3	-
	G2 X 110 68-01	3	-
	G2 X 304 27-10	3	-
	G2 X 313 49-01	3	-
	G2 X 228 06-03	3	-
	G2 X 217 35-02	3	-
	G2 X 239 44-02	3	-
	G3 X 216 45-01	3	-
	G3 X 233 43-01	3	-
	G3 X Kumru	10	-
	G3 X 104 05-03	6	-
	G3 X MUŞ 1071	3	66.6
	G3 X 248 05-04	6	-
	G3 X 241 35-04	6	-
3	G3 X 101 07-05	3	-
	G3 X 261 45-01	3	-
	G3 X 225 58-01	5	-
	G3 X 316 04-06	5	-
	G3 X 313 49-01	3	33.3
	G3 X 305 35-05	3	-
	G3 X 401 09-01	6	-
	G3 X Arda	3	-
	G4 252 07-01	5	-
	G4 X 305 35-05	3	-
	G4 X Arda	10	-
	G4 X Muş 1071	9	-
	G4 X 233 43-01	6	33.3
4	G4 X 229 59-02	11	27.02
	G4 X 216 45-01	3	66.6
	G4 X 237 42-02	5	60.0
	G4 X 124 66-02	3	-
	G4 X 248 05-04	4	-
	G4 X 107 42-07	5	-
	G5 X 124 66-02	6	-
	G5 X Arda	6	-
	G5 X 237 42-02	3	-
	G5 X 125 38-01	3	-
	G5 X 217 35-02	5	-
5	G5 X 218 48-04	3	-
	G5 X 116 42-07	6	33.3
	G5 X 252 27-01	5	-
	G5 X 104 05-03	3	66.6
	G5 X 125 38-01	3	-
	G5 X 316 04-02	6	-
	G5 X 239 44-02	3	-
	G6 X 116 42- 07	8	-
	G6 X 239 44-02	3	-
	G6 X 316 04-02	3	-
6	G6 X 233 44-05	11	-
	G6 X 238 44-02	3	-
	G6 X 104 05-03	6	-
	G6 X 218 48-04	3	-

	G6 X 217 35-02	3	-
	G6 X 237 42-02	3	-
	G6 X 305 35-05	3	-
	G6 X 248 05-04	3	-
	G6 X 248 05-04	3	-
	G7 X 109 42-04	9	55.5
	G7 X 315 04-01	3	-
	G7 X 104 05-03	3	-
	G7 X 248 05-04	3	-
7	G7 X 241 35-04	3	-
	G7 X 237 42-02	3	-
	G7 X 239 44-02	3	-
	G7 X 233 44-05	3	-
	G7 X 216 45-01	3	-
	G8 X 125 38-01	6	33.3
	G8 X 116 42-07	6	33.3
	G8 X 223 44-05	4	-
	G8 X 218 48-04	9	-
	G8 X 239 44-02	8	-
8	G8 X 101 07-05	3	-
	G8 X 261 45-01	3	-
	G8 X 225 58-01	3	-
	G8 X 316 04-06	3	-
	G8 X 313 49-01	3	33.3
	G8 X 305 35-05	3	-
	G8 X 101 07-05	3	-
	G9 X 237 42-01	11	-
	G9 X 128 38-05	13	-
	G9 X 127 38-04	8	-
	G9 X 127 38-04	8	-
9	G9 X 125 38-01	11	-
	G9 X 239 44-02	10	-
	G9 X 245 46-03	4	-
	G9 X Muş1071	10	-
	G9 X 223 44-05	4	-
	G9 X 116 47-02	3	-
	G10 X 121 01-07	9	-
	G10 X 125 38-01	14	-
	G10 X 124 66-02	10	20.0
10	G10 X 245 46-03	5	-
	G10 X 127 38-04	3	-
	G10 X 127 38-04	4	-
	G10 X Muş 1071	8	-
	G10 X 128 05-38	3	-
	G11 X 230 10-02	3	66.6
	G11 X 310 10 -04	3	-
	G11 X 129 38-06	3	-
	G11 X 117 42-08	3	33.3
	G11 X 304 17-01	3	-
11	G11 X 220 65-10	3	-
	G11 X 313 49- 01	12	25.0
	G11 X 228 06- 03	4	25.0
	G11 X 235 11-01	3	-
	G11 X 303 63-03	6	16.06
	G11 X 228 06- 03	3	-
	G11 X 211 65-04	7	-
	G12 X 248 05-04	11	-
	G12 X 241 34-01	3	-
	G12 X 401 09-01	3	-
	G12 X 304 27-01	3	-
	G12 X 101 07-05	3	-
12	G12 X 252 27-01	3	-
	G12 X Arda	3	-
	G12 X 248 05-04	3	-
	G12 X 104 05-03	3	-
	G12 X 242 45-02	3	-
	G12 X 221 65-04	5	-



	G12 X 301 63-01	3	-
	G12 X 233 45-01	3	-
	G12 X 209 62-01	3	-
	G13 X Arda	8	-
	G13 X 237 42-02	4	-
	G13 X 128 38-05	3	-
	G13 X 245 46-03	3	-
	G13 X Muş 1071	6	-
<b>13</b>	G13 X 221 65-04	3	-
	G13 X 313 49- 01	3	33.3
	G13 X 310 10 -04	3	-
	G13 X 129 38-06	3	-
	G13 X 124 66-02	4	-
	G13 X 101 07-05	5	-
	G14 X 248 05-04	13	15.3
	G14 X 104 05-03	6	16.6
	G14 X 118 42-09	14	28.5
<b>14</b>	G14 X 301 63-01	6	16.6
	G14 X 313 49-01	6	16.6
	G14 X 240 59-01	6	16.6
	G14 X 221 65-04	9	33.3

Çalışmanın ilk yıl sonuçlarına göre; türler arası melez uyuşumları ile tohum elde etme oranları yönünden öne çıkan ve melez tohum başarı oranı yüksek olan ilk 10 melez kombinasyon seçilmiştir. Arazi çalışmasının ikinci yılında oluşturulan türler arası melez kombinasyonlarda toplam 150 melezleme işlemi yapılmıştır. Seçilen ebeveynler arasında yapılan melezlemelerde meyve tutum oranının % 6.6-13.3 arasında olduğu belirlenmiştir. Melezleme çalışmasında ilk yıla göre başarı oranı oldukça düşük bulunmuştur. Birçok melez kombinasyondan tohum alınamamıştır (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** Farklı kombinasyonlarda yapılan türler arası melezleme çalışmasına ait sonuçlar

Yıllar	2020			2021	
No	Melezleme Sayısı	Melez Başarı Oranı (%)	No	Melezleme Sayısı	Melez Başarı Oranı (%)
M1	66	9	M1	15	0
M2	54	0	M2	15	13,3
M3	67	5.5	M3	15	13,3
M4	64	15.6	M4	15	0
M5	52	7.6	M5	15	0
M6	49	0	M6	15	0
M7	33	15.2	M7	15	6,6
M8	54	3.3	M8	15	6,6
M9	74	0	M9	15	13,3
M10	56	3.6	M10	15	0
M11	53	15.1			
M12	52	0			
M13	45	0			
M14	60	20			
<b>Toplam</b>	<b>779</b>		<b>Toplam</b>	<b>150</b>	

Custers ve ark., (1995), embriyo kurtarma yöntemiyle, türler arası *T. gesneriana* x *T. kaufmanniana* melez tohumlarında abortif embriyoların kurtarılmasının başarılı bir şekilde yapılabildiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, lale çeşitlerinin geliştirilmesinde türler arası melezlemede ovul kültürünün arzu edilen genlerin aktarılmasında yeni fırsatlar sağlayacağını bildirmişlerdir. Leonard ve ark., (1995), *Tulipa* cinsinin *Tulipa* alt cinsinde, 31 adet lale türü ile 1400 adet türler arası melez kombinasyonu oluşturmuşlardır. Araştırma sonucunda *Clusianae* bölümünde belirtilen türlerin karşılıklı kısırılık oluşturdukları belirlenmiştir. *Eichleres* ve *Tulipa* bölümlerine ait türlerin (*T. gesneriana* çeşitleri dahil) farklı kombinasyonlarda başarılı bir şekilde melezlenebildikleri ve başarılı bir şekilde tohum elde edilebildiği saptanmıştır. Van Creij ve ark., (1997), embriyo ve endosperm gelişimini incelemek amacıyla *T. gesneriana* türünde tür içi ve türler arası (*T. gesneriana* x *T. agenensis*) melezlemeler yapmışlardır. Tür içi melezlerde ovüllerin % 87-100'ü arasında normal embriyo ve endosperm gelişimine sahip olduğu tespit edilmiştir. Türler arası *T. gesneriana* x *T. agenensis* melezlerinde, *T. gesneriana* tür içi melezlerine göre embriyo ve endosperm gelişiminde deformasyon olan yumurta sayısının daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

**Türler arası melez lale tohumlarının morfolojik özelliklerine ait sonuçlar**

Çalışmasında türler arası melez kombinasyonlarının ilk yılına (2020) ait tohum boyutları değerlendirildiğinde istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu durum türler arası melez tohumların yüksek oranda varyasyon gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ortalama tohum boyu değeri G4 X 216 45-01-2 kombinasyonunda, en yüksek (7.91 mm) değer olarak ölçülmüştür. G5 X 116 42-07-1 genotipinde ise tohum boyu (4.37 mm) ve tohum eni (3.63) en düşük değer olarak belirlenmiştir. Tohum kalınlığı değeri yönünden ise G4 X 229 59-02-2 genotip en yüksek değer (0.56 mm) olarak ölçülmüştür. G14 X 240 59-01 ise en düşük değer olarak (0.12 mm) bulunmuştur. Tohum hacmi değeri açısından, G4 X 229 59-02-2 kombinasyonu ise en yüksek (23.89 mm<sup>3</sup>) belirlenmiştir. G14 X 240 59-01 kombinasyonu en düşük değer (3.10 mm<sup>3</sup>) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 6).

**Çizelge 6.** Türler arası melez kombinasyonlarının tohum boyutları ve hacimlerine ait sonuçlar (2020)

Melez Kombinasyonlar	Tohum boyu (mm)	Tohum eni (mm)	Tohum kalınlığı (mm)	Tohum hacmi (mm <sup>3</sup> )
G1 X 240 59-01	6.11 il	4.51 lq	0.42 cg	11.71 ko
G1 X 237 42-02	4.99 o	3.99 rs	0.41 cg	8.49 oq
G1 X 239 44-02	6.40 gh	5.32 dh	0.49 ad	16.50 e1
G1 X 125 38-01	6.43 gh	5.68 ce	0.41 cg	15.19 fk
G1 X 217 35-02	6.81 eh	5.66 ce	0.46 cf	17.85 dg
G4 X 237 42-02-1	6.55 fh	5.28 dh	0.56 a	19.54 ce
G4 X 237 42-02-2	5.73 kn	4.98 fo	0.45 cf	13.07 im
G4 X 233 43-01	6.77 eh	4.53 lq	0.41 dh	12.55 jn
G4 X 233 43-01-2	6.37 ih	5.01 fn	0.48 bd	15.58 fj
G4 X 229 59-02-1	7.59 ac	5.61 cf	0.42 cg	18.20 df
G4 X 229 59-02-2	7.65 ab	5.50 dg	0.56 a	23.89 a
G4 X 216 45-01-1	6.80 eh	5.12 em	0.49 ac	17.30 dh
G4 X 216 45-01-2	7.91 a	5.39 dh	0.43 cg	18.58 df
G4 X Arda	7.16 be	5.24 d1	0.37 fi	14.28 gk
G5 X MUŞ 1071-1	7.64 ab	5.88 ad	0.48bd	21.96 ac
G5 X MUŞ 1071-2	5.74 kn	5.14 eh	0.43 cg	13.06 im
G5 X 116 42-07-1	4.37 p	3.63 s	0.42cg	6.71 rq
G5 X 116 42-07-2	5.44 mo	4.40 nq	0.43 cg	10.52 lp
G5 X 104 05-03-1	5.46 mo	4.35 oq	0.44 cg	10.73 lp
G5 X 104 05-03-2	5.47 mo	4.68 jp	0.46 cf	11.85 ko
G7 X 109 42-04	5.51 lo	4.63 kq	0.39 eh	9.87 oq
G7 X 109 42-04-2	5.51 lo	4.63 kq	0.30 ij	7.79 pq
G8 X 116 42-07	5.57 ko	4.63 kq	0.36 g1	9.45 mq
G8 X 313 49-01	6.14 ik	4.14 rq	0.41 dh	10.46 lp
G10 X 124 66-02	7.66 ab	6.44 a	0.41 cg	20.25 bd
G11 X 117 42-08	7.56 ac	6.35 ab	0.49 ad	23.45 ab
G11 X 303 63-03-1	7.01 cg	5.83 bd	0.55 ab	22.75 ac
G11 X 228 06-03	7.83 a	5.47 dh	0.46 ce	19.93 ce
G11 X 319 49-01-1	6.50 gh	5.65 ce	0.43 cg	15.97 fj
G11 X 319 49-01-2	6.37 ih	5.32 d1	0.46 ce	15.76 fj
G11 X 319 49-01-3	7.43 ad	6.20 ac	0.48 bd	22.36 ac
G11 X 230 10-02	6.94 dh	5.75 ce	0.41 cg	16.66 e1
G14 X 248 05-04-1	5.16 no	4.37 nq	0.19 km	4.50 tu
G14 X 248 05-04-2	6.08 il	4.70 iq	0.21 kl	6.28 ru
G14 X 104 05-03-1	5.39 mo	4.50 mq	0.19 km	4.78 tu
G14 X 118-42-09-1	7.12 bf	5.51 dg	0.36 g1	14.36 ik
G14 X 118-42-09-2	5.16 no	4.27 pq	0.43 cg	9.61 mq
G14 X 118-42-09-3	5.88 jm	4.83 hp	0.36 g1	10.49 lp
G14 X 118-42-09-4	5.21 no	4.25 pq	0.24 jk	5.46 su
G14 X 301 63-01	6.39 gh	4.84 hp	0.16 lm	5.04 su
G14 X 240 59-01	5.47 mo	4.44 nq	0.12 m	3.10 u
G14 X 221 65-04	7.01 cf	5.46 dh	0.16 lm	6.30 rt
G14 X 221 65-04-2	6.58 eh	5.44 dh	0.39 eh	13.97 hl
G14 X 221 65-04-3	5.72 kn	4.87 gp	0.33 h1	9.21 nq
<b>P</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>
<b>VK (%)</b>	<b>8.34</b>	<b>10.65</b>	<b>18.01</b>	<b>22.87</b>

\*Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Türler arası melez kombinasyonlarının tohum boyutları değerlendirildiğinde ikinci yılında da (2021) istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklılıklar olduğu saptanmıştır. Bu durum, türler arası melez lale tohumlarında yüksek oranda varyasyon gösterdiğini desteklemektedir. Tohum boyu ve tohum eni değerleri açısından G11 X 117 42-08-1 (7.21 mm, 5.99 mm) en uzun ve geniş melez genotip olarak belirlenmiştir. Buna karşın; G4 X 237 42-02-2 genotipinin ise en düşük değerlerde (5.73 mm-4.89 mm) olduğu saptanmıştır. Tohum kalınlığı bakımından en yüksek değer (0.56 mm), G4 X 237 42-02-1 genotipinde ölçülmüştür. G14 X 240 59-01 genotipi ise en düşük tohum kalınlığı değeri (0.12 mm) almıştır. Tohum hacimleri ise melez kombinasyonlarda 3.10-23.89 mm<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir (Çizelge 7).

**Çizelge 7.** Türler arası melez kombinasyonlarının deneme ikinci yılına (2021) ait tohum boyutları ve hacimleri

Melez Kombinasyonlar	Tohum boyu (mm)	Tohum eni (mm)	Tohum kalınlığı (mm)	Tohum hacmi (mm <sup>3</sup> )
G4 X 216 45-01-1	6.29 b	5.28 b	0.38 d	12.80 bc
G4 X 216 45-01-2	6.37 b	5.15 bc	0.28 e	9.32 d
G4 X 237 42-02-1	5.96 bc	5.14 bc	0.48 a	14.91 b
G4 X 237 42-02-2	5.73 c	4.89 c	0.44 ab	12.59 c
G8 X 116 42-07	6.10 bc	5.41 b	0.43 bc	14.57 bc
G11 X 230 10-02	6.86 a	5.90 a	0.44 ab	18.21 a
G11 X 117 42-08-1	7.21 a	5.99 a	0.43 bc	18.69 a
G11 X 117 42-08-2	6.26 b	5.17 bc	0.39 cd	12.98 bc
P	10.53	10.25	16.35	24.92
VK (%)	0,01	0,01	0,01	0,01

\*Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Çalışmanın ilk yılında incelenen melez kombinasyonların tohum şekil indeksleri, 1.10 (G4 X 240 59-01) ile 1.87 (G11 X 228 06-03) arasında dağılım göstermiştir (Çizelge 8). Tohum ağırlığındaki birim artışın fazla olması endosperm hacminin fazlalığıyla doğrudan ilişkilidir. Birim ağırlığı fazla olan tohumlardan sağlıklı fide elde etme olasılığı artmaktadır. Olumsuz yetiştirme koşullarına karşı dayanım güçleri de fazla olmaktadır. Ayrıca fidenin güçlü olmasına da olumlu yönde katkıda bulunmaktadır. En yüksek 100 tane tohum ağırlığı, G5 X 104 05-03 kombinasyonunda 17.03 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 8). Bu kombinasyonu; G5 X 104 05-03 (14.20 g) ve G11 X 303 63-03 (12.07 g) kombinasyonları izlemiştir. G7 X 109 42-04 kombinasyonu ise 1.45 g /100 tane ağırlığı ile en son sırada yer almıştır. Araştırmada genel olarak G5 ve G11 genotipilerinin kullanıldığı melez kombinasyonlarında 100 tane tohum ağırlığının daha yüksek, G7 ve G8 in kullanıldığı kombinasyonlarda ise daha düşük değerlerde bulunmuştur (Çizelge 8). Astuti ve ark., (2020), *T. sylvestris* tohumlarının daha geniş ve daha ağır tohumlara sahip olduklarını bildirmişlerdir. Zhang ve ark., (2023) Çin de bulunan 8 lale türü üzerinde yaptıkları çalışmada tohum boyutlarını belirlemişlerdir. Çalışmada *T. altaica* türü tohum boyu ve eninin diğer türlere göre yüksek değerde (Tohum boyu: 7.36mm X Tohum eni 6.21 mm) olduğu tespit edilmiştir. Bizim yapmış olduğumuz çalışmada benzer bir şekilde, G4 X 216 45-01-2 melez kombinasyonunda 7.91 mm tohum boyu ve G10 X 124 66-02 melez kombinasyonunda 6.44 mm tohum eni değerleri en yüksek değerler olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 8.** Araştırma 2020 yılında türler arası melez kombinasyonlarının bazı tohum özellikleri

Kombinasyonlar	Tohum şekil indeksi	100 tane ağırlığı (g)	Abortif tohum oranı (%)
G1 X 240 59-01	1.10	5.90	-
G1 X 239 44-02	1.27	9.23	-
G1 X 217 35-02	1.31	8.43	-
G1 X 237 42-02	1.15	8.00	83.33
G1 X 125 38-01	1.21	6,13	-
G3 X MUŞ 1071 (1)	1.26	7.65	-
G3 X 313 49-01	1.46	9.61	-

G4 X 233 43-01-1	1.24	6.78	-
G4 X 233 43-0-2	1.17	8.15	15.79
G4 X 229 59-02-1	1.56	8.61	14.29
G4 X 229 59-02-2	1.31	8.12	-
G4 X 216 45-01-1	1.38	9.13	-
G4 X 216 45-01-2	1.41	7.85	-
G4 X 237 42-02-1	1.34	7.30	-
G4 X 237 42-02-2	1.47	7.54	9.09
G4 X Arda	1.20	9.31	-
G5 X 116 42-07	1.25	4.46	13.33
G5 X 116 42-07	1.23	7.17	-
G5 X 104 05-03	1.26	14.20	-
G5 X 104 05-03	1.17	17.03	-
G7 X 109 42-04	1.19	1.45	-
G8 X 116 42-07	1.21	6.27	-
G8 X 313 49-01	1.49	7.50	-
G10 X 124 66-02	1.23	7.62	33.33
G11 X 230 10-02	1.20	8.41	10.68
G11 X 117 42-08	1.20	10.64	22.06
G11 X 313 49- 01	1.15	9.02	-
G11 X 313 49- 01	1.16	8.63	15.38
G11 X 313 49- 01	1.19	9.59	21.43
G11 X 228 06- 03	1.87	9.70	-
G11 X 303 63-03	1.20	12.07	-

Van Creij ve ark. (1997), tür içi melezlerde ovüllerin % 87-100'ü arasında normal embriyo ve endosperm gelişimine sahip olduğunu bildirmişlerdir. *T. gesneriana* × *T. agenensis* türler arası melezlerinde, *T. gesneriana* tür içi melezlerine göre embriyo ve endosperm gelişiminde deformasyon olan yumurta sayısının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sayama ve ark., (1982), *T. gesneriana* ve *T. fosteriana* türlerinde tür içi ve türler arası melezlemeler yapmışlardır. Bunlardan 178 adet türler arası melez kombinasyondan sadece 28 adet normal tohum ve 433 adet embriyosuz tohum elde etmişlerdir. Qu ve ark. (2018) ise melez kombinasyonlardan dört tanesinde tohum oluşmadığını belirlemişlerdir. Buna karşın, Synaeda Amor x *T. altaica* melez kombinasyonundan ise % 100 oranında tohum elde etmişlerdir. Çalışmada, Dow Jones x *T. altaica* melez kombinasyonundan en yüksek tohum sayısı (510 adet) ve Carnaval de Rio X *T. altaica* melez kombinasyonundan ise en düşük tohum sayısının (13 adet) elde edildiği bildirilmiştir. Bu sonuçlar araştırma sonuçları ile genel olarak uyum göstermiştir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Birçok alanda olduğu gibi süs bitkileri sektöründe de son zamanlarda önemli gelişmeler ve değişimler yaşanmaktadır. Bu kapsamda yerli hibrit lale çeşitlerinin ülke tarımına kazandırılması büyük bir önem taşımaktadır. Türkiye'de lale çeşit ıslahı konusunda özel sektör ve kamu kuruluşları tarafından gerekli çeşit ıslah alt yapılarının oluşturulmasına ve biyoteknolojik yöntemlerden de yararlanarak daha kısa sürede daha fazla sayıda yerli hibrit çeşitlerin geliştirilmesine gereksinim duyulmaktadır. Bu çalışma ile ülkemizde hibrit lale çeşit ıslahına yönelik olarak ıslah programının ilk aşaması tamamlanmıştır. Araştırma sonucunda türler arası meyve tutum oranlarının, literatürlerde yer alan sonuçlar ile kıyaslandığında benzer şekilde oldukça düşük oranlarda olduğu belirlenmiştir. Gelecekte, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde doku kültürü tekniklerinden yararlanılarak melez başarı oranlarının artırılmasına yönelik çalışmalar yapılması planlanmaktadır. Bu araştırma sonuçlarının gelecekte farklı çeşit ıslah hedefleri doğrultusunda uygulanması ve yerli hibrit lale çeşitleri elde edilinceye kadar devam edilmesinin ülke ekonomisi ve tarıma kazandırılması açısından önemli olduğunu düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Yasemin İzgi'nin doktora tezinin bir parçasıdır. OMÜ-BAP (Proje No: 1901.18.013) tarafından desteklenmiştir. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine (BAPKOB) teşekkür ederiz. Arazi çalışmalarında verdikleri destekten dolayı Sam-fi Fidan AŞ. ve Habitat Peyzaj A.Ş. 'ne teşekkür ederiz.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını tasdik ederler.

## Yazar Katkısı

Tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

## Etik Onay

“*Tulipa gesneriana* Türü ile Yerel Lale Genotiplerinin (*Tulipa* spp.) Türler Arası Melez Performanslarının Belirlenmesi ve Melez Tohum Özelliklerinin İncelenmesi” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Çalışmamızda herhangi bir canlıya ait veri bulunmadığından etik kurul izni gerekmemektedir.

## KAYNAKLAR

- Astuti, G., Pratesi, S., Peruzzi, L., & Carta, A. (2020). Two closely related *Tulipa* species with different ploidy levels show distinct germination rates. *Seed Science Research*, 30(1), 45-48. <https://doi.org/10.1017/S0960258520000057>
- Balkaya A., İzgi Saraç Y., Tütüncü M., (2021). YY. Mendi, S.Kazaz (ed). Süs Bitkileri Islahı Kitabı. Klasik ve Biyoteknolojik Yöntemler. 3 (2), (ss 107-144). Ankara: Geceyayınları.
- Ballesteros-Mejia, L., Lima, N. E., Lima-Ribeiro, M. S., vd., (2016). Pollination mode and mating system explain patterns in genetic differentiation in Neotropical plants. *PloS one*, 11.7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158660>
- Baytop, T. (1992). İstanbul Lalesi. T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları/1415, Kültür Eserleri Dizisi/180, Ankara.
- Custers, J. B. M., Eikelboom, W., Bergervoet, J. H. W., & Van Eijk, J. P. (1995). Embryo-rescue in the genus *Tulipa* L.; successful direct transfer of *T. kaufmanniana* Regel germplasm into *T. gesneriana* L. *Euphytica*, 82, 253-261. <https://doi.org/10.1007/BF00029568>
- Gülbağ, F. (2015). Türkiye’de Süs Bitkileri Islah Çalışmaları. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 14, 12-15.
- Hartman A. (1988). Ecophysiological aspects of growth and nitrogen fixation in *Azospirillum* spp. *Plant and Soil*. 110. 225 - 238.
- Horn, P. J., Peterson, C. L. (2002). Chromatin higher order folding wrapping up transcription. *Science*, 297(5588), 1824-1827. <https://doi.org/10.1126/science.1074200>
- İzgi Saraç, Y., Balkaya, A., Deligöz .I. (2021). Süs Bitkileri ıslahı, S.Kazaz, Y.Y. Mendi (ed) Süs Bitkileri Islahı Kitabı. Türler. 9, 377-418. Ankara: Geceyayınları.
- İzgi, Y., (2022). Türkiye Orijinli Lale (*Tulipa* Spp.) Genotiplerinin Moleküler Karakterizasyonu, Kendine Uyuşmazlık Durumları, Türler Arası Melez Uyuşum Oranları Ve Melez Tohum Özelliklerinin Belirlenmesi [Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 756194).
- Leonard, W. D., Van Raamsdonk, Joop P., Van Eijk, Wim Eikelboom, (1995). Crossability analysis in subgenus *Tulipa* of the genus *Tulipa* L., *Botanical Journal of the Linnean Society*, 117( 2), 147-158, <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1995.tb00449.x>
- Qu, L., Xue, L., Xing, G., vd. (2018). Karyotype analysis of eight wild *Tulipa* species native to China and the interspecific hybridization with tulip cultivars. *Euphytica*. 214 (4), 1-12. <https://doi.org/10.1007/s10681-018-2151-1>
- Pavord, A., (1999). The Tulip., 439 (47-64) London, England. Bloomsbury Publishing ISBN:0747542961
- Sayama, H., Moue, T., Nishimura., Y. (1982). Cytological study in *Tulipa gesneriana* and *T. fosteriana*. *Japanese Journal of Breeding*. 32 (1), 26-34. <https://doi.org/10.1270/jsbbs1951.32.26>
- Shuka, L., Tan, K., Siljak Yakovlev, S. (2010). *Tulipa albanica* (Liliaceae), a new species from northeastern Albania. *Phytotaxa*, 10(1), 17.
- Van Creij, M. G. (1997). Interspecific hybridization in the genus *Tulipa* L. Van Creij.



- Van Creij, M. G. M., Kerckhoffs, D. M. F. J., Van Tuyl, J. M. (1997). Interspecific crosses in the genus *Tulipa* L. identification of pre-fertilization barriers. *Sexual Plant Reproduction*. 10 (2), 116-123. <https://doi.org/10.1007/s004970050077>
- Van Creij, M. G. M., Kerckhoffs, D. M. F. J., de Bruijn, S. M., van Tuyl, J. M., & Vreugdenhil, D. (2000).. The effect of medium composition on ovary-slice culture and ovule culture in intraspecific *Tulipa gesneriana* crosses. *Plant cell, tissue and organ culture*. 60 (1). 61-67. <https://doi.org/10.1023/A:1006476621910>
- Van Tuyl, J. M. V., Van Creij, M. G. (2007). Tulip. In *Flower Breeding and Genetics* (ss 623-641). Springer, Dordrecht.
- Van Eijk, J. P., Van Raamsdonk, L. W. D., Eikelboom, W., vd. (1991). Interspecific crosses between *Tulipa gesneriana* cultivars and wild *Tulipa* species: a survey. *Sexual Plant Reproduction*. 4 (1), 1-5. <https://doi.org/10.1007/BF00194563>
- Van Raamsdonk LWD, De Vries T. (1995). Species relationships and taxonomy in *Tulipa* subgenus *Tulipa* (*Liliaceae*). *Plant Syst Evol*. 195.13-44. <https://doi.org/10.1007/BF00982313>
- Zhang,W., Zhao, J., Xue, L., Dai, H., Lei, J. (2023). Seed Morphology and Germination of Native *Tulipa* Species. *Agriculture*, 13, 466. <https://doi.org/10.3390/agriculture13020466>

## Research Article

**Does Generation Z Consume Artificial Meat? Türkiye Examination****Mehmet Emin AYDEMİR<sup>1</sup>\*, Yusuf Taha OKAN<sup>2</sup>, Kasım TAKIM<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Department of Veterinary Food Hygiene and Technology, Faculty of Veterinary, Harran University, Şanlıurfa, Türkiye<sup>2</sup>Department of Foreign Trade, Şanlıurfa Vocational School of Social Sciences, Harran University, Şanlıurfa, Türkiye<sup>3</sup>Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary, Harran University, Şanlıurfa, Türkiye

\*Corresponding author e-mail: aydemiremin23@harran.edu.tr

**ABSTRACT****ARTICLE  
INFO**

The aim of this study is to examine the perceptions of young people between the ages of 18-22 in Türkiye, studying at universities and representing generation Z regarding the consumption of artificial meat and to determine whether there will be a consumer base for artificial meat in Türkiye in the coming years. For this purpose, face-to-face interviews were conducted with a total of 227 individuals, 95 (41.85%) female and 132 (58.15%) male participants. Both quantitative descriptive and qualitative descriptive analysis were used in the research. Qualitative analyses were evaluated using Maxqda 20 Package Program. 77 respondents (33.92%) stated that they could consume artificial meat. 29 (30.52%) female and 45 (34.09%) male participants stated that they could consume artificial meat. Participants stated that they would not consume artificial meat because they were concerned about artificial meat being unhealthy, unnatural, insufficient in terms of nutritional value, unsafe, negatively affecting animal husbandry, and posing a problem in terms of belief. As a result, contrary to expectations, generation Z living in Türkiye has a high potential to consume artificial meat. As long as the concerns of the participants are clarified, we foresee that there will be a more serious increase in the artificial meat consumption potential of the generation Z, which will represent the Turkish population in the future.

*Received:*  
24.05.2023*Accepted:*  
27.09.2023**Keywords:** *Artificial meat, Cultured meat, In vitro meat, Synthetic meat, Türkiye, Generation Z*

**Cite this article as:** Aydemir, M.E., Okan, Y.T., & Takım, K. (2023). Does Generation Z Consume Artificial Meat? Türkiye Examination. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 13(2), 177-186. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1301799>

## INTRODUCTION

Proteins are the largest basic building blocks of the human body after water. Proteins, which have many important functions in the physiology and metabolism of living things, are found in foods of plant and animal origin. In recent years, the rapid increase in the world population and changing consumer orientations have led to serious discussions on protein sources, which have a very important place in human nutrition (Yetim et al. 2020; Ebcim et al. 2021). In 2050, with the increasing human population, it is predicted that the need for meat consumption, which is one of the important protein sources, will double and animal production will reach its maximum production capacity (FAO 2011). It is estimated that meat, which is a source of animal protein, will not be able to meet the needs and the cost of production will increase further, and meat consumption will become a luxury consumption group (Çakmak et al. 2023). Therefore, it is observed that there is an increase in the search for alternative protein sources and biotechnological research (Aydemir et al. 2023). Nowadays, microbial proteins, alternative plants, insects, algae, fungi, in vitro or artificial meat are emphasized and recommended as alternative protein sources (Ünver Alçay et al. 2018).

It is the name given to the product obtained as a result of the development and differentiation of stem cells taken from some animals grown for artificial meat food purposes in a bioreactor with the necessary conditions (growth factors, nutrients, energy sources, etc.) and their transformation into mature muscle cells and subsequently into larger muscle tissues (Bhat et al. 2015; Sürek and Uzun 2020). Artificial meat is named with many different concepts (artificial meat, in vitro meat, animal-free meat, synthetic meat, cultured meat, lab grown meat, clean meat, tube meat) (Yetim et al. 2020). Two separate projects were first initiated in the early 2000s to produce artificial meat for food purposes. The first introduction of artificial meat to the societies of the world was with the news of a hamburger produced by a chef using artificial meat, which appeared in some London-based media organizations in August 2013 (Wosczyzna and Rando 2018; Post et al. 2020). Many methods of artificial meat production have been tried or proposed. Among the main methods preferred for this purpose; There are cell culture-based techniques, tissue culture-based techniques and some other techniques (organ printing technique, biophotonic technique, nanotechnology technique).

It is said that there were many problems of concern before the production and commercialization of artificial meat (Ünver Alçay et al. 2018). The problems that may arise are reported to be largely non-applicable, excessively high cost of production, not accepted by consumers, and not considered natural (Fayaz Bhat et al. 2017; Ünver Alçay et al. 2018; Datar and Betti 2010).

In addition, many uncertainties in the production of artificial meat raise consumer concerns. This uncertainty involves doubts about whether there is negativity in terms of community health and food security, efficiency in terms of nutritive value (fatty acids, B12, iron, etc.), and guarantee of sensory admiration that natural meat provides (color, texture, smell, etc.), problem in terms belief and ethics (Sürek and Uzun 2020; Yetim et al. 2020).

Therefore, before starting production on a large scale, it is necessary to investigate consumer opinions, benefit-interest relationships, cost and economic dimensions, public health and food safety dimensions, belief dimensions, ethical and social issues regarding artificial meat (Schaefer and Savulescu 2014; Pakseresht et al. 2022).

Age is one of the main factors affecting people's food choices. Therefore, it is important to determine the food preferences of age groups (Grasso et al. 2019). Generation Z, which represents a specific age group, refers to people born in the digital age between the late 1990s and early 2000s. In 2020, approximately 30% of the world's population (2 billion) consists of generation Z (Zuo et al. 2022). It is predicted that Generation Z will play an important role in the economic, decision-making, political and social change of the future (Bogueva and Marinova 2020). Generation Z, the world's largest consumer group, influences a food's desirability, purchasing ability and food consumption (Su et al. 2019). Generation Z prefer foods that make a good impression, reliable and transparent food(s) sources, branded products that meet expected standards, and foods that are globally trending on social media (Su et al. 2019; Szakály et al. 2018; Kamenidou et al. 2018). Therefore, it is important to determine the food preferability of generation Z and to develop products according to the needs of this generation.

The aim of this study is to examine the perceptions of young people between the ages of 18-22 in Türkiye, studying at universities and representing generation Z regarding the consumption of artificial meat and to determine whether there will be a consumer base for artificial meat in Türkiye in the coming years.

## **MATERIAL AND METHODS**

### ***Working Group***

The study group of this research consists of individuals between the ages of 18-22, representing Generation Z, studying at any university and participating in the Teknofest (technology festival where competitors participate in every region of the country) event held at Istanbul Atatürk Airport between 27 April 2023 and 1 May 2023. Before the questions were asked, the participants were informed about artificial meat as follows; Artificial meat, also known as cultured meat, in vitro meat, cultivated meat, lab meat, clean meat and synthetic meat, is a novel food produced in laboratories using animal muscle stem cells, but does not come directly from a living animal and which proliferate in culture. To be simple, cultured meat is the meat grown in vitro from cell reproduction. The cell is from an animal and the vitro contains required nutrients. Nutritional contents in the meat can be customized to meet different demands for nutrition.

### ***Research Pattern***

Our research consists of both open-ended and closed-ended survey questions. Our research consists of both open-ended and closed-ended survey questions. In the survey prepared for the participants within the scope of the research, two closed-ended questions were asked as “yes” and “no” about whether they would consume artificial meat. Following this, open-ended questions were asked to reveal the reasons according to the answers given by the participants to the closed-ended questions. Quantitative descriptive statistics were used for closed-ended questions and qualitative descriptive analysis was used for open-ended questions. Therefore, this research is a survey study in which different question patterns are used. Büyüköztürk and Demirel (2018) stated that open-ended survey studies are included in qualitative patterns.

### ***Data Collection Tool***

In our research, a questionnaire interview form consisting of two parts was used and the questions in these prepared parts were asked to the participants. The first part of the form we prepared consists of various demographic information and the other part consists of interview questions. In essence, our aim in the questions asked was to reveal the attitudes and perspectives of the participants towards the consumption of artificial meat.

### ***Data Collection***

The participants were first asked for permission for the study and the interviews were recorded accordingly. The preference for an interview in this way was aimed both to be prepared for the interview in line with the study plan and to ensure that the questions related to the study were answered in a sincere and natural way in a natural environment (Karasar, 2008). Since the age criterion we determined for our study is important, the participants suitable for the purpose of our study were selected from young people in the Z generation between the ages of 18-22. First of all, participants were asked the first part of our questions consisting of various demographic information. Then, the questions that will reveal the attitudes and perceptions of the participants, which will reveal the main purpose of our research, were started.

### ***Data Analysis***

Following the completion of the interviews with the students within the framework of the research, the data analysis process began. First, the audio recordings were transcribed. Afterwards, these interviews were transferred to the Maxqda 20 Package Program, and then the analysis steps were started. 124 participants out of 227 participants gave detailed explanations about whether they would consume artificial meat or not, and the data of these participants were included in the qualitative analysis. In qualitative research, it is possible to mention some steps that will guide the researcher (Pietkiewicz et al. 2014). Of course, these steps should not be perceived as definitive steps. Based on these, the data obtained were first read once to ensure the comprehensibility of the data. Then, coding was done with the second reading. Following the coding, sub-themes and themes were formed by bringing together the relevant codes.

Three ways are suggested in the analysis of qualitative data. The first way is to present the data with a descriptive approach without distorting the originality by taking the participant statements directly and adhering to the originality of the data obtained as much as possible. The second way is to present the data with a descriptive approach, and a number of themes are determined and relations between these themes are established. In the third way, the researcher analyzes the data by adding his/her own interpretations alongside the participants' statements. In the research, the data can be analyzed by using these three ways (Yıldırım and Simsek 1999).

## RESULTS

Data were collected from a total of 227 individuals, 95 (41.85%) female and 132 (58.15%) male participants. It was observed that all individuals participating in the research were students. With the analysis of the data obtained from the participants, it is understood that the statements of the participants are shaped around two main themes. The first theme's reasons for preferring to consume artificial meat, the second theme's reasons for not consuming artificial meat. Our findings are presented below.

### Artificial Meat Consumption Preferences

The question of whether or not they would consume artificial meat was asked to 227 individuals participating in the research, along with its justification. While 77 (33.92%) people who participated in the research reported that they would consume artificial meat, 150 (66.07%) stated that they would not (Figure 1). 29 (30.52%) female participants and 45 (34.09%) male participants stated that they can consume artificial meat (Figure 2). The findings regarding the reasons for both consumption and non-consumption of these people are presented below.

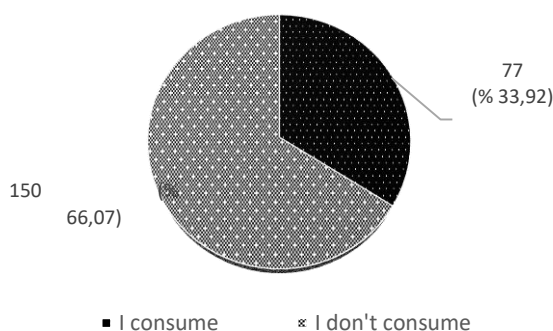


Figure 1. Artificial meat consumption preference rates of the participants

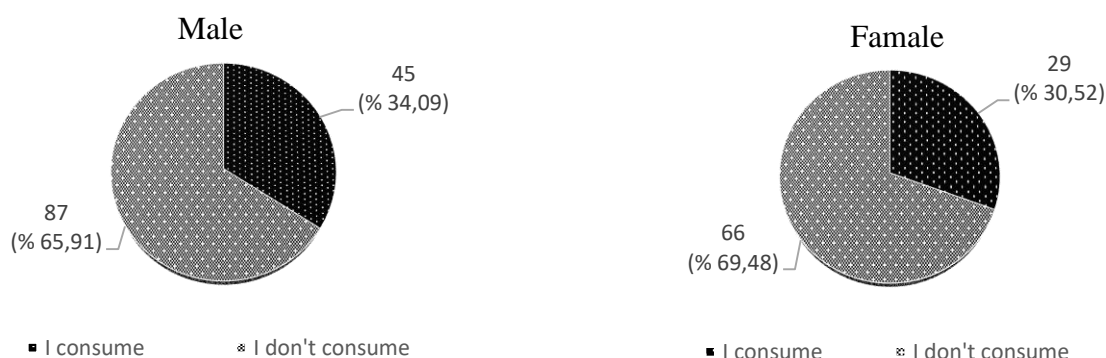
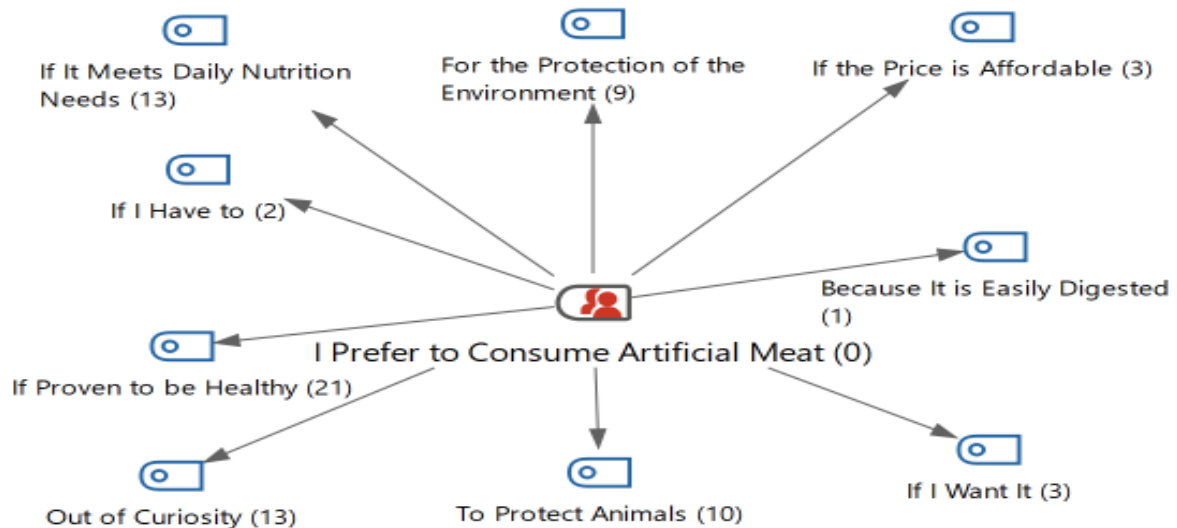


Figure 2. Artificial meat consumption preference rates by gender



### Reasons for Consuming Artificial Meat

In this section, the sub-themes of the emerging theme regarding the reasons for consuming artificial meat are presented.



**Figure 3.** Sub-themes of the emerging theme about the reasons for consuming artificial meat

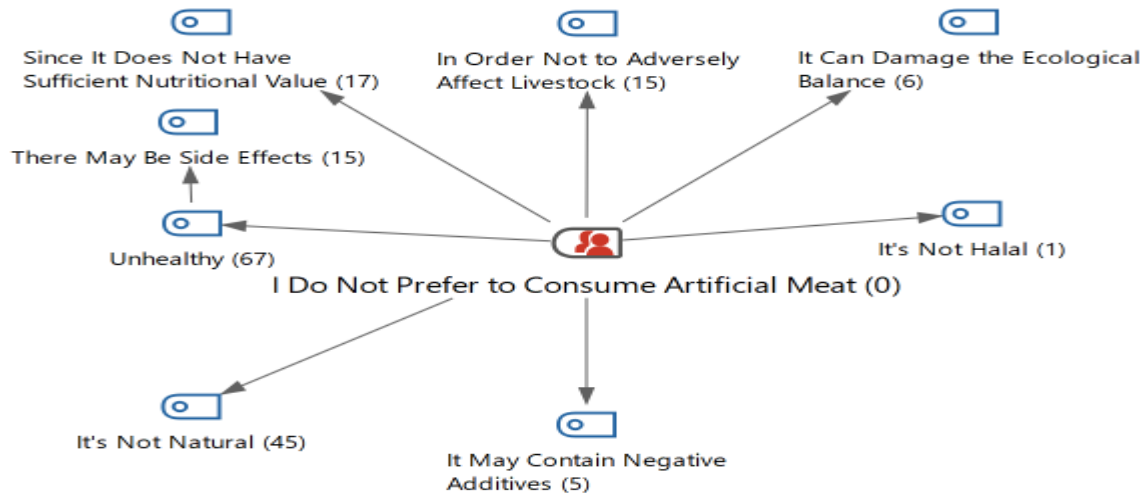
When Figure 3 is examined, it is seen that the participants mentioned some themes related to consuming artificial meat. A few statements related to these themes are shown below.

- *I think it can be digested more easily, so I consume. (K5)*
- *I prefer to consume artificial meat as I am against killing animals. (K21)*
- *I consume to prevent global warming caused by cows (K43)*
- *I consume so that animals are not slaughtered for our sustenance (K63)*
- *I consume out of curiosity (K80)*
- *If it is proven to be healthy, I will consume it. (K82)*
- *I'd be curious and consume it. If I liked it, I'd consume it all the time. (K95)*
- *As long as the nutritional values are the same and there are no bad side effects, I consume it to protect the environment. (K104)*
- *I consume because it will ensure animal welfare and prevent cruelty to animals (K110)*
- *I will consume it if the price is affordable (K127)*
- *If it will prevent animal trade and have the same nutritional values, I will consume it. (K153)*
- *Although I am not a big meat eater, I may consume it out of curiosity. However, I would not prefer to consume artificial meat produced entirely in laboratories. My first preference would be animal production (K185)*
- *Although I am not sure, I consume it because I think there is such a need. (K198)*
- *Yes, to prevent the damage to nature and animals caused by the animal slaughter industry. (K220)*

In the question we posed to the participants regarding the consumption of artificial meat, it ranked first in the statements given by the participants with the statement "I would consume artificial meat if it is proven to be healthy" (21). In addition, when we look at the other reasons for consumption respectively, they stated that they would consume it if it meets my daily nutritional needs (13), out of curiosity (13), to protect animals (10), to protect the environment (9), if I feel like it (3), if the price is affordable (3), if I have to (2) and because it is easily digestible (1).

### Reasons for Not Consuming Artificial Meat

In this section, the sub-themes of the emerging theme regarding the reasons for not consuming artificial meat are presented.



**Figure 4.** Sub-themes of the emerging theme about the reasons for not consuming artificial meat

Figure 4 shows the sub-themes obtained in the research based on the question asked to the participants regarding the reasons for not consuming artificial meat. Some statements regarding participant attitudes are presented below:

- *Because it will interfere with animal husbandry. I think the ecosystem will deteriorate even more with the decrease in animal husbandry. (K1)*
- *Because it is not known how it will affect the human body after years, I will not consume it. (K12)*
- *I do not consume it because I think it does not contain enough nutrients. I think it will be problematic in terms of health in the future. (K54)*
- *I think the natural balance should not be disturbed (K121)*
- *I think it will have very low nutritional value. I find it unhealthy because it will contain additives. (K156)*
- *I think it will have negative impacts on ecosystem and human health (K166)*
- *I don't think it's halal (K184)*
- *I think it may be harmful to health and cause ecological disturbance. If conditions prove favorable, I can consume. (K186)*
- *I do not trust products produced in a laboratory environment because I think that hormonal foods shorten human life and degrade quality. (K199)*
- *I prefer everything natural to live in a healthier way (K204)*

In the question we asked the participants regarding the reasons for not consuming artificial meat, it is seen that the participants stated that they do not prefer to consume artificial meat, with the highest answer because it is unhealthy (67) and may have side effects related to this theme (15). Considering the statements they gave respectively, they stated that they would not consume artificial meat for reasons such as it is not natural (45), it does not have sufficient nutritional value (17), in order not to negatively affect animal husbandry (15), it may harm the ecological environment (6), it may contain negative additives (5) and it is not halal (1).

## DISCUSSION

Of the 227 individuals who participated in the study, 77 (33.92%) stated that they could consume artificial meat, while 150 (66.07%) stated that they would not. In a study on the artificial meat consumption preference of Generation Z living in Sydney, Australia, similar results were reported (72% of 227 participants would not consume artificial meat) (Bogueva and Marinova 2020). In studies on artificial meat consumption preference in many other countries, it is seen that the preferability of artificial meat varies between 30-50%. In the study conducted by Chriki et al. (2021) on the artificial meat consumption preference of the people of Brazil, 46.6%

of the 4471 participants who participated in the survey reported that artificial meat was promising and acceptable. In a study conducted by Gousset et al. (2022) on the artificial meat consumption preference of the people of France, it was reported that while the majority of those surveyed were willing to try this product (80%), only 35.6% were willing to eat it regularly. In the study conducted by Faletar and Cerjak (2022) on the artificial meat consumption preference of the people of Croatia, it is reported that 40.9% of the 411 participants who participated in the survey are curious about and want to consume artificial meat. In a study conducted by Franceković et al. (2021) on the artificial meat consumption preference of the people of Croatia, Greece, and Spain, 43.5% of the 2007 participants who participated in the survey stated that they would try artificial meat. Even if a little variability of consumption choices according to the work results can be explained by the style of expressing the survey questions, the difference between the age and the maturity of the participants, and the unsteadiness of participant numbers.

Age and gender are major factors influencing people's food choices (Grasso et al. 2019). Studies show that younger participants have the highest willingness to consume artificial meat compared to older participants. In a study conducted in the USA, it is reported that especially young people are more inclined to try artificial meat, and 51% of individuals aged 18-29 are willing to try artificial meat (Johnson et al. 2018). A study conducted in Germany reports that children and adolescents are more willing to consume a burger made of artificial meat than insects (Dupont and Fiebelkorn 2020). In this study, it is thought that the fact that the preference for artificial meat consumption was at this rate (33.92%) may be due to the fact that the participants were young. Gender is also reported to affect concerns about ethical and environmental problems caused by the meat industry, views on meat consumption, and the perception of artificial meat in general (Wilks et al. 2019). When the results of this study are examined in terms of gender, 29 (30.52%) female participants and 45 (34.09%) male participants stated that they can consume artificial meat. In recent studies, it has been reported that women tend to consume less artificial meat than men (Wilks et al. 2019; Bryant et al. 2020; Bryant and Barnett 2018; Baum et al. 2022; Van Loo et al. 2020; Verbeke et al. 2021; Zhang et al. 2020). However, other studies have reported that female participants were more willing to consume artificial meat (Heidemann et al. 2020; Chriki et al. 2021). Such a discrepancy between studies can be explained by the interaction between age and gender (Hocquette et al. 2015) and the unequal number of men and women surveyed.

It is argued that young people's enthusiasm for artificial meat consumption is due to their greater concern for animal welfare issues and environmental issues (De Backer and Hudders 2015). Our results support this opinion. Of the participants who said they would consume artificial meat, 10 individuals stated that they would consume artificial meat for the protection of animals and 9 individuals for the protection of the environment. On the contrary, it is seen that 6 individuals who said that they do not consume artificial meat think that artificial meat harms the ecological environment. In addition, it is seen that 15 individuals who said they do not consume artificial meat answered that they do not consume it in order not to negatively affect animal husbandry. When the individuals who gave this answer were questioned, it was determined that their families were engaged in animal husbandry or received education related to agriculture and husbandry. Therefore, it was concluded that individuals interested in agriculture and animal husbandry were against artificial meat.

It is reported that young individuals in the generation Z prefer globally trending foods on social media (Su et al. 2019; Szakály et al. 2018; Kamenidou et al. 2018). In the study, it is seen that 13 individuals who say that they consume artificial meat give the answer that they consume artificial meat because they are curious about it. It is thought that the fact that artificial meat is a new food product and that this issue is constantly on the agenda on social media has triggered the participants' curiosity.

It is said that before the production and commercialization of artificial meat there were many problems of concern (Ünver Alçay et al. 2018). One of the most important concerns in the studies is that artificial meat is not natural, safe and healthy (Chriki et al. 2021; Bogueva and Marinova 2020; Bryant and Barnett 2018; Bryant et al. 2020; Liu et al. 2021; Gousset et al. 2022). In the current study, it is seen that the first (67 individuals) reason for not preferring artificial meat consumption is claimed to be unhealthy. In fact, it is seen that most of the participants who said that they would not consume artificial meat (21 individuals) answered that they would consume it if it was proven to be healthy. The perception that artificial meat is not natural and safe also emphasizes that it prevents the consumption of artificial meat (Siegrist and Hartmann 2020; Tomiyama et al. 2020; Verbeke et al. 2015; Wilks et al. 2021; Rosenfeld and Tomiyama 2022). In the current study, it is seen that it is suggested that it is not natural (45 individuals) among the reasons why artificial meat consumption is

not preferred. In addition, 5 individuals state that they do not find artificial meat safe as it may contain additives. Therefore, the findings of the study are quite consistent with the literature.

The nutritional quality of artificial meat can theoretically be controlled by adjusting the fat compositions used in the production environment. However, controlling the composition of animal-specific micronutrients (such as vitamin B12 and iron) of artificial meat is still unproven (Chriki et al. 2021) According to the results of the study, it is seen that 17 individuals who say they do not consume artificial meat think that artificial meat does not have sufficient nutritional value. In fact, it is seen that 13 individuals who say that they will consume artificial meat think that they will consume artificial meat if it meets their daily nutritional needs. Therefore, it is thought that artificial meat should be carefully controlled and documented in terms of nutritional value.

According to the results of the study, the price of artificial meat was also among the reasons for preference. It is seen that 3 individuals who say that they will consume artificial meat give the answer that if the price is appropriate, they will consume it. As a matter of fact, studies have also reported that low-income participants prefer artificial meat more. (Chriki et al. 2021; Liu et al. 2021). It is thought that the fact that the participants are young and students who are just starting to be economically independent affects their orientation towards alternative and cheap products.

Artificial meat, like any other new technology, raises numerous ethical, philosophical and religious questions. In fact, due to the uncertainties involved in the production of artificial meat, religious authorities are still debating these issues (Chriki et al. 2021). In the current study, even if it is at a low rate, an individual who says that he/she does not consume artificial meat states that he/she would not consume artificial meat because he/she thinks that it is not halal.

## CONCLUSION

As a result, contrary to expectations, generation Z living in Türkiye has a high potential to consume artificial meat. It was determined that the fact that the consumption rate was not higher was due to the fact that the participants were concerned at many points. It was seen that the main concerns were that it was unhealthy, unnatural, insufficient in terms of nutritional value, unsafe, negatively affecting animal husbandry and posing a problem in terms of belief. Therefore, before starting the production and placing on the market of artificial meat on a large scale, efforts should be made to address these concerns and raise consumer awareness regarding artificial meat. As long as the concerns of the participants are clarified, we foresee that there will be a more serious increase in the artificial meat consumption potential of the generation Z, which will represent the Turkish population in the future.

## Conflict of interest

The author declares that for this article they have no actual, potential, or perceived conflict of interest.

## Author contribution

All authors contributed to the creation and design of the study. Mehmet Emin AYDEMİR and Kasım TAKIM conducted the literature review. Yusuf Taha OKAN designed the statistical plan, performed the analyzes and interpreted the data. Mehmet Emin AYDEMİR wrote the first draft. All authors critically reviewed this and previous versions of the document.

## Ethical approval

Ethics committee certificate numbered 10.03.2023-213758 was obtained from Harran University Social and Human Sciences Ethics Committee for this study.

## REFERENCES

Aydemir, M. E., Okan, Y. T., & Takım, K. (2023). Generation Z consume animal-free milk? A Türkiye experience. *Food and Health*, 9(3), 254-261.



- Baum, C. M., Verbeke, W., & De Steur, H. (2022). Turning your weakness into my strength: How counter-messaging on conventional meat influences acceptance of cultured meat. *Food Quality and Preference*, 97, 104485.
- Bhat, Z. F., Kumar, S., & Fayaz, H. (2015). In vitro meat production: Challenges and benefits over conventional meat production. *Journal of integrative agriculture*, 14(2), 241-248.
- Bhat, Z. F., Kumar, S., & Bhat, H. F. (2017). In vitro meat: A future animal-free harvest. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57(4), 782-789.
- Bogueva, D., & Marinova, D. (2020). Cultured meat and Australia's generation Z. *Frontiers in Nutrition*, 7, 148.
- Bryant, C., & Barnett, J. (2018). Consumer acceptance of cultured meat: A systematic review. *Meat science*, 143, 8-17.
- Bryant, C., van Nek, L., & Rolland, N. C. (2020). European markets for cultured meat: A comparison of Germany and France. *Foods*, 9(9), 1152.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2008). Bilimsel araştırma yöntemleri.
- Chriki, S., Payet, V., Pflanzler, S. B., Ellies-Oury, M. P., Liu, J., Hocquette, É., ... & Hocquette, J. F. (2021). Brazilian consumers' attitudes towards so-called "cell-based meat". *Foods*, 10(11), 2588.
- Çakmak, Ö., Ergene, E., Acaröz, U., & Aldemir, T. (2023). Yapay Et Üretiminde Teknolojik Gelişmeler Ve Endüstrisinin Geleceği. *Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni*, 14(1), 1-15.
- Datar, I., & Betti, M. (2010). Possibilities for an in vitro meat production system. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(1), 13-22.
- De Backer, C. J., & Hudders, L. (2015). Meat morals: relationship between meat consumption consumer attitudes towards human and animal welfare and moral behavior. *Meat science*, 99, 68-74.
- Dupont, J., & Fiebelkorn, F. (2020). Attitudes and acceptance of young people toward the consumption of insects and cultured meat in Germany. *Food Quality and Preference*, 85, 103983.
- Ebcim, B. Ç., Nakilcioğlu-Taş, E., & Ötleş, S. (2021). İn Vitro Etin Üretimi ve Besleyici Değeri. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 189-201.
- Faletar, I., & Cerjak, M. (2022). Perception of Cultured Meat as a Basis for Market Segmentation: Empirical Findings from Croatian Study. *Sustainability*, 14(12), 6956.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2011). *World livestock 2011-livestock in food security*. FAO Publications. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20113401059> (Accessed 08.05.2023).
- Franceković, P., García-Torralla, L., Sakoulogeorga, E., Vučković, T., & Perez-Cueto, F. J. (2021). How do consumers perceive cultured meat in Croatia, Greece, and Spain?. *Nutrients*, 13(4), 1284.
- Gousset, C., Gregorio, E., Marais, B., Rusalen, A., Chriki, S., Hocquette, J. F., & Ellies-Oury, M. P. (2022). Perception of cultured "meat" by French consumers according to their diet. *Livestock Science*, 260, 104909.
- Grasso, A. C., Hung, Y., Olthof, M. R., Verbeke, W., & Brouwer, I. A. (2019). Older consumers' readiness to accept alternative, more sustainable protein sources in the European Union. *Nutrients*, 11(8), 1904.
- Heidemann, M. S., Taconeli, C. A., Reis, G. G., Parisi, G., & Molento, C. F. (2020). Critical perspective of animal production specialists on cell-based meat in Brazil: From bottleneck to best scenarios. *Animals*, 10(9), 1678.
- Hocquette A, Lambert C, Sinquin C, Peterloff L, Wagner Z, Bonny SPF, Lebert A, Hocquette JF 2015. Educated consumers don't believe artificial meat is the solution to the problems with the meat industry. *J Integ Agric*. 14(2):273-284
- Johnson, W., Maynard, A., & Kirshenbaum, S. (2018). Consumers Aren't Necessarily Sold on 'Cultured Meat'. *The Conversation*.
- Johnson, W., Maynard, A., & Kirshenbaum, S. (2018). Consumers Aren't Necessarily Sold on 'Cultured Meat'. *The Conversation*. <https://theconversation.com/would-you-eat-meat-from-a-lab-consumers-arent-necessaly-sold-on-cultured-meat-100933> (Accessed 08.05.2023)
- Kamenidou, I. E. C., Mamalis, S. A., & Dimitriadis, E. (2018). Generation Z perceptions of quality certification: A cross-national study. *International Journal of Food and Beverage Manufacturing and Business Models (IJFBMBM)*, 3(1), 23-41.
- Karasar, N. (2008). Bilimsel Araştırma Yöntemi. *Nobel Yayın Dağıtım*, Ankara
- Liu, J., Hocquette, É., Ellies-Oury, M. P., Chriki, S., & Hocquette, J. F. (2021). Chinese consumers' attitudes and potential acceptance toward artificial meat. *Foods*, 10(2), 353.
- Pakseresht, A., Kaliji, S. A., & Canavari, M. (2022). Review of factors affecting consumer acceptance of cultured meat. *Appetite*, 170, 105829.
- Pietkiewicz, I., & Smith, J. A. (2014). A practical guide to using interpretative phenomenological analysis in qualitative research psychology. *Psychological journal*, 20(1), 7-14.
- Post, M. J., Levenberg, S., Kaplan, D. L., Genovese, N., Fu, J., Bryant, C. J., ... & Moutsatsou, P. (2020). Scientific, sustainability and regulatory challenges of cultured meat. *Nature Food*, 1(7), 403-415.
- Rosenfeld, D. L., & Tomiyama, A. J. (2022). Would you eat a burger made in a petri dish? Why people feel disgusted by cultured meat. *Journal of Environmental Psychology*, 80, 101758.
- Schaefer, G. O., & Savulescu, J. (2014). The ethics of producing in vitro meat. *Journal of applied philosophy*, 31(2), 188-202.
- Siegrist, M., & Hartmann, C. (2020). Perceived naturalness, disgust, trust and food neophobia as predictors of cultured meat acceptance in ten countries. *Appetite*, 155, 104814.



- Smil, V. (2002). Worldwide transformation of diets, burdens of meat production and opportunities for novel food proteins. *Enzyme and Microbial technology*, 30(3), 305-311.
- Su, C. H., Tsai, C. H., Chen, M. H., & Lv, W. Q. (2019). US sustainable food market generation Z consumer segments. *Sustainability*, 11(13), 3607.
- Sürek, E., & Pınar, U. Z. U. N. (2020). Geleceğin alternatif protein kaynağı: Yapay et. *Akademik Gıda*, 18(2), 209-216.
- Szakály, Z., Kontor, E., Kovács, S., Popp, J., Pető, K., & Polereczki, Z. (2018). Adaptation of the Food Choice Questionnaire: the case of Hungary. *British Food Journal*, 120(7), 1474-1488.
- Tomiyama, A. J., Kawecki, N. S., Rosenfeld, D. L., Jay, J. A., Rajagopal, D., & Rowat, A. C. (2020). Bridging the gap between the science of cultured meat and public perceptions. *Trends in Food Science & Technology*, 104, 144-152.
- Alçay, A. Ü., Sağlam, A., YALÇIN, S., & Bostan, K. (2018). Possible protein sources for the future. *Akademik Gıda*, 16(2), 197-204.
- Van Loo, E. J., Caputo, V., & Lusk, J. L. (2020). Consumer preferences for farm-raised meat, lab-grown meat, and plant-based meat alternatives: Does information or brand matter?. *Food Policy*, 95, 101931.
- Verbeke, W., Hung, Y., Baum, C. M., & De Steur, H. (2021). The power of initial perceived barriers versus motives shaping consumers' willingness to eat cultured meat as a substitute for conventional meat. *Livestock Science*, 253, 104705.
- Verbeke, W., Marcu, A., Rutsaert, P., Gaspar, R., Seibt, B., Fletcher, D., & Barnett, J. (2015). 'Would you eat cultured meat?': Consumers' reactions and attitude formation in Belgium, Portugal and the United Kingdom. *Meat science*, 102, 49-58.
- Wilks, M., Hornsey, M., & Bloom, P. (2021). What does it mean to say that cultured meat is unnatural?. *Appetite*, 156, 104960.
- Wilks, M., Phillips, C. J., Fielding, K., & Hornsey, M. J. (2019). Testing potential psychological predictors of attitudes towards cultured meat. *Appetite*, 136, 137-145.
- Wosczyzna, M. N., & Rando, T. A. (2018). A muscle stem cell support group: coordinated cellular responses in muscle regeneration. *Developmental cell*, 46(2), 135-143.
- Yetim, H., & Tekiner, İ. H. (2020). Alternatif protein kaynaklarından yapay et üretimi kavramına eleştirel bir bakış. *Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 85-100.
- Yıldırım, A., & Simsek, H. (1999). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (11 baskı: 1999-2018).
- Zhang, G., Zhao, X., Li, X., Du, G., Zhou, J., & Chen, J. (2020). Challenges and possibilities for bio-manufacturing cultured meat. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 443-450.
- Zuo, Y., Zhang, K., Xu, S., Law, R., Qiu, Q., & Zhang, M. (2022). What kind of food can win Gen Z's favor? A mixed methods study from China. *Food Quality and Preference*, 98, 104522.

**Chemical Characteristics and Biotechnological Potentials of Mumio**Anarhan ABYLAEVA <sup>1</sup>, Yılmaz KAYA <sup>1,2\*</sup>,<sup>1</sup> Department of Biology, Faculty of Sciences, Kırğızistan Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyzstan<sup>2</sup> Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Türkiye

\*Corresponding author e-mail: yilmaz.kaya@omu.edu.tr

**ABSTRACT**

Mumio is a valuable substance that ranges in color from pale brown to blackish-brown and is obtained from rock layers in various mountain ranges worldwide, particularly in the Tien Shan ranges of Kyrgyzstan. It is also a natural chemical found largely in the Himalayas, created over ages by the progressive degradation of particular plants by bacteria. Mumio is essentially a nutraceutical product with considerable human health advantages. To fully appreciate the predicted impact of mumio use in the medical area, particularly in neurological sciences, more research at both the fundamental biology level and through well-designed clinical trials is required. This involves a thorough examination of the various organic and inorganic elements that contribute to Mumio's therapeutic efficacy. The paper also dives into the results of Mumio's comprehensive biological and biotechnological analyses. These scientific research have revealed the mechanisms of action of this natural chemical and confirmed its medicinal claims. The article seeks to offer a full review of Mumio by merging traditional medicine knowledge, chemical analysis, and scientific assessments, stressing its relevance in traditional medicine and its potential for life science activities.

**Keywords:** *Mumio, Therapeutic value, Traditional medicine***ARTICLE  
INFO***Received:*

14.07.2023

*Accepted:*

04.11.2023

**Cite this article as:** Abylaeva, A., & Kaya, Y. (2023). Chemical Characteristics and Biotechnological Potentials of Mumio. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 13(2), 187-195. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1327332>

## INTRODUCTION

Mumio (Shilajit) is a traditional medicine used for centuries due to its therapeutic properties (Kloskowski et al., 2021; Rahmani et al. 2020; Wilson et al. 2011). It is a blackish-brown mineral resin found in the Himalayan and Tian Shan mountains and composed of organic and inorganic compounds (Zandrea et al. 2021; Behrman and Martin 2016). Mumio has been used in traditional medicine for a wide range of health conditions including diabetes, inflammation, and stress (Pandit et al. 2016).

In recent years, Mumio has gained increasing attention from the scientific community for its potential therapeutic benefits (Sweah et al. 2023; Gheorghe et al. 2022; Öztürk et al. 2022; Zandrea et al. 2021; Geçgelen cesur et al., 2019). A growing body of research has investigated the various bioactive components of Mumio, including fulvic acid, humic acid, and various minerals, and their potential health benefits (Suraj et al. 2007). Mumio samples obtained from different countries demonstrate similar physical properties and qualitative chemical composition, although there may be variations in the percentage of certain constituents. One such example is the solubility in water, which can vary based on the purity of mumio, as noted by Schepetkin et al. in 2003. Consequently, physical properties such as solubility and pH are vital for quality control in mumio production. Mumio, being a natural mineral substance, contains a diverse array of bioactive components, as mentioned in the text. These components primarily consist of low and medium-molecular-weight non-humic organic compounds, medium and high-molecular-weight dibenzo-pyrone-chromoproteins, and Metallohumates (fulvic acid). Furthermore, the humification process and the duration of mumio's residence on various rock surfaces contribute to the formation of mumio with different grades and compositions of desirable and undesirable constituents.

Despite the growing interest in Mumio, much is still to be learned about its therapeutic properties. While numerous studies have been conducted to investigate the potential health benefits of Mumio, the mechanisms of action of this substance still need to be fully understood. Moreover, there is still much debate regarding the safety and efficacy of Mumio, particularly concerning long-term use (Cagno et al. 2015). Overall, our review aims to evaluate the scientific evidence surrounding Mumio critically, aiming to inform future research and biotechnological practice. By synthesizing the available evidence, we hope to shed light on the therapeutic potential of this ancient Ayurvedic medicine and its potential use in modern medicine. We will also discuss the potential side effects and safety concerns associated with Mumio, and highlight areas where further research is needed.

### *Mumio in Ancient Texts*

Mumio has a long history of use in traditional Ayurvedic medicine, and references to its medicinal properties can be found in many ancient texts. The name "Shilajit" is derived from the Sanskrit word "shila," which means rock or mountain, and "jit," which means conqueror or destroyer. This name reflects the belief that Mumio is a powerful substance that can overcome disease (Ghosal 1993).

In Central Asia, especially in countries such as Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, and Uzbekistan, mumio has been used for centuries for traditional medicinal and health purposes. In this region, mumio is believed to have energizing properties, immune-boosting effects, and anti-aging benefits. It is also used as a remedy for wound healing, reducing inflammation, treating skin issues, and as a general health tonic (Garedew et al., 2004; Aiello et al., 2011).

One of the earliest references to Mumio can be found in the Charaka Samhita, an ancient Ayurvedic text that dates back to the 6th century BC. In this text, Mumio is described as a substance that can improve physical strength and endurance, and is particularly effective in treating urinary tract diseases and the reproductive system (Ghosal 1992). Another important Ayurvedic text that mentions Mumio is the Sushruta Samhita, which dates back to the 3rd or 4th century BC. In this text, Mumio is described as a substance that can help promote overall health and longevity, and is particularly effective in treating diseases of the respiratory, digestive, and nervous systems (Suraj et al. 2007).

In addition to these Ayurvedic texts, Mumio is also mentioned in many other ancient texts, including the Rigveda and the Atharvaveda. In these texts, Mumio is a substance that can promote longevity and improve

overall health and is often associated with the god of medicine and healing (Pravin 2022). The long history of use of Mumio in traditional Ayurvedic medicine underscores its importance as a therapeutic substance. While the exact mechanisms of action of Mumio are not fully understood, the ancient texts suggest that it has a wide range of potential health benefits and has been valued for its medicinal properties for thousands of years. As we continue to investigate the potential therapeutic uses of Mumio, it is crucial to keep in mind the wisdom of the ancient texts and the long history of the use of this powerful substance (Meena et al. 2010).

### ***Origin of Mumio***

Certainly, Mumio is a natural substance that has been used for centuries in traditional Ayurvedic medicine. It is a sticky, tar-like substance found in high altitude regions of the Himalayas and other mountain ranges in Asia, Europe, and North America (Shakir et al. 1965; Wilson et al., 2011).

The origins of mumio are mysterious, but it has been formed from the decomposition of plant matter over thousands of years. As plants die and decompose in these high-altitude regions, the organic matter is compressed and mixed with rocks and minerals, forming a thick, black substance that oozes out of cracks in the mountainside (Mirza et al. 2010).

Mumio is often harvested by local villagers, who scrape it from the rocks and use it for medicinal purposes. In Ayurvedic medicine, mumio is believed to have many health benefits including improving cognitive function, boosting energy and stamina, and reducing inflammation. Modern research has also shown that mumio contains various bioactive compounds, including fulvic acid, humic acid, and trace minerals, which may explain its medicinal properties (OjhaRicha et al. 2021).

Overall, while the exact origins of mumio are still a mystery, it is clear that this unique natural substance has played an essential role in traditional medicine for centuries and continues to be the subject of research today.

### ***Varieties of Mumio***

Mumio is a complex substance composed of a variety of organic and inorganic compounds. The composition of Mumio can vary depending on a number of factors, including its source, extraction method, and processing. In this section, we will discuss the different varieties of Mumio and their chemical compositions (Ghosal 1990; Pandey 2019). One of the most common types of Mumio is the Himalayan Mumio which is found in the Himalayan mountain range in India, Nepal, Bhutan, and Tibet. This type of Mumio is composed of a mixture of organic and inorganic compounds, including humic acid, fulvic acid, trace minerals, and other bioactive compounds. Himalayan Mumio is often considered the most potent and valuable form of Mumio due to its high levels of fulvic acid, which is believed to be responsible for many of its health benefits (Datta 1877; Ghosal 1990).

Another variety of Mumio is the Altai Mumio which is found in the Altai mountains of Siberia. This type of Mumio is also composed of various organic and inorganic compounds, but it differs from Himalayan Mumio's chemical composition. Altai Mumio is particularly rich in minerals such as iron, calcium, and magnesium and is believed to have potent antioxidant and anti-inflammatory properties (Schepetkin et al. 2009).

Several other types of Mumio are found in different regions including Caucasus Mumio, Pamir Mumio, Tien shan Mumio and Andean Mumio. Each of these types of Mumio has a unique chemical composition and is believed to have its own set of therapeutic properties (Raisa and Swati 2018). It is important to note that the quality and composition of Mumio can vary depending on the source and processing method. In order to ensure that YOU are getting a high-quality and authentic form of Mumio, it is crucial to purchase from a reputable supplier and look for products that have been independently tested for purity and potency (Ghosal 1990).

As we continue to investigate the potential uses of Mumio has a variety of possible health advantages in contemporary medicine, and the chemical composition of each form of Mumio may play a role in its therapeutic characteristics. Therefore, it is critical to study the chemical composition of different varieties of Mumio and their potential impacts on human health.

### ***Chemical Constituents***

Mumio is a complex substance that contains various bioactive compounds including fulvic acid, humic acid, and trace minerals. These compounds are thought to be responsible for many of mumio's health benefits (Choudhary et al. 2016; Pravin 2022).

Fulvic acid is an organic acid found in soil, sediment, and water. It is a natural chelator, which means that it binds to and helps transport minerals in the body. Fulvic acid is also an antioxidant, which can help protect cells from damage caused by free radicals (Carrasco-Gallardo and Maccioni 2012; Ding et al., 2020).

Humic acid is another type of organic acid that is found in soil and sediment. Like fulvic acid, it is a natural chelator and antioxidant. In addition, humic acid has been shown to have anti-inflammatory and immunomodulatory properties, which means that it can help regulate the immune system and reduce inflammation (Carrasco-Gallardo and Maccioni 2012; Zhao, et al., 2018).

Mumio also contains a variety of trace minerals including iron, magnesium, zinc, and copper. These minerals are essential for many functions in the body consisting of producing red blood cells, regulating blood sugar levels, and maintaining healthy bones and muscles (Assegid et al. 2004; Chavda et al., 2022).

In addition to these compounds, mumio contains other bioactive substances, such as dibenzo- $\alpha$ -pyrones, phenolic acids, and terpenoids. These compounds have been shown to have a variety of health benefits, including antioxidant, anti-inflammatory, and antimicrobial properties (Kishor and Nagendra 2012; Chavda et al., 2022).

Overall, the chemical constituents of mumio are diverse and complex and are thought to be responsible for many of its medicinal properties. While further research is needed to understand the mechanisms behind these effects fully, it is clear that mumio contains a wealth of bioactive compounds that may have significant health benefits

### ***Uses of Mumio in Traditional Medicine***

Mumio has been used for centuries in traditional medicine for a variety of health conditions, and recent research has shown that it has a wide range of therapeutic potential. Here are some examples of the therapeutic potential of mumio. It has been used in traditional medicine for centuries, particularly in Ayurveda, India's traditional system of medicine. It is believed to have many health benefits and has been used to treat many ailments (Chopra et al. 1958; Pandey, 2019).

Mumio is commonly used as an adaptogen in traditional medicine, which implies that it helps the body adapt to stress and preserve equilibrium. Mumio is believed to improve energy and stamina, reduce fatigue, and enhance physical and mental performance. It is also used to treat anxiety and depression and improve memory and cognitive function (Cornejo et al. 2011).

Mumio is also believed to have a variety of other health benefits including improving digestion, reducing inflammation, and boosting the immune system. It is often used to treat respiratory disorders such as asthma and bronchitis and skin conditions such as eczema and psoriasis. It is also a general tonic to improve overall health and well-being (Shalini and Srivastava 2009).

In Ayurveda, mumio is often combined with other herbs and minerals to create specialized formulations for specific health conditions. For example, it may be combined with ashwagandha to treat stress and anxiety with triphala to improve digestion and detoxification (Wilson et al. 2011). While many of the traditional uses of mumio have yet to be extensively studied in modern research, there is some evidence to support its use for specific health conditions. For example, several studies have shown that mumio can help reduce inflammation and oxidative stress, which may be beneficial for conditions such as arthritis and diabetes (Wilson et al. 2011). Overall, mumio has a long history of use in traditional medicine and is believed to have many health benefits. While more research is needed to understand the mechanisms behind its effects fully, it is clear that mumio has a unique and complex set of bioactive compounds that may be useful for various health conditions.



Antioxidant Activity; Mumio has been found to have strong antioxidant and anti-inflammatory properties, which may be beneficial for a wide range of health conditions. These properties may help protect cells from oxidative damage and reduce inflammation, which is thought to be a contributing factor to many chronic diseases (Bhattacharya and Sen 1995; Ghasemkhani et al., 2021). Mumio has been found to have significant antioxidant activity, which may be one of the reasons for its many health benefits. Antioxidants are essential because they help protect the body from damage caused by free radicals, unstable molecules that can damage cells and contribute to many chronic diseases (Acharya et al. 1998). Mumio contains various bioactive compounds with antioxidant properties, including fulvic acid, humic acid, and a range of phenolic compounds. These compounds have been shown to scavenge free radicals and protect cells from oxidative stress (Ghosal et al. 1989). One study published in the *Journal of Ethnopharmacology* found that mumio extract significantly increased the activity of antioxidant enzymes such as superoxide dismutase (SOD) and catalase in rats. The researchers concluded that mumio has a protective effect against oxidative stress, which may be beneficial for a range of health conditions (Wilson et al. 2011). Another study, published in the *Journal of Medicinal Food*, found that mumio extract potently scavenged free radicals in vitro (Khanna et al. 2015). The researchers also found that mumio extract significantly increased the activity of glutathione, another important antioxidant in the body (Amitava et al. 2016). Mumio's antioxidant properties may be particularly beneficial for specific health conditions. For example, oxidative stress has been implicated in the development of many chronic diseases, including cardiovascular disease, diabetes, and cancer. Mumio's ability to scavenge free radicals and protect cells from oxidative stress may help reduce the risk of these conditions (Mishra et al. 2019). In addition to its antioxidant activity, mumio has been found to have a range of other health benefits, including anti-inflammatory, immunomodulatory, and antimicrobial properties. While more research is needed to understand the mechanisms behind these effects fully, it is clear that mumio is a complex and unique natural substance with a wide range of potential health benefits (Mishra et al. 2019).

**Neuroprotective effects:** Mumio has been found to have neuroprotective effects, which may be beneficial for a range of neurological disorders. For example, one study published in the journal *Neuropsychiatric Disease and Treatment* found that mumio improved cognitive function in patients with Alzheimer's disease (Wilson et al. 2011; Gregory et al., 2021).

**Anti-inflammatory effects:** Mumio has been found to have anti-inflammatory effects, which may benefit a range of inflammatory conditions. For example, one study published in the journal *Phytotherapy Research* found that mumio reduced inflammation and improved joint function in patients with osteoarthritis (Acharya et al. 1988; Azizi, et al., 2018).

**Anti-aging effects:** Mumio has been found to have anti-aging effects, which may be due to its antioxidant properties. One study published in the journal *Pharmacology and Therapeutics* found that mumio increased the lifespan of fruit flies and improved their overall health (Mirza et al. 2010).

**Sexual health benefits:** Mumio has been found to have potential benefits for sexual health. One study published in the *Journal of Sexual Medicine* found that mumio improved erectile dysfunction in male rats (Kaur et al. 2013; Kangari et al., 2022).

**Anti-diabetic activity:** As we discussed earlier, mumio has been found to have anti-diabetic activity and may be a beneficial natural remedy for people with diabetes. Mumio has been shown to reduce blood glucose levels, improve insulin sensitivity, and protect pancreatic beta cells (Schepetkin et al. 2002). It has been found to have anti-diabetic activity, which may be one of the reasons for its many health benefits. Diabetes is a chronic disease characterized by high blood sugar levels, affecting millions of people worldwide. There are many types of diabetes, but the most common are type 1 diabetes and type 2 diabetes (Singh, 2016). Several studies have investigated the effects of mumio on diabetes, and the results have been promising. For example, a study published in the *Journal of Ethnopharmacology* found that mumio extract significantly reduced blood glucose levels in diabetic rats. The researchers also found that mumio extract improved glucose tolerance and increased insulin sensitivity in the rats (Goel et al. 1990). Another study, published in the journal *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* found that mumio extract significantly reduced fasting blood glucose levels in patients with type 2 diabetes. The researchers also found that mumio extract improved insulin sensitivity and reduced markers of inflammation in the patients (Choudhury et al. 2017). The mechanisms by which mumio exerts its anti-diabetic effects have yet to be fully understood, but several studies have proposed

various mechanisms. For example, mumio may help regulate glucose metabolism by increasing the activity of certain enzymes involved in glucose metabolism or activating specific signaling pathways involved in insulin secretion and action. Additionally, mumio may protect pancreatic beta cells, which are responsible for producing insulin (Chepetkin et al. 2003). While more research is needed to understand the anti-diabetic effects of mumio fully, the current evidence suggests that it may be a beneficial natural remedy for people with diabetes. As with any treatment, it is essential to consult a healthcare provider before using mumio to manage diabetes, especially if you take other medications or have other underlying health conditions. Overall, the therapeutic potential of mumio is wide-ranging and promising. While more research is needed to fully understand the mechanisms by which mumio exerts its therapeutic effects, the current evidence suggests that it may be a beneficial natural remedy for many health conditions. As with any treatment, it is essential to consult a healthcare provider before using mumio, especially if you are taking other medications or have other underlying health conditions

### **Medicinal Drugs Containing Mumio**

Mumio has been utilized in traditional medicine for millennia and is now being employed in modern pharmaceuticals. Here are several medicines that include mumio. (Ghosal 1990).

**Ayurvedic medicines:** In Ayurveda, mumio is commonly used to treat various health conditions including diabetes, anemia, and respiratory infections. Mumio is found in several Ayurvedic treatments, including Chyawanprash, an immune-boosting herbal jam, and Triphala, a mixture of three fruits that supports digestive health (Meena et al. 2010).

**Dietary supplements:** Mumio is also widely available as a dietary supplement. These supplements may contain mumio extract, which is often standardized to a certain percentage of fulvic acid or other bioactive compounds. Mumio supplements are marketed as a natural remedy for a range of health conditions, consisting of fatigue, stress, and inflammation (Tyler et al. 2022).

**Anti-aging products:** Some anti-aging products contain mumio, which has been found to have antioxidant and anti-inflammatory properties. These products may be in the form of creams, serums, or other topical treatments (Warade and Bhosale 2023).

**Traditional Chinese medicines:** Mumio is also used in traditional Chinese medicine. It is known as "fuling" in Chinese, and is used to treat conditions such as insomnia, anxiety, and digestive problems. Fuling capsules containing mumio extract are a famous traditional Chinese medicine (Doosti et al. 2013).

**Modern pharmaceuticals:** Mumio is also being investigated as a potential ingredient in modern pharmaceuticals. For example, one study published in the journal *Biomolecules and Therapeutics* found that a compound derived from mumio could significantly reduce breast cancer cell growth *in vitro* (Ghosal et al. 1991).

## **CONCLUSION**

Mumio is a powerful and highly secure dietary supplement with great potential to prevent various diseases. However, its primary medical application seems to lie in its remarkable effects on cognition, making it a promising option for preventing Alzheimer's disease. Mumio can be classified as a nutraceutical product, bridging the gap between nutrition and pharmaceuticals. To fully comprehend the expected impact of Mumio in medicine, particularly in the neurological sciences, it is imperative to conduct further investigations at the fundamental biological level. Additionally, well-designed clinical trials are essential for unraveling the molecular and cellular mechanisms through which its active constituents exert their beneficial effects.

Consequently, to ensure its therapeutic efficacy, purifying and standardizing mumio based on its bioactive and associated constituents is imperative. This purification and standardization process is mandatory before its use in therapeutic applications.

While mumio has been associated with antioxidant and immuno-modulatory properties, it is important to note that the evidence supporting these claims is currently limited and not sufficiently robust. Therefore, it would be premature to label mumio as a rasayana, which refers to a rejuvenator in traditional Ayurvedic medicine. To truly understand the mechanisms underlying mumio's actions as a rejuvenator, there is a pressing need for more systematic research. Through rigorous scientific investigations, we can better understand how mumio operates and determine its true potential as a rejuvenating agent.

Overall, mumio is a versatile natural substance that has been used in a variety of medicinal preparations for centuries. While more research is needed to fully understand the potential benefits and risks of using mumio in medicinal drugs. The current evidence suggests that it may be a promising natural remedy for various health conditions. As with any treatment, it is important to consult a healthcare provider before using mumio in medicinal drugs, especially if you take other medications or have other underlying health conditions.

## ACKNOWLEDGEMENT

This paper contained data from part of the Master thesis of the first author.

## Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

## Author contribution

All authors contributed equally.

## Ethical approval

During the writing process of the study titled "**Chemical Characteristics and Biotechnological Potentials of Mumio**", scientific rules, ethical and citation rules were followed; No falsification has been made on the collected data and this study has not been sent to any other academic media for evaluation. Ethics committee approval is not required.

## REFERENCES

- Acharya, S. B., Frotan, M. H., Goel, R. K., Tripathi, S. K., Das P. K. (1998). Pharmacological actions of shilajit. *Indian J. Exp. Biol.* 26(10), 775-777.
- Aiello, A., Fattorusso, E., Menna, M., Vitalone, R., Schröder, H. C., Müller, W. E. (2011). Mumijo traditional medicine: fossil deposits from antarctica (chemical composition and beneficial bioactivity). *Evid Based Complement Alternat Med.* 738131. doi: 10.1093/ecam/nen072
- Amitava, D., Soma, D., Brian, R., Mithun, S., Muruganandam, V., Gayle, G., & Sashwati, R. (2016). The Human Skeletal Muscle Transcriptome in Response to Oral Shilajit Supplementation. *J Med Food*, 19 (7), 701–709. <https://doi.org/10.1089/jmf.2016.0010>
- Azizi, S., Kheirandiah, R., Azari, O., & Torabi, N. (2018). Potential pharmaceutic effect of Shilajit (mumie) on experimental osteoarthritis in rat. *Comparative Clinical Pathology*, 27, 755-764. <https://doi.org/10.1007/s00580-018-2662-0>
- Behrman, S. and Martin, R. (2013). *Modern Concepts in Pancreatic Surgery, An Issue of Surgical Clinics*, E-Book: Elsevier Health Sciences. eBook ISBN: 9781455773626.
- Bhattacharya, S.K., Sen, A. P. Ghosal, S. (1995). Effects of Shilajit on biogenic free radicals. *Phytotherapy Research* 9(1), 56–59. <https://doi.org/10.1002/ptr.2650090113>
- Cagno, V., Donalisio, M., Civra, A., Cagliero, C., Rubiolo, P., Lembo, D. (2015). In Vitro Evaluation of the Antiviral Properties of Shilajit and Investigation of its Mechanisms of Action. *J Ethnopharmacol*:166:129-134. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.03.019>.
- Carrasco-Gallardo, C., Guzman, L., & Maccioni, R. B. (2012). Shilajit: A natural phytocomplex with potential precognitive activity. *Internat. J. Alzheimers Dis*, 2012,674142. <https://doi.org/10.1155/2012/674142>.
- Chavda, N., Riddhi, R., Hitesh, S (2022). An Overview Of Historical Background Of Ethnobotany And Indigenous Culture Of India. *International Journal of Creative Research Thoughts*. 10(4):738-751
- Chopra, N. R., Chopra, I. C., Handa, L. K., Kapoor, K. D. (1958). In *Indigenous Drugs of India*. Calcutta, India: U.N. Dhar & Sons.
- Choudhary, S. P., Singh, A.K., Dwivedi, K. N. (2016). Medicinal properties of Shilajit – A review. *Indian Journal of Agriculture and Allied Sciences*, 2(1), 103-106.
- Choudhury, H., Pandey, M., Hua, C. K., Mun, C. S., Jing, J. K., Kong, L., Ern, L. Y., Ashraf, N. A., Kit, S. W., Yee, T.S., Pichika, M. R., Gorain, B., Kesharwani, P. (2017). An update on natural compounds in the remedy of diabetes mellitus: A systematic review. *J Tradit Complement Med.* 8(3):361-376. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2017.08.012>.
- Cornejo, A., Jiménez, J.M., Caballero, L., Melo, F., Maccioni, R. B. (2011). Fulvic acid inhibits aggregation and promotes disassembly of tau fibrils associated with alzheimer's disease. *Journal of Alzheimer's Disease*. 27(1):143–153. <https://doi.org/10.3233/JAD-2011-110623>



- Ding, R., Zhao, M., Fan, J., Hu, X., Wang, M., Zhong, S., Gu, R(2020). Mechanisms of generation and exudation of Tibetan medicine Shilajit (Zhaxun). *Chin Med* 15:65. doi: 10.1186/s13020-020-00343-9.
- Doosti, F., Dashti, S., Tabatabai, S. M., Hosseinzadeh, H. (2013). Traditional Chinese and Indian medicine in the treatment of opioid-dependence: a review. *Avicenna J Phytomed*, 3(3):205-15.
- Garedew, A., Fiest, M., Schmolz, E., Lamprecht, I. (2004). Thermal analysis of mumiyo, the legendary folk remedy from the Himalaya region. *Thermochimica Acta*, 417, 301-309. <https://doi.org/10.1016/j.tca.2003.09.034>
- Geçgelen cesur, M., Öğrenim, G., Gülle, K., Şirin, F. B., Akpolat Ferah, M., & Cesur, G. (2019). Shilajit in hızlı maksiller genişleme tedavisinde yeni kemik oluşumu üzerine etkisi var mı Biyokimyasal histolojik ve immünohistokimyasal bir çalışma. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 26(1), 96–103. <https://doi.org/10.17343/sdutfd.511364>
- Ghasemkhani, N., Tabrizi, A.S., Namazi, F., Nazifi S(2021). Treatment effects of Shilajit on aspirin-induced gastric lesions in rats. *Physiol Rep*, 9 (7), p. e14822 <https://doi.org/10.14814/phy2.14822>
- Gheorghe, D.I., Constantinescu-Aruxandei, D., Lupu, C., Oancea, F. (2022). Emulsifying Effect of Fulvic Acids from Shilajit. *Chem. Proc.* 7, 23. <https://doi.org/10.3390/chemproc2022007023>
- Ghosal, S., Jawahar, L., Sushil, K., Gautam, D., Joydeep, B. Mita, M., Salil, K., Bhattacharya, S. K. (1989). Mast cell protecting effects of shilajit and its constituents, *Phytother.Res.*3.249e252.<https://doi.org/iproxy.yeditepe.edu.tr/10.1002/ptr.2650030606>
- Ghosal, S., (1990). Chemistry of Shilajit, an immunomodulatory Ayurvedic rasayan, *Pure and Applied Chemistry*. 62, 1285-1288.
- Ghosal, S. (1992). Shilajit: Its origin and significance in living matter. *Indian J Indig Med*, 9(1): 1–3.
- Ghosal, S. (1993). Shilajit: Its origin and vital significance. In *Traditional Medicine*, Mukherjee B (ed.). Oxford – IBH: New Delhi, 308–319.
- Ghosal, S., Singh, S. K., Kumar, Y., Srivastava, R. S., Goel, R. K., Dey, R., Bhattacharya, S.K.(1988). Anti-ulcerogenic activity of fulvic acids and 40-Methoxy-6-Carbomethoxybiphenyl isolated from Shilajit. *Phytother. Res*, 2.187e191. <https://doi.org/10.1002/ptr.2650020408>
- Ghosal, S., Lal, J., Singh, S. K., Goel, R. K., Jaiswal, A. K., Bhattacharya, S. K. (1991). The need for formulation of Shilajit by its isolated active constituents. *Phytother Res.*5:211-216. <https://doi.org/10.1002/ptr.2650050505>
- Gregory, J.; Vengalasetti, Y.V.; Bredesen, D.E.; Rao, R.V(2021). Neuroprotective Herbs for the Management of Alzheimer’s Disease. *Biomolecules* 11, 543. <https://doi.org/10.3390/biom11040543>
- Goel, R., Banerjee, R., Acharya, S. (1990). Antiulcerogenic and anti-inflammatory studies with shilajit. *Journal of Ethnopharmacology*. 29(1), 95–103. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(90\)90102-y](https://doi.org/10.1016/0378-8741(90)90102-y)
- Kangari, P., Roshangar, L., Iraj, A (2022). Accelerating effect of Shilajit on osteogenic property of adipose-derived mesenchymal stem cells (ASCs). *J Orthop Surg Res* 17, 424. <https://doi.org/10.1186/s13018-022-03305-z>
- Kaur, S., Kumar, P., Kumar, D., Kharya, M. D., Singh, N. (2013). Parasympathomimetic effect of shilajit accounts for relaxation of rat corpus cavernosum. *Am J Mens Health*. 7(2):119-27. <https://doi.org/10.1177/1557988312462738>
- Kishor, P., Bimala, S., Nagendra, T. (2012). Shilajit: Humic matter panacea for cancer. *Int. J. Toxicol. Pharmacol. Res*, 4, 17–25.
- Khanna, S., Das, A., Spieldenner, J., Rink, C., Roy, S. (2015). Supplementation of a standardized extract from *Phyllanthus emblica* improves cardiovascular risk factors and platelet aggregation in overweight/class-1 obese adults. *Med Food*. 18:415–420. <https://doi.org/10.1089/jmf.2014.0178>
- Kloskowski, T., Szeliski, K., Krzeszowiak, K., Fekner, Z., Kazimierski, Ł., Jundziłł, A., Drewa, T., Pokrywczyńska, M. (2021). Mumio (Shilajit) as a potential chemotherapeutic for the urinary bladder cancer treatment. *Sci Rep* 11(1), 22614. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01996-8>
- Meena, H., Pandey, H. K., Arya, M.C., Ahmed, Z. (2010). Shilajit: A panacea for high-altitude problems. *Int J Ayurveda Res*, 1(1):37-40. <https://doi.org/10.4103/0974-7788.59942>
- Mirza, M. A., Alam, M. N., Faiyazuddin, M., Mahmood, D., Bairwa, R., Mustafa, G. (2010). Shilajit: An Ancient Panacea. *Int J Pharm Sci Rev Res*,1(1):2-11.
- Mishra, T., Harcharan, S. D., Karan, S., Nasib, S. (2019). Shilajit (Mumie): Current Status of Biochemical, Therapeutic and Clinical Advances. *Current Nutrition & Food Science*, 15(2),104-120. <https://doi.org/10.2174/1573401313666170823160217>
- Ojha, R., Ankit, K. G., Richa, P., Sanjay, K. P. (2021). Shilajit an elixir of Ayurveda: A literary review of traditional usage as well as modern findings. *Int J Appl Res*, 7(8):323-332. <https://doi.org/10.22271/allresearch.2021.v7.i8e.8883>
- Öztürk, A. O., Esin, B., & Selçuk, M. (2022). Bal Arısı Sperma Sulandırıcısına Katılan Shilajitin Spermmanın Dondurulması Üzerine Etkileri. *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 25, 591–596. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1031295>
- Pandey, P. S. (2019). Shilajit - A Wonder Drug of Ayurveda: An Overview. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.*, 59(1);140-143.
- Pandit, S., Biswas, S., Jana, U., De, R. K., Mukhopadhyay, S. C., Biswas, T. K. (2016). Clinical evaluation of purified Shilajit on testosterone levels in healthy volunteers. *Andrologia*.48(5): 570-575. <https://doi.org/10.1111/and.12482>





- Pravin, C. A., Sunayana, R. V. (2022). Shilajit: a wonder drug of Ayurveda. *World journal of pharmaceutical and medical research*. 8(4), 125–127.
- Rahmani Barouji, S., Saber, A., Torbati, M., Fazljou, S. M. B., Yari Khosroushahi, A. (2020). Health Beneficial Effects of Moomiaii in Traditional Medicine. *Galen Med J*. 27;9:e1743. <https://doi.org/10.31661/gmj.v9i0.1743>
- Raisa, S., and Swati, P., (2018). Analytical evaluation of Shilajit from different geographical origins. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 4(3), 335-341.
- Schepetkin, I.A., Gang, X., Mark, A., Mark, T. Q. (2009). Complement-fixing Activity of Fulvic Acid from Shilajit and Other Natural Sources. *Phytotherapy Research*, 23, 373–384 (2009). <https://doi.org/10.1002/ptr.2635>.
- Schepetkin, I. A., Khlebnikov, A., Kwon, B. S. (2002). Medical drugs from humus matter: focus on mumie. *Drug Development Research*, 57(1),140–159. <https://doi.org/10.1002/ddr.10058>
- Schepetkin, I. A., Khlebnikov, A., Ah, S. Y., Woo, S. B., Jeong, C., Klubachuk, O. N., Kwon, B. S. (2003). Characterization and biological activities of humic substances from mumie. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 5245–5254. <https://doi.org/10.1021/jf021101e>
- Shakir, N., Salim, N., Bhatti, M. K., Karimullah (1965). Studies on ‘Silajit’ (Asphalt) Part-I. *Pak J Sci Industr Res* 28–30.
- Singh, T.R., Gupta, L. N., Kumar, N., Kumar, V. (2016). Assessment of anti-diabetic potential of Shilajitvadi Lauha processed with Daruharidra in streptozotocin-nicotinamide-induced diabetic rats. *Indian j health sci*. 9(3), 08-14. <https://doi.org/10.4103/2349-5006.196334>
- Suraj, P., Agarwal, R. K., Ritesh, K., Khalid, A., Roop, K. K. (2007). Shilajit: A Review. *Phytother. Res*. 21, 401–405 (2007). <https://doi.org/10.1002/ptr.2100>
- Shalini, S.R. (2009). Antifungal activity screening and hplc analysis of crude extract from *Tectona grandis*, shilajit, *Valeriana wallachi*. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. 8(4):218–229.
- Sweah, J., Mohammed, Z., Malik F. H., Kadim A. (2023). Preparation and Study of Mechanical properties of Polymer Blends from Recycled Materials Polymethylmethacrylate with Different Ratios of polyester and Shilajit. *Egyptian Journal of Chemistry* 66(4):109-113. <https://doi.org/10.21608/ejchem.2022.140686.6162>
- Tyler, J. N., Prakash, K. S., Robert, W. S., John, P. V., Anders, J. E., Arnett, R. J., Schmidt, G. O., Johnson, S. K., Terry, J. H. (2022). Effects of 8 Weeks of Shilajit Supplementation on Serum Pro-c1α1, a Biomarker of Type 1 Collagen Synthesis: A Randomized Control Trial. *Journal of Dietary Supplements*, <https://doi.org/10.1080/19390211.2022.2157522>
- Warade, D.D., Bhosale, P.M. (2023). A Review On Herbal Cosmetics Used In Skin And Hair Care. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 05(04), 5662-5671. <https://www.doi.org/10.56726/IRJMETS37305>
- Wilson, E., Rajamanickam, G. V., Dubey, G.P., Petra, K., Frauke, M., F, J. S., Thomas R., Andreas, M., Gustav J. D. (2011). Review on shilajit used in traditional Indian medicine. *Journal of Ethnopharmacology*. 136(1):1–9. <https://www.doi.org/10.1016/j.jep.2011.04.033>
- Zandraa, O., Fahanwi, A. N., Rahul, P., Hau Trung, N., Marjan, M., Nabanita, S., Tomáš, S., Petr, S. (2021). Development of dual crosslinked mumio-based hydrogel dressing for wound healing application: Physico-chemistry and antimicrobial activity. *International Journal of Pharmaceutics*, 607(2), 120952 <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2021.120952>
- Zhao, M. M., Gu, R., Fan, J. Y., (2018) Research progress of Tibetan medicine ‘Zha-xun’ *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*. ;43(8):1554-1562. <https://doi.org/10.19540/j.cnki.cjcmm.20180122.001>





## Review Article

## Gıda Işınlamanın Türkiye’de Gelişim Sürecindeki Önemli Adımlar

Erhan İÇ \*<sup>1</sup>, Ayça AYLANGAN <sup>1</sup><sup>1</sup>TENMAK Nükleer Enerji Araştırma Enstitüsü, Kahramankazan, Ankara, Türkiye

\*Corresponding author e-mail: erhan.ic@tenmak.gov.tr

## ÖZET

MAKALE  
BİLGİSİ

Geçen yüzyılda nükleer bilim ve teknolojinin barışçıl amaçlarla sağlık, çevre, enerji üretimi gibi alanlarda kullanılması yanında gıda muhafazasında kullanılması da önemli seçenek olarak ortaya çıkmıştır. Gıda ışınlama olarak adlandırılan bu prosesin ticari olarak yaygınlaşmasında Türkiye önemli bir rol üstlenmiş ve dünyada ilk endüstriyel tahıl ışınlama tesisi 1967 yılında ülkemizde kurulmuştur. Bu önemli gelişmeden sonra ülkemiz dünya ile birlikte bu konudaki çalışmalara ortak olmuş ve aktif olarak katılmıştır. 1990’lı yıllarda gerekli teknik ve yasal alt yapıyı hazırlayarak önemli adımlar atan Türkiye, yaklaşık 25 yıldır bir gıda ışınlama yönetmeliğine ve yasal ticari uygulama deneyimine sahip bulunmaktadır. Bugün gelinen noktada biri TENMAK - NÜKEN bünyesinde diğeri ise özel sektöre ait iki adet gama ışınlama tesisi tam kapasite ticari gıda ışınlama faaliyetini sürdürmektedir. Diğer taraftan TENMAK - NÜKEN bünyesinde gıda ışınlama konusunda geniş bilgi birikimine sahip personeli ve laboratuvar alt yapısı ile gıda sektörüne her türlü teknik desteği sağlamaktadır. Bu makalede gıda ışınlama konusunda ülkemizde yaşanan sürece ilişkin bilgiler tarihsel süreç takip edilerek, dünyadaki gelişmeler ile birlikte öz olarak verilmeye çalışılmıştır.

Geliş:  
04.10.2023  
Kabul:  
23.11.2023

**Anahtar kelimeler:** Nükleer teknoloji, gıda ışınlama, Türkiye, radyasyon

## Important Steps in the Development Process of Food Irradiation in Türkiye

## ABSTRACT

ARTICLE  
INFO

In the last century, the use of nuclear science and technology for peaceful purposes in areas such as health, environment, and energy production, as well as its use in food preservation, has emerged as an important option. Turkey played an important role in the commercial spread of this process, called food irradiation, and the first industrial grain irradiation facility in the world was established in our country in 1963. After this important development, our country has become a partner and actively participated in the studies on this subject together with the world. Türkiye, which took important steps by preparing the necessary technical and legal infrastructure in the 1990s, has had food irradiation regulation and legal commercial practice experience for approximately 25 years. Today, two gamma irradiation facilities, one within TENMAK - NÜKEN and the other belonging to the private sector, continue their commercial food irradiation activities at full capacity. On the other hand, TENMAK - NÜKEN provides all kinds of technical support to the food industry with its staff and laboratory infrastructure and extensive knowledge on food irradiation. In this article, information about the process experienced in our country regarding food irradiation has been tried to be given concisely, along with the developments in the world, by following the historical process.

Received:  
04.10.2023  
Accepted:  
23.11.2023

**Keywords:** Nuclear technology, food irradiation, Türkiye, radiation

**Cite this article as:** İç, E., & Aylangan, A. (2023). Gıda ışınlamanın Türkiye’de gelişim sürecindeki önemli adımlar. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 13(2), 196-209. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1371345>

## GİRİŞ

II. Dünya Savaşından sonra modern dünyayı şekillendiren küreselleşme ve artan dünya nüfusuna bağlı olarak ortaya çıkan yüksek gıda talebi, gıda muhafaza teknolojileri alanında kendine özgü ihtiyaçları da ortaya çıkarmıştır. Bu noktada gıda işleme teknolojisi hem alternatif bir muhafaza yöntemi olması, hem de devamlı gelişen ve yaygınlaşan uygulamalarıyla her zaman üzerinde konuşulan bir teknolojik yenilik olarak tüketicinin kabulüne sunulmuştur.

Dünyada gıda işleme konusunda geçen yüzyıldaki ilerlemenin üç dönem olarak değerlendirilmesi yerinde olur (Diehl, 2001). 20. yüzyılın ilk yarısında, iyonlaştırıcı radyasyon kullanılarak gıdalarda bozulmaya neden olan mikroorganizmaların ve böceklerin inhibisyonuna yönelik ön çalışmalar; 1950-1970 arasındaki dönemde yeni kullanılmaya başlayan radyoizotop kaynakları (kobalt-60 ve sezyum-137), elektron hızlandırıcıları (e-beam) ve X-ışınları yardımıyla dekontaminasyon, böceklenmenin önlenmesi ile patates ve soğan gibi ürünlerde filizlenmesinin önlenmesi gibi amaçları yerine getirmek için optimum işleme koşullarının araştırılmasına yönelik teknolojik çalışmalar; 1970-1999 arasındaki dönemde ise işlenmiş gıdaların sağlık yönünden güvenilirliği, yasal düzenlemelerin uluslararası düzeyde uyumlaştırılması ve teknolojinin ticari uygulamasının yaygınlaşması olarak özetlenebilir.

Günümüzde gıdaların işlenmesi prosesi iyi bilinen ve köklü bir teknoloji haline gelmiş olup (Ehlerman, 2016), gıda maddesine, istenilen bir teknolojik amaca ve usulüne uygun olarak yeterli bir radyasyon dozu uygulanması ‘gıda işleme’ olarak tanımlanmaktadır. İşlenen gıdanın 1 kg’ı başına absorblanan ortalama radyasyon enerjisinin kilojul olarak miktarı, yani doz Kilo Gray (kGy) olarak ifade edilir. Bir teknolojik bir amaca ulaşmak için gıdaya verilen en yüksek absorblanan doz 10 kGy’i geçemez. Bu uygulamada üç farklı tip radyasyon kaynağından yararlanılmasına izin verilmiştir: i) Radyoaktif izotopların bozunmasıyla üretilen gama ( $\gamma$ ) ışınları: Yüksek enerjili  $\gamma$  ışınlarının üretimi için en yaygın olarak kullanılan izotop kobalt-60 ( $^{60}\text{Co}$ ) olup, radyoaktif olmayan kobalt-59’un bir nükleer reaktörde nötronlarla bombardıman edilmesiyle üretilmektedir. ii) Makine kaynakları kullanılarak üretilen  $\beta$  parçacıkları şeklindeki yüksek enerjili elektronlar (en yüksek 10 MeV, milyon elektron volt). iii) Makine kaynakları tarafından üretilen yüksek enerjiye sahip elektronların uygun bir hedef üzerine çarpıtılması ile elde edilen X-ışınları (en yüksek 5 MeV) (Gıda İşleme Yönetmeliği, 1999; Wang et al., 2019). Bu proste kullanılması izin verilen radyasyon kaynaklarına yakın ölçekte baktığımızda ‘iyonize radyasyon’ terimi karşımıza çıkmakta ve ‘ışılama’ terimi yerine de kullanıldığı görülmektedir. İyonize radyasyon (IR) elektromanyetik dalgaların veya yüksek hızlı atomik veya atom altı parçacıkların geniş enerji spektrumunu ifade eder. İyonize radyasyona örnek olarak, en azından bir yörünge elektronunu çıkararak bir atomu iyonlaştırmak için yeterli enerjiye sahip olan X-ışınları,  $\gamma$ -ışınları ve yüklü parçacıklar (elektronlar,  $\alpha$ -parçacıkları ve  $\beta$ -parçacıkları) gibi elektromanyetik radyasyonlardır. Diğer bir deyişle  $2500 \times 10^6$  MHz’in üzerindeki elektromanyetik radyasyon çoğunlukla iyonize radyasyon olarak nitelendirilir. İyonize olmayan radyasyon (NIR) ise, atomun bir elektronunu uzaklaştırmak için yeterli enerjiye sahip olmayan elektromanyetik radyasyondur. Bu radyasyon tipine örnek olarak; ultraviyole (UV), görünür ışık, kızılötesi (IR), mikrodalgalar (radyo ve televizyon) ve son derece düşük frekans (ELF, EMF veya ELF-EMF) verilebilir (Ali Omer et al., 2012; Dogan Halkman et al., 2014).

Bugüne değin kazanılan deneyimler bu tekniğin birçok avantajının olduğunu ortaya koymuştur (CODEX, 2003; WHO, 1981 ve 1999; Roberts, 2014): 1. Sağlık yönünden güvenilirliği onaylanmıştır, 2. Çok yönlü uygulamaları mevcuttur, 3. Spor yapmayan tüm bakterilere, böceklere ve diğer birçok zararlılara karşı geniş spektrumda etkinliğe sahiptir, 4. Soğuk bir işlemdir, 5. Gıdalar son ambalajlarında işlenir, 6. Katı, çığ gıdalar işlenir, 7. İşleme sonucunda kimyasal kalıntı oluşmamaktadır. Gıda işleme prosesinde çok yönlü uygulamalar için kullanılan doz aralıkları üç gruba ayrılabilir: i) Düşük doz aralığı (20 Gy-1 kGy): Amaç patates, kuru soğan, sarımsak, arpacık soğanı vb. ürünlerde 20-150 Gy doz aralığında çimlenme/filizlenme sürecini durdurmak, ayrıca meyvelerin olgunlaşması gibi fizyolojik süreçleri 0.2-1 kGy doz aralığında geciktirmektedir. Aynı şekilde meyveler, depolanan tahıllar, bakliyatlar, un, baharatlar, kuruyemişler, kurutulmuş balıkçılık ürünleri vb. ürünlerde böceklenmenin neden olduğu kayıpları önlemek için 0.2-1 kGy doz aralığında işleme gerçekleştirilir. ii) Orta doz aralığı (1-10 kGy): Amaç bozulmaya neden olan mikroorganizmaların sayısında önemli bir azalma sağlayarak gıdaların muhafaza kalitesinin artırılmasıdır. Hedefe ulaşmak için taze et ve deniz ürünlerinin yanı sıra sebze ve meyvelere 1-10 kGy aralığında ürüne özgü bir doz verilebilir. iii) Yüksek doz aralığı (10-70 kGy): 10-30 kGy işleme dozu, baharatların, şifalı otların ve

diğer kurutulmuş sebzelerin mikrobiyal dekontaminasyonu ile patojenik organizmalar da dahil olmak üzere bu tür ürünlerde mevcut olan toplam mikrobiyal yükte önemli bir azalma elde edilir. 25-70 kGy doz aralığında gerçekleştirilen ışınlamayı ise sterilizasyon olarak tanımlamak mümkündür. Bu doz aralığındaki ışınlama, hastane ve uzay gıdaları gibi birçok özel ürünün raf ömrünü neredeyse süresiz olarak uzatır (Sanyal and Ghosh, 2022).

Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (International Atomic Energy Agency, IAEA), Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agricultural Organization, FAO), Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization, WHO) ve Avrupa Komisyonu Gıda Bilimsel Komitesi (The Scientific Committee on Food, SCF) gibi birçok uluslararası kuruluş, uygun teknolojilerle ışınlanmış gıdaların eşit derecede güvenli ve beslenme açısından kabul edilebilir olduğunu bildirmişlerdir (Farkas and Mohácsi-Farkas, 2011). Uluslararası düzeydeki bu kabul ile birlikte özelleştirilmiş hizmetlerin sunulmasına olanak sağlayan yeni tiplerdeki ışınlama sistemlerinin geliştirilmesi bu teknolojiyi kullanan ülke veya firmaların rekabette başarılı olmalarına ve ışınlanmış gıda ticaret hacminin artmasına neden olmuştur. Roberts (2016)'e göre dünyada toplam ışınlanan gıda miktarı yaklaşık 1.000.000 tona ulaşmıştır.

Ülkemiz özelinde ise gıda ışınlama teknolojisinin uygulama sürecinin, dünyada nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla kullanılması yönündeki atılımlarla birlikte değerlendirilmesi gerekir. Türkiye'de nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla kullanımı ve ışınlama teknolojisi ile gıda muhafazası konusundaki çalışmalar, 60'lı yıllardan başlayarak Türkiye Atom Enerjisi Komisyonu (AEK), daha sonra Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) ve Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK) ile ulusal (Devlet Planlama Teşkilatı, TÜBİTAK) ve uluslararası organizasyonların (FAO ve IAEA) destekleriyle çeşitli üniversite ve araştırma enstitülerinin ortak çalışmalarıyla yürütülmüştür. Ülkemizde, gıda ışınlama alanında gerçekleştirilen çalışmaları konu alan bu derlemede, mevcut bilgiler kısa ve öz olarak bir araya getirilerek ülkemizdeki gelişmelere değinilecektir.

## Nükleer Bilim ve Teknolojinin Barışçıl Amaçlarla Kullanımı

Radyoaktivite 1896 yılında keşfedilmesine rağmen (McKinley, 1994), nükleer teknolojinin barışçıl amaçlarla kullanımı konusu 2. Dünya Savaşı sonrasında yoğun olarak gündeme gelmiştir. Birleşmiş Milletler Teşkilatı (BM), 1945 yılındaki kuruluşunun ardından en önemli çalışmalarında birisi nükleer alanda küresel iş birliğinin sağlanması olmuştur. Ocak 1946 tarihinde uluslararası kontrol ve nükleer enerjinin barışçıl gelişimi ile ilgili detaylandırılmış önerilerde bulunması amacıyla BM Atom Enerjisi Komisyonu'nun oluşturulması kabul edilmiş ve söz konusu komisyon Ocak 1952 tarihinde lağvedilene kadar BM Güvenlik Konseyi'ne çok sayıda rapor hazırlayarak sunmuştur (Sharma, 1995).

Ancak, 8.12.1953 tarihinde, ABD Başkanı Dwight D. Eisenhower'ın BM Genel Kurulu'nda, nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla kullanımını yaygınlaştıracak fakat aynı zamanda nükleer enerjinin askeri amaçlarla kullanımını önleyecek, uluslararası bir sistemin kurulmasını öngören bir plan önermesi önemli bir dönüm noktası olarak nitelendirilmektedir. Kısaca 'Barış için Atom' adıyla anılan bu öneri Uluslararası Atom Enerji Ajansı'nın kurulmasına yol açmıştır. 1954 yılında Atom Enerjisi Anlaşması (Atomic Energy Act of 1954) kabul edilince, daha önceleri McMahon Yasası (The Atomic Energy Act of 1946) ile nükleer konularda getirilmiş olan sıkı yasaklar önemli bir şekilde azaltılarak 'Barış için Atom' programına yasal bir dayanak oluşturulmuştur (Weiss, 2003).

IAEA'nın kuruluşunu kolaylaştıran diğer bir etken ise, 'Birleşmiş Milletler Birinci Cenevre Konferansı' (Atomic Energy - First International Conference on Peaceful Uses of Atomic Energy, 8-20.8.1955) olmuştur. Bu konferansta 1939'dan beri gizli olarak yürütülen nükleer çalışmalarla ilgili, nükleer silah yapımı bilgileri hariç, tüm bilgiler 2500 kişiyi aşkın katılımcının kullanımına sunulurken, burada elde edilen bilgiler, pek çok ülkeyi nükleer enerjinin barışçıl kullanımından yararlanmak üzere nükleer araştırmalar yapmaya ve kurulması önerilen IAEA'ya sıcak bakmaya yöneltmiştir. 1955 yılı mayıs ayında Türkiye ABD ile AEA/54 altında nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla kullanımı ile ilgili iş birliği Antlaşması'nı imzalarken, IAEA Birleşmiş Milletler'in özerk bir alt kuruluşu olarak 29.7.1957 tarihinde kurulmuş ve Türkiye de IAEA'nın kurucu üyeleri arasında yer almıştır (Dayday, 2007; Fischer, 1997). 10.6.1955 tarihinde Türkiye ile ABD arasında 'Atom Enerjisinin Sivil Sahada İstimali Hususunda İş Birliğine Dair' ikili iş birliği anlaşması imzalanmış olup, 14.12.1956 tarih ve 6864 sayılı yasayla TBMM'de onanarak yürürlüğe girmiştir (Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Amerika Birleşik Devletleri Hükümeti Arasında Atom Enerjisinin Sivil Sahada İstimali Hususunda İşbirliğine Dair Anlaşma, 1956a). Bu anlaşma 27.4.1961 tarihinde revize edilerek, ABD'den

sağlanacak nükleer yakıt ile ilgili yeni düzenlemeler yapılmış (ABD'den temin olunacak nükleer yakıtın zenginlik derecesi %20'den %90'a yükseltilmektedir) ve anlaşma 14.7.1961 tarihinde onaylanmıştır (Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Amerika Birleşik Devletleri Hükümeti Arasında Atom Enerjisinin Sivil Sahada İstimali Hususunda İş Birliğine Dair Anlaşmanın Değiştirilmesi Hakkında Kanun, 1961a). ABD'nin bu anlaşma kapsamında sağlayacağı eğitim ve teknik yardım taahhüdü sonucunda, Ar-Ge alanında ortaya çıkan olanakları değerlendirmek amacıyla İstanbul Üniversitesi (İÜ) ile İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) arasında ortak araştırma merkezi (Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, ÇNAEM) kurulması ve bir araştırma reaktörünün inşa edilmesi amacıyla 1956 yılında İÜ-İTÜ Reaktör Komitesi oluşturulmuştur (Bayülken, 2006). Diğer taraftan Atom Enerjisi Komisyonu, 27.8.1956 tarihinde hazırlanan 6821 sayılı Atom Enerjisi Komisyonu (AEK) yasası ile Başbakanlık'a bağlı olarak Ankara'da kurulmuştur (Atom Enerjisi Komisyonu Kurulması Hakkında Kanun, 1956b). Bu yasanın kabulünün ardından, 26.10.1956 tarihinde New York'ta imzalanan üyelik anlaşması, 14.6.1957 tarihinde 7015 sayılı yasayla onaylanarak Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'na (IAEA) üye olunmuştur (Milletlerarası Atom Enerjisi Ajansı Statüsünün Tasdiki Hakkında Kanun, 1957). Bu gelişmeler ışığında, 'İÜ-İTÜ Reaktör Komitesi' 1958'de lâğvedilerek görevi AEK'ya devredilmiştir (Bayülken, 2006). 28.10.1960 tarihinde Türkiye tarafından 'Paris Sözleşmesi' imzalanmış ve bu sözleşme 8.5.1961 tarihinde Nükleer Enerji Sahasında Hukuki Mesuliyete Dair Sözleşmenin Tasdiki Hakkında Kanun (1961b) onanmıştır. 1959 ile 1961 yılları arasında çıkarılan yeni yasalarla izotop üretimi ve bazı uygulamalar için yeni düzenlemeler getirilmiştir. Türkiye Atom Enerjisi Programının Tatbik Şekli Hakkında Kanun (1959) ile nükleer enerjinin pratik anlamda belirli bir alana uygulanarak, radyoizotop üretiminin yasal çerçevesi oluşturulurken, 1961 yılında çıkartılan 234 sayılı Atom Enerjisi Komisyonunun Kurulması Hakkındaki Kanunun 2 nci Maddesinin (K) Fıkrasının Değiştirilmesine ve Türkiye Atom Enerjisi Programının Tatbik Şekli Hakkındaki Kanuna Bir Madde ve Bir Geçici Madde Eklenmesine Dair Kanun (1961c) ile ilgili yeni düzenler getirilmiştir. 1961 yılında 293 sayılı İktisadi İş Birliği ve Kalkınma Teşkilâtı Sözleşmesi Hakkında Kanun (1961d) ile Türkiye 'OECD Nükleer Enerji Ajansı'na üye olarak katılmıştır. 1962 yılında nükleer alanda üniversite üstü profesyonel araştırma, geliştirme, uygulama ve eğitim çalışmaları yapmak amacı ile AEK Genel Sekreterliğine bağlı olarak Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi'nin (ÇNAEM) kuruluşu tamamlanmış, Ankara Nükleer Araştırma Merkezi (ANAEM) ise 1967 yılında faaliyete geçmiştir. Sonraki yıllarda ANAEM bünyesinde Nükleer Tarım Merkezi (1979) kurulmuştur (TÜBA, 2023). Sistemin kurumsallaştırılması ise 9.7.1982 tarihinde çıkartılan 2690 sayılı Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Kanunu (1982) ile Başbakan'a bağlı olarak Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) adı ile yeniden yapılandırılması ile sağlanmıştır. Nükleer Tarım Merkezi 1999 yılında yeniden yapılandırılmış ve Sarayköy'de Ankara Nükleer Tarım ve Hayvancılık Araştırma Merkezi (ANTHAM) içinde faaliyetlerini sürdürmüştür. 1981 yılında kurulan Lalahan Hayvan Sağlığı Nükleer Araştırma Enstitüsü (LHSNAE) 1999 yılında ANTHAM içinde faaliyet göstermeye başlamıştır (TÜBA, 2023). Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'na Bağlı Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi ile Ankara Nükleer Tarım ve Hayvancılık Araştırma Merkezinin Kaldırılarak Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezinin Kurulması Hakkında Karar (2005) ile Ar-Ge çalışmalarının koordinasyonu ve yürütülmesinde yeni bir güç oluşturulması ve kaynakların en üst düzeyde kullanımının sağlanması amacıyla yeni bir yapılanmaya gidilerek ANAEM ve ANTHAM Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (SANAEM) çatısı altında birleştirilmiştir. Şu anda Ar-Ge faaliyetleri 2021 yılında kurulan TENMAK - Nükleer Enerji Araştırma Enstitüsü (NÜKEN) Başkanlığı tarafından yürütülmektedir.

## İskenderun Tahıl Işınlama Tesisi Deneyimi

1960'lı yıllarda, IAEA nükleer teknolojiye ortaya çıkan gelişmelere paralel olarak, ışınlamanın tarımsal ürünlerde hasat sonrasında uygulanması gibi farklı alanlarda kullanımı üzerine odaklanmış ve üye ülkeleri bu konuda teşvik etmiştir (IAEA, 1965). 1962 yılında IAEA'nın organizasyonu ile ABD, Avustralya, Fransa, Federal Almanya, Hindistan, İngiltere, İsveç, İtalya, FAO, WHO, Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu (Euratom) uzmanlarının katılımı ile 'Tahıllarda Böceklenmenin Radyasyon ile Önlenmesi' konusunda bir panel düzenlenerek, o zamana kadar elde edilen Ar-Ge bilgileri tartışılmış, tahıl işleme ve böceklenmenin kontrolünde ışınlamanın uygulama yöntemleri ve bu amaçla elektron demeti (e-beam) hızlandırıcılarının ve gama radyasyonunun kullanımı değerlendirilmiştir. Sonuçta, entomolojik, mühendislik ve ekonomik yönden gerçek koşullar altında ışınlama tesislerinin yeteneklerinin değerlendirilebilmesi için pilot tesis faaliyetlerinin mümkün olan en kısa sürede başlatılabileceğine karar verilirken, ışınlamanın mevcut yöntemlerin tamamlayıcısı olarak tahıllarda kullanılabileceğini önermişlerdir (IAEA, 1962; Goresline, 1978). Bu kapsamda IAEA, 1963 yılı ekim ayında depolanmış ürünlerdeki böceklerin ışınlama teknolojisi ile kontrolü konusunda bir çözüm önerisi sunmuştur. Bu teklif, araştırma ve uygulama konusunda faaliyet gösterecek bir pilot ışınlama



tesisinin gerekli alt yapıya sahip uygun ülkeler (Arjantin, Avustralya, Hindistan, Pakistan ve Türkiye) arasında bir seçim yapılarak kurulmasını kapsamıştır. Türkiye Atom Enerjisi Komisyonu da kasım ayında (1963) IAEA'nın bu konudaki teklifini değerlendirerek, olumlu cevap verilmesi ve bir ön proje önerisi hazırlanması konusunda görüş birliğine varmıştır (AEK, 1969). Bunu takip eden dönemde IAEA, Cezayir (1965), Arjantin (1964 ve 1967), Şili (1966), Hindistan (1967), Lübnan (1965), Pakistan (1963 ve 1967), Peru (1966) ve Tayland (1967)'da depolanmış tahılların ve diğer ürünlerin ışınlama yardımıyla böceklenmesinin önlenmesi konusunda fizibilite çalışmaları yürütülmesini sağlamıştır (IAEA, 1967). 1964 yılının mart ayında ise Türkiye'nin isteği üzerine benzer bir çalışma ülkemizde de gerçekleştirilmiş, IAEA uzmanlar grubu yarı-endüstriyel ölçekli bir ışınlama tesisi kurulması olanağı için Türkiye'deki tahıl işleme ve depolama koşulları ile depo zararlısı böcek yayılımını incelemiştir (Carden, 1967; IAEA, 1964a and 1964b).

Türkiye'de tahılların ışınlanarak böceklenmenin engellenmesi konusunda gereken teknik ve ekonomik verilerin toplanmasından sonra 0.15-0.25 kGy arasında ışınlama yapacak 30 ton/saat kapasiteli bir tesis dizayn edilmiş ve IAEA bu tesisin İskenderun limanında kurulmasını önermiştir. Bu alanın seçilmesinin nedeni o yıllarda, bölgedeki tahıllarda dermestid Khapra beetle (*Trogoderma granarium*)'in çok yoğun olarak görülmesi ve buna karşılık kimyasal metotların etkili olamaması olarak bildirilmiştir. Bu yörede iklimin ılık olması ve bu böceğin çok agresif bir tür olması nedeniyle bu böcek ile mücadelenin oldukça karmaşık olarak görülmüş (AEC, 1968) olmasının yanı sıra Türkiye'de bütün tahıl ihracatının bu liman aracılığı ile gerçekleştiriliyor olması da diğer bir etken olarak değerlendirilmiştir (Carden, 1967). IAEA'nın İskenderun ile ilgili kararının kesinleşmesinden sonra, 1964 yılı aralık ayında, ışınlama tesisi kurulması ile ilgili proje Türk Hükümeti tarafından Birleşmiş Milletlere sunulmuştur. 1966 yılı eylül ayında Türk Hükümeti ile BM Özel Fonu arasında uygulama planı hazırlanmış ve buna göre Harwell (The Atomic Energy Research Establishment at Harwell, England) tarafından üretilen kobalt-60 kaynağı (100.000 Curie, Ci, 1 gram radyumun 1 saniyede yaptığı parçalanma sayısına eşit sayıda parçalanma yapabilen radyoaktif madde miktarı) İskenderun'a gönderilmiştir. 1967 yılı ocak ayında ise söz konusu kaynak İskenderun limanı TMO (Toprak Mahsulleri Ofisi) tahıl silosuna bitişik olarak inşa edilen tesise yüklenmiştir (AEC, 1967; AEK, 1969). Tesis 1967 yılında kaynak yüklemesi sonrası faaliyete geçse de öngörülemeyen sosyo-ekonomik sorunlar nedeniyle Türk Hükümeti 1968 yılının mayıs ayında projeyi durdurmuştur. Bu karara uygun olarak tesis kapatılmış ve sonrasında kobalt-60 kaynağı aynı yılın ekim ayında ülke dışına çıkarılmıştır (AEK, 1969).

### Araştırma Programları ve Bilimsel Organizasyonlar

1950-1970 yılları arası yürütülen araştırmalar bakımından özellikle önemli bir dönemdir. ABD bu yıllarda gıda ışınlama programı ile Ar-Ge faaliyetlerinde öncü bir ülke olmuştur. Aynı dönemde Belçika, Federal Almanya (Almanya), Fransa, Hollanda, Kanada, Polonya ve Sovyetler Birliği (Rusya) gibi ülkelerde de gıda ışınlama prosesi ilgili ulusal araştırma programları da gelişirken, öncü araştırmaların sonuçları gıdaları iyonlaştırıcı radyasyonla muhafaza etmenin dikkate değer potansiyele sahip olduğunu göstermiştir (Diehl, 2001).

Uluslararası düzeyde ise, 1960'lı yıllardan itibaren FAO, IAEA ve WHO gıda kalitesinin geliştirilmesi ve gıda güvenliği konusunda gıda ışınlanmanın potansiyelini fark etmişlerdir. Bu kuruluşlar tarafından ortaklaşa düzenlenen panel 'An Expert Panel on Wholesomeness of Irradiated Foods, Brüksel, 1961' sonuç bildirisinde 'Işınlanmış gıdalar tüketilmeden (veya tüketime sunulmadan) önce bu gıdaların sağlık yönünden güvenilirliğinin çalışılmasını' önermiştir. Bu gelişmeler yaşanırken, hiç şüphe yok ki 1964 yılında Viyana'da IAEA içinde 'The Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture' oluşturulması ve kısa süre sonra 'The Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee on Food Irradiation (JECFI)'nin kurulması gıda ışınlama konusundaki dönüm noktalarını oluşturmuştur (Mollins, 2001). JECFI 1964 yılında ilk defa ışınlanmış gıdalar konusundaki yasal düzenlemelerin teknik temellerini değerlendirmek için toplanmıştır. Daha sonraki dönemde ise periyodik olarak toksikolojik ve diğer alanlardaki çalışmalar değerlendirilmiştir (WHO, 1965, 1970, 1977, 1981; WTO, 1995).

Diğer taraftan, farklı ülkelerde yürütülen çalışmaları tek çatı altında koordineli olarak yürütmek, aynı ürün ve etkileri araştırarak zaman ve ekonomik kayıplardan uzak durmak için gıda ışınlama araştırma programına sahip ülkeler bir araya gelerek 1970 yılında 'International Food Irradiation Project (IFIP)' veya 'Karlsruhe Project' oluşturulmuştur (Ehlermann, 2005). 14.10.1970 tarihinde gıdaların sağlık yönünden güvenilirliği konusundaki çalışmaları yürütmek amacıyla Ortak Uluslararası Gıda Işınlama Projesi Antlaşması 'International Project in the Field of Food Irradiation (IFIP)', merkezi Karlsruhe (Institut für Strahlentechnologie der



Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelfrischhaltung, Federal Almanya) olmak üzere FAO, IAEA ve OECD (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)'nin meydana getirmiş olduğu çatı altında 19 ülke (ABD, Avusturya, Belçika, Danimarka, Fransa, Federal Almanya, Güney Afrika, Hollanda, İngiltere, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, Japonya, Kanada, Norveç, Portekiz ve Türkiye) bir araya gelerek oluşturulmuştur (Gıda Işınlandırılması Alanında Milletlerarası Bir Projeye Mütedair Anlaşma, 1971). Bu projede yürütülen çalışmalarda iyonize radyasyona tabi tutulan gıdaların sağlık yönünden güvenilirliği 'wholesomeness' üzerinde durulmuş olup, bu terim (wholesomeness) ışınlanmış gıdaların besin değeri yönünden yeterliliği ve duyuşal ve teknolojik kalitesi kadar radyolojik, toksikolojik ve mikrobiyolojik güvenlik kavramlarını içine almaktadır (Ehlermann, 2005). Projede, the FAO/IAEA/WHO Joint Expert Committee on Food Irradiation (JECFI) için veri üretilirken, elde edilen sonuçlar JECFI tarafından değerlendirilmiştir. IFIP araştırma programı süresince deneysel ve teorik çalışmalar sonucunda elde edilen geniş spektrumlu sonuçlar 66 adet teknik rapor, 4 faaliyet raporu ile 2 kitap ve çok sayıda bilimsel yayın ile ortaya konmuştur (Erwin, 1985; Ehlermann, 2005).

IFIP 10 kGy'e kadar ışınlanmış gıdaların sağlık yönünden güvenilirliği konusundaki çalışmalarını başarı ile tamamladıktan sonra 1982 yılında faaliyetlerine son verilmiştir. Aynı yıl FAO, IAEA ve WHO gıda ışınlama konusunda uluslararası iş birliğinin sağlanması üzerinde çalışacak bir danışmanlar grubunun oluşturulması konusunun görüşülmesi amacıyla bu üç teşkilatın üyelerini davet etmişlerdir. Bu grubun hükümetlerin belirleyeceği uzmanlardan oluşan bir bağımsız bir organ olması tasarlanmıştır (IAEA, 1989). Gıda ışınlama konusunda uzmanlar komitesi 'The International Consultative Group on Food Irradiation (ICGFI)' 9.5.1984 tarihinde kurularak, FAO, IAEA ve WHO'nun oluşturduğu çatının altında 15 ülkenin (Arjantin, Bangladeş, Federal Almanya, Filipinler, Fransa, Hollanda, Irak, İsrail, Kanada, Macaristan, Meksika, Mısır, Suriye, Tayland ve Türkiye) katılımı ile oluşturulmuştur. ICGFI yayınlanan deklarasyonun koşullarını benimseyen ülkelerin gıda ışınlama konusunda uzmanlar ve diğer temsilcilerden meydana gelmiş olup, ilk dönem için 5 yıl süre ile çalışma yapması planlanmış ve üye olan ülke ve kuruluşlar gönüllülük esasına göre bu organizasyona maddi katkıda bulunmuşlardır (Kooij, 1984; IAEA, 1987). Türkiye'nin de 1984 yılından itibaren üyesi olduğu ICGFI, üye ülkelerin gıda ışınlama alanında uzman olan resmi temsilcileri ve destekleyici birleşmiş milletlerin atadıkları kişilerden oluşurken, temel olarak gıda ışınlama alanında küresel gelişmeleri değerlendirmek ve yapılacak aktivitelerde tavsiyelerde bulunmak üzerinde durmuştur. Gıda ışınlamanın ticari olarak uygulamaya konulması ve uluslararası ticaretinin başlaması üzerine 2004 yılında FAO, WHO, IAEA ve üye ülkelerin ortak kararı ile ICGFI'nin faaliyetlerine son verilmiştir (Çetinkaya, 2010).

## Türkiye'de Gıda Işınlama Araştırmaları

Türkiye'de İskenderun limanında tahıl ışınlama tesisi kurulması sürecinde, ışınlama ve ışınlamanın gıdalar üzerindeki etkileri konusundaki ilk çalışmalar gerçekleştirilmişse de bunların çoğu yayınlanmamıştır. Ancak gıda ışınlama konusundaki araştırmalar için ilk adımların Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi (AÜZF) içinde atıldığını görüyoruz. 1960 yılında yayınlanan IAEA bültenine göre, o dönemde IAEA'nın sağladığı destek ile Ankara Üniversitesi'nde bitki besleme konusunda çalışmak üzere hazırlanan bir araştırma programı çerçevesinde bir radyoizotop laboratuvarı kurulmuştur. 1960 yılında IAEA inceleme ekibi, kurulan laboratuvar ve burada çalışan araştırmacıları iş birliği için çok iyi kapasitede olduklarını bildirmiştir (IAEA, 1960). Diğer taraftan aynı dönemde (1961) Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Radyobioloji Enstitüsü'nde bir kobalt-60 kaynağının mevcut olduğu ve araştırmalarda kullanıldığı anlaşılmaktadır (Yılmaz, 1970). Ancak tahıllarda böceklenmenin önlenmesine yönelik olarak gerçekleştirilen 'Kobalt-60 gamma ışınlarının *Sitophilus granarius* L. ve *Tribolium confusum* Duv'a karşı olan etkisi üzerinde araştırmalar' başlıklı makale (Esin ve Alganatay, 1968) ülkemiz gıda ışınlama literatüründe rastlanılan ilk bilimsel çalışma olarak karşımıza çıkmakta olup, bu dönemde yürütülen araştırmalar Atom Enerjisi Komisyonu Genel Sekreterliği'nin sorumluluğunda yürütülmüştür. Başlangıçta AEK daha sonra ise TAEK bünyesinde faaliyet gösteren araştırma merkezleri gıda ışınlama konusundaki araştırmaların odağında olmuştur.

1960'lı yıllardan itibaren farklı yerleşke ve birimlerde yürütülen Ar-Ge çalışmaları günümüzde TENMAK NÜKEN Sarayköy yerleşkesinde Tarım ve Gıda Araştırmaları Grubu laboratuvarlarında devam etmektedir.

Son 60 yıl içerisinde,

1. Türkiye'de üretilen tarım ürünleri ve tüketilen işlenmiş gıdaların bileşenleri ile fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerine ışınlamanın etkisinin tespit edilmesi ve uygun doz seçimi,

2. Gıdaları kontamine eden mikrobiyal yükün azaltılmasına (patojenler ve bozulmaya neden olan mikroorganizmalar) yönelik D<sub>10</sub> değerlerinin tespit edilmesi,
3. Çeşitli gıda grupları için raf ömrünün uzatılması (yaş meyve ve sebze, su ürünleri, beyaz ve kırmızı et ve et ürünleri),
4. Tahıllar, baklagiller, narenciye grubu meyveler ve kurutulmuş meyve ve kabuklu yemişlerde rastlanılan böceklenmenin önlenmesi için etkin ışınlama dozlarının belirlenmesi,
5. Ülkemizde üretilen veya ithal edilen baharat ve aromatik bitkilerde mikrobiyal yükün azaltılmasına yönelik ışınlama dozlarının her bir ürün için belirlenmesi,
6. Patates, kuru soğan ve sarımsak gibi ürünlerde çimlenmenin önlenmesine yönelik ışınlama dozlarının tespit edilmesi,
7. Işınlanmış gıdaların tespitinde kullanılan uluslararası standart yöntemlerin [Electron spin resonance ESR (EN 1786:1996, EN 1787:2000 ve EN 13708:2001), Thermoluminescence TL (EN 1788:2001), DNA Comet (EN 14569:2004), LAL/GNB (EN 14569:2004), DEFT/APC (EN 13783:2001) ve GC (EN 1784: 2003)] uygulamaya konması,
8. Çeşitli ürün gruplarının ışınlanması için ekonomik ve bölgesel fizibilite çalışmaları,
9. Kombine yöntemlerin geliştirilmesi ve uygulamaya konması,
10. Gama ışınlama tesisi, gamma-cell ve elektron demeti tesisi için dozimetri ve proses kontrolü,
11. Etiketlemenin etkisinin ve tüketici kabulünün belirlenmesine yönelik anket çalışmaları gibi,

ana başlıklar altındaki konularda ulusal ve uluslararası Ar-Ge projeleri yürütülmüştür. Bugüne değin yürütülen araştırmaların sonuçlarına ilişkin yayınlanmış bazı makalelere ilişkin bilgiler Tablo 1’de verilmiştir. Halen ışınlamanın ülkemizde gıda güvenliği ve muhafazasında uygulanması konularındaki proje çalışmaları devam etmektedir. Diğer taraftan ulusal kuruluşlar için danışmalık hizmeti verilmesi, Gıda Işınlama Yönetmeliği’nin hazırlanması, uygulanması ve revize edilmesi konusundaki çalışmaların Tarım ve Orman Bakanlığı ile yürütülmesi, 1960’lı yıllardan bugüne değin kazanılan deneyimlerin aktarılması için eğitim kurslarının düzenlenmesi gibi faaliyetler yürütülmektedir.

**Tablo 1.** TENMAK bünyesinde altındaki araştırma enstitülerinde gıda ışınlama konusunda 1970-2023 arasında yürütülen Ar-Ge çalışmalarına ait bazı yayınlamış araştırma makaleleri ve teknik raporlar.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1970 Bazı et ürünlerinin ışınlanması</li> <li>• 1970 <i>Coenurus cerebralis</i>'teki scolex'lere cobalt 60 kaynağından verilen radyasyonun etkisi</li> <li>• 1970 Perspex Hx de yapılan gamma dozimetresi sonuçları üzerine sıcaklığın etkisi</li> <li>• 1970 Perspex Hx dozimetresinin gamma dozimetresi için kullanılışı</li> <li>• 1972 Dana ve sığır etlerinde <i>Cysticercus Bovis</i>'in iyonizan ışınlarla (Cobalt-60 gamma ışınları) öldürülerek veya inaktive edilerek zararsız hale getirilmesi üzerine araştırmalar</li> <li>• 1972 Gama ışınları ile patateslerde filizlenmenin engellenmesi</li> <li>• 1972 Gıda ışınlamasında ürün bileşiminin ve geometrinin doz dağılımı üzerine etkisi</li> <li>• 1974 Işınlama ile sosislerin korunma sürelerinin uzatılması</li> <li>• 1975 Gama ışınlarının portakal suyundaki C vitamini üzerindeki Etkisi</li> <li>• 1975 Gama ışınlarının yoğurt mikroflorası üzerine etkisi</li> <li>• 1975 Sterilisation of spices by means of gamma rays</li> <li>• 1977 Irradiation of ground beef with the purpose of refrigerated storage</li> <li>• 1979 Radiation-induced changes in the patterns of free ninhydrin-reactive substances of meat</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1982 Değişik dozlardaki gamma irradiyasyonun <i>Trichostrongylus vitrinus</i> yumurtalarının gelişimine etkisi</li> <li>• 1983 The effect of radurization on the extention of storage life of horse mackerel "<i>Trachurus trachurus</i>"</li> <li>• 1985 Sprout inhibition of potatoes by gamma radiation</li> <li>• 1986 İyonize radyasyonla baharatların sterilizasyonu: Gamma ışınlarının karabiber ve kırmızıbiberin mikrobiyel flora, uçucu yağ ve duyuşal niteliklerine etkisi</li> <li>• 1986 Kimyasal işlem ve radurizasyonun birlikte uygulanmasının hamsi balığının dayanma süresi üzerine etkisi</li> <li>• 1986 Önemli ambar zararlısı <i>Sitophilus granarius</i> (L.)'un gamma radyasyonu ile kontrolü</li> <li>• 1987 The effect of gamma irradiation on storage period in the important potato varieties</li> <li>• 1988 Müşküle üzümü çeşitinde depolama sırasında büyük kayba neden olan <i>Botrytis cinerea</i> Pers. nın ışınlama+soğutma kombine uygulamasıyla engellenmesi</li> </ul>

- 1988 Radurizasyon ve paketlemenin hamsi balığının korunma süresi ve kalitesi üzerine etkisi
- 1991 *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea*, *Rhizopus nigricans* ile enfekteli Ankara armutlarında gamma radyasyonu ile standart depolama koşullarında çürümenin engellenmesi
- 1992 The effect of gamma irradiation on *Botrytis cinerea* and *B. aclada* causing rot of pear and onion respectively
- 1993 Effect of ionizing radiation on the hygienic quality and shelf-life of Turkish fermented sausage
- 1993 Inhibition of viability and infectivity of *Cysticercus bovis* by irradiation of meat
- 1993 In-vitro koşullarda müşküle üzümünden izole edilen *Botrytis cinerea Pers'*nın gelişmesinin gamma radyasyonu ile engellenmesi
- 1993 Irradiation of potatoes in Turkey - A feasibility study
- 1994 Determination of the irradiation dose for the inhibition (D<sub>10</sub> radiation doses) of some gram negative and gram positive bacteria in peptone saline water
- 1994 Effects of gamma irradiation on chemical properties, thiamine and riboflavin contents, dough properties and baking quality of the flours
- 1994 Effects of gamma irradiation on wheat quality
- 1994 Elma, ayva, soğan ve şeftalinin hasat sonrası çürümelerinin gama radyasyonu ile engellenmesi
- 1994 Parazitler üzerine radyasyonun etkileri ve gıda ışınlama uygulamaları
- 1994 Postharvest disease control of apple, quince, onion and peach, with radiation treatment
- 1996 ESR ile ışınlanmış gıdaların tespiti
- 1996 Gama radyasyonunun Tosun-21 ekmeçlik buğdayın fiziksel kimyasal ve teknolojik özellikleri üzerine etkisi
- 1996 Tavuk etlerinde bazı patojenik bakterilerin kontrolünde gamma radyasyonun kullanımı
- 1997 Dose dependent oxidation kinetics of lipids in fish during irradiation processing
- 1998 ESR spectroscopic technique of testing for irradiation of chicken
- 1998 Gamma radyasyonun tavuk etlerinin depolama süresi üzerine etkisi
- 1999 A mechanistic approach to radiation-induced inactivation kinetics of microorganisms
- 1999 Effect of combination irradiation and modified atmospheric packaging (MAP) on microbiological quality and shelf life of fresh chicken meat
- 1999 Evaluation of sterin label dosimeter to be used in Turkish dried figs
- 1999 Insect disinfestation of dried figs by irradiation
- 2001 Determination of maximum/minimum ratio of absorbed dose of dried figs
- 2003 The extension of the shelf-life of sardine which were packaged in a vacuum stored under refrigeration, and treated by  $\gamma$ -irradiation
- 2004 Death kinetics of *E. coli* O157:H7, *E. coli* and natural contaminant coliforms in minced meat during irradiation treatment and storage
- 2004 Use of thermoluminescence technique for the detection of irradiated spices
- 2006 Inhibition of egg and larval development of the Indian meal moth *Plodia interpunctella* (Hubner) and almond moth *Ephestia cautella* (Walker) by gamma radiation in decorticated hazelnuts
- 2006 Radiation processing as a post-harvest quarantine control for raisins, dried figs and dried apricots
- 2006 Temperature effects on egg shells investigated by XRD, IR and ESR techniques
- 2007 Thermoluminescence parameters and kinetics of irradiated inorganic dust collected from black peppers
- 2008 Electron spin resonance study of  $\gamma$ -irradiated Anatolian chickpea (*Cicer Arietinum L.*)
- 2009 Detection of irradiated quail meat by using DNA comet assay and evaluation of comets by image analysis
- 2009 Gama ışınları ile ışınlanmış şeker örneklerinin ESR tekniği ile teşhis edilmesi
- 2010 Gıda Işınlama (Kitap)
- 2010 Identification of irradiated sage tea (*Salvia officinalis L.*) by ESR spectroscopy
- 2010 Narenciye grubu meyvelerde karantina amaçlı ışınlamanın gıda kalitesi ve hijyeni üzerine etkisinin araştırılması
- 2011 Detection of gamma irradiated fig seeds by analysing electron spin resonance
- 2011 Işınlanmış gıdaların tespiti (TS EN1784, TS EN1785, EN13784, TS EN13783, EN14569)

- 2012 ESR and TL studies of irradiated Anatolian laurel leaf (*Laurus nobilis L.*)
- 2013 ESR and TL investigations on gamma irradiated linden (*Tilia vulgaris*)
- 2013 The use of ESR spectroscopy for the identification and dose assessment of irradiated pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) from Turkey
- 2014 Effect of gamma irradiation on *Penicillium expansum* isolated from "Golden Delicious" apples
- 2014 Effect of gamma irradiation storage lutein, and zeaxanthin in liquid, frozen and dried egg yolk samples
- 2016 Phytosanitary irradiation against leafminers (Diptera: Agromyzidae) and radio tolerance of shelled peas, *Pisum sativum* (Fabales: Fabaceae)
- 2016 Quantification of applied dose in irradiated citrus fruits by DNA Comet Assay together with image analysis
- 2017 Investigation of gamma irradiation and storage period effects on the nutritional and sensory quality of chickpeas, kidney beans and green lentils
- 2020 Detection of irradiated foods by ESR and TL methods in the scope of intercomparison tests
- 2022 Determination of quality parameters and sensory attributes of 'Jaffa' oranges irradiated as postharvest quarantine treatment throughout long-term cold storage
- 2022 Quantitative viscosity determination in irradiated major spices (black pepper, cardamom, cinnamon, ginger, and turmeric) by using a vibro viscometer for long-term storage
- 2023 Estimation of the applied doses in irradiated anchovy and bluefish for shelf-life extension using image analysis in combination with DNA comet assay
- 2023 Gamma rays induced enhancement in the phytonutrient capacities of tomato (*Solanum Lycopersicum L.*)

## Türkiye’de Işınlamanın Araştırmadan Ticari Uygulamaya Dönüşmesi

Dünyada yasal mevzuatın oluşturulması ve WHO sağlık yönünden güvenilirlikle ilgili olarak kararını açıklamasından sonra bütün dünyada olduğu gibi araştırma ile desteklenen potansiyel ticari uygulamaya dönüşmüştür. Ancak gıda ışınlamada ticari uygulamaya geçişte bazı kriterlerin yerine getirilmesi büyük öneme sahiptir. Bunlar (Moy, 2005):

1. Ekonomik bir fizibilite çalışması
2. Pazar araştırması ve testleri
3. Radyasyon kaynağının ve ışınlayıcı tipinin seçimi
4. Tesis faaliyeti için ihtiyaç duyulan personelin eğitimi
5. Radyasyon güvenliği ve dozimetri izleme
6. Uygun ambalaj seçimi

Türkiye’de bütün bu aşamaların tamamlanması sonrasında IAEA ve Birleşmiş Milletler Gelişme Programı’nın (UNDP) desteği ile ‘TUR7004 Sterilization of Medical Products’ projesi kapsamında Sarayköy/Ankara’da ilk ışınlama tesisi 1992 yılında kurulmuş ve 1993 yılında hizmet vermeye başlamıştır. Söz konusu tesis 20.3.2007 tarihinde 5 gıda grubu için ‘Gıda Işınlama İzin Belgesi’ almış ve şu anda ticari olarak gıda ışınlanmaktadır. Çok amaçlı ışınlama (tıbbi malzeme, gıda vb.) gerçekleştirmek için dizayn edilen tesis Macar Transelektro (Institute of Isotopes) firması yapımı, SVST Co-60-1 tipi (IV. Sınıf otomatik tote-box tipi ışınlayıcı), sürekli ve kesikli işletim moduna göre çalışabilen bir gama ışınlama tesisidir. Maksimum 1.000 kCi’lik kaynak kapasitesine sahip olan tesiste ve 800 m<sup>2</sup> depolama alanı bulunmaktadır. Işınlanan gıdaların çok büyük bölümünü baharat ve aromatik bitkiler oluşturmakta olup, yıllık yaklaşık 2.500 ton ürün ışınlanmaktadır (ETKB, 2013). Gamma-Pak gama ışınlama tesisi ise Türkiye’de kurulan ilk özel tesis olma özelliğine sahip olup, Tekirdağ Çerkezköy’de 1994 yılında faaliyete geçmiştir. Tesis, 27.3.2002 tarihinde 7 gıda grubu için ‘Gıda Işınlama Ruhsatını’ almış olup, şu anda ticari olarak gıda ışınlanmaktadır. Tesis ayrıca ışınladığı gıdaların Avrupa Birliği üyelerine kabulü için Avrupa Komisyonu’ndan 7.10.2004 tarihinde [Karar no C (2004)3679] onay almıştır. Çok amaçlı ışınlama (tıbbi malzeme, gıda vb.) gerçekleştirmek için dizayn edilen Gamma-Pak Işınlama Tesisinde kullanılan ışınlama cihazı (Nordion JS 9600 model IV. Sınıf, otomatik tote-box tipi ışınlayıcı) sürekli ve kesikli işletim moduna göre çalışabilmektedir. Tesis maksimum 3.000 kCi’lik kaynak kapasitesine sahip



olup, 1.500 m<sup>2</sup> depolama alanı bulunmaktadır (Gamma Pak, 2023). Tesiste ışınlanan gıda hacmi ise yıllık yaklaşık 4.500 ton olarak gerçekleştirilmektedir (Gıda İşleme Teknolojileri, 2014).

## Gıda Sektöründe Işınlama Teknolojisinin Yakın Gelecekteki Potansiyeli ve Türkiye

Günümüzde, aralarında Türkiye'nin de bulunduğu yaklaşık 70 ülkede gıda ışınlama ile ilgili yasal düzenleme yürürlükte bulunmaktadır. Dünyada ışınlama tesisine sahip ülke sayısı incelendiğinde; Çin'de >200 fazla tesis bulunurken, ABD'de 24, Avrupa Birliği ülkelerinden 14 ülkede 24, Hindistan'da 44, Rusya'da 17, Tayland'da 13, Vietnam'da 11, Endonezya'da 7, Malezya'da 7, Pakistan'da 6, İran'da 4, Bangladeş'te 4, Güney Afrika'da 3, Güney Kore'de 3, 8 ülkede 2'şer adet (Türkiye dahil) ve 14 ülkede ise 1'er adet olmak üzere gama ışını, elektron demeti, X-ışını kaynağı kullanan çok sayıda gıda ışınlama tesisi bulunduğu anlaşılmaktadır (Yoon, 2011; Eustice, 2018; Koutchma et al., 2018; Ic and Cetinkaya, 2021; IAEA, 2023). Işınlanmış gıdaların ticareti açısından ise son yıllarda ABD ve başta Çin olmak üzere Asya-Pasifik bölgesindeki ülkelerde kırmızı ve beyaz et ile meyve sebzeler ile baharat ışınlanması konusunda büyük gelişim göstermiştir. 2015 yılı için Çin'de ışınlanan gıda miktarının 600.000 ton dan fazla olduğu ifade edilirken (Eustice, 2018), Shen (2017) Çin'de ışınlanmış gıda hacminin her yıl yaklaşık olarak %20 arttığını, 2015 yılında ışınlanan gıda miktarının 400.000 tonu aşarak 2.6 Milyar dolarlık (\$) bir ticaret hacminin ortaya çıktığını ve 2010-2016 arasında 3 kat artış gösterdiğini bildirmiştir. Bu ülkedeki ışınlama teknolojisindeki ilerleme ve artan ışınlama tesisi sayısı dikkate alınca sadece Çin'de ışınlanan gıda miktarının 1.000.000 tonun üzerinde olduğu tahmin edilmektedir (Ic and Cetinkaya, 2021).

Dünyada birçok ülke ekonomik ve çevresel açıdan önemli görülen karantina zararlılarının ülkesine bitki ve bitkisel ürünler ile girişine, yerleşmesine ve yayılmasına karşı önlemler almakta, zararlılarla mücadele ve bu zararlıların kontrol altına alınması için etkin yöntemleri araştırmaktadır. Bu yöntemlerden birisi olan fitosanitari (bitki sağlığı) ışınlama, iyonize radyasyonun ticareti yapılan tarımsal ürünleri düzenlemeye tabi zararlılardan arındırmak için kullanılması olarak tanımlanmaktadır. Bu uygulama, bitki sağlığından ziyade gıda güvenliği ile daha tutarlı bir tehlike analizi ve kritik kontrol noktası (HACCP) yaklaşımı gibi yönetilmektedir. Bu nedenle, fitosanitari ışınlama diğer önlemlerine (ısıtma, soğutma ve fumigasyon) göre koruma için daha eksiksiz ve titiz bir metodoloji sunmaktadır (Hallman and Loaharanu, 2016). Bu çerçevede yaş meyve ve sebzelerin fitosanitari amacıyla ticari olarak ışınlanması üzerinde yoğunlaşan bir ilgi söz konusudur (Pedreschi and Mariotti-Celis, 2020). Bu teknolojinin fitosanitari gereksinimleri karşılamak için kullanılmasının avantajları son yirmi yılda ticari olarak gösterilmiş olup, birçok ülke şu anda bitki karantina gereksinimlerini karşılamak için bu teknolojiyi ticari olarak kullanmaktadır (Griffin et al., 2014). İhracat ve ithalatta ticareti kolaylaştırmak amacıyla kurulan fitosanitari ışınlama tesislerinin sayısı ABD, Avustralya, Çin, Dominik, Güney Afrika, Hindistan, Malezya, Meksika, Pakistan, Peru, Tayland, Vietnam ve Yeni Zelanda gibi çok sayıda ülkede giderek artmaktadır. 2016 yılı verilerine göre bu amaçla gıdaları düzenli olarak ışınlayan en az 13 adet ışınlama tesisi bulunmaktadır (Hallman et al., 2016). Fitosanitari ışınlama uygulamaları konusunda ABD (USDA, Plant Protection & Quarantine Animal & Plant Health Inspection Service) tarafından uygulanan sistemde 20 ülke ile 'Meyve ve Sebze İthalat Koşulları' (FAVIR) kapsamında 'Işınlama Çerçevesi Eşdeğerlik Çalışma Planı' (Taraf iki ülke arasında, her bir ülkenin diğerinin ışınlanmış ürünler sistemini yasal olarak kabul edeceğini belirten karşılıklı anlaşma, 'Irradiation Framework Equivalency Work Plans', FEWP) imzalanmıştır (APHIS, 2023a ve 2023b). Diğer taraftan 2023 yılı verilerine göre sadece ABD'de bu amaca yönelik olarak lisanslanmış ve faaliyet gösteren 6 adet tesis bulunmaktadır (APHIS, 2023c). Dünyada bu amaçla ışınlama yapan en yüksek kapasiteli tesislerden birisi 2016 yılında faaliyete geçen, Çin - Vietnam sınırında bulunan (ASEAN Fruit Irradiation Quarantine Processing Center in Pinxiang, Guanxi) ve ithal edilen meyve ve sebzelerin ışınlanması için kullanılan elektron demeti tesisi iken, diğeri ABD'nin Texas eyaletinde 2022 yılında lisans alarak faaliyete başlayan (Rio Grande Valley Electronic Cold-Pasteurization Center, McAllen) elektron demeti tesisi olup, Meksika'dan ithal edilen ürünlerin ışınlanması için kullanılmaktadır (Ic and Cetinkaya, 2021; APHIS, 2023d).

Bu gelişmeler Türkiye açısından değerlendirildiği zaman, tarımsal ürün ihracatı içinde önemli yer tutan yaş meyve sebze grubunda, özellikle en belirgin örnek olarak portakal, mandarin ve greylift gibi narenciye ürünlerinde Akdeniz meyve sineği (*Ceratitis capitata*) kaynaklı olarak karantina koşullarını karşılamadığı gerekçesi ile farklı ülkeler ile iade ve sipariş iptali sorunları yaşandığı bilinmektedir. Bu durum üreticimizin ve ihracatçımızın rekabet gücünü düşürmesinin yanısıra, ülkemizin dış piyasada imajını da zedelemektedir. Bu konuda ülkemizde yapılan bazı çalışmalarda da (TAEK, 2010) ışınlama teknolojisi ile sorunun çözümü



konusunda bilimsel verileri ve öneriler ortaya konmuştur. Önceden değinildiği gibi böceklenmenin önlenmesi (fitosanitari)+olgunlaşmanın geciktirilmesi için gereken ışınlama dozları oldukça düşüktür (100Gy-1000Gy). Oysa ülkemizdeki mevcut ışınlama tesisleri çok amaçlı tesis olarak dizayn ve inşa edilmiştir. Bu nedenle bu tesislerde fitosanitari ve olgunlaşmanın geciktirilmesi amacına uygun olarak düşük doz verilmesi deneysel olarak mümkünse de, ticari olarak büyük hacimdeki ürününün belirli bir zaman aralığında ışınlanması olasılığı düşük görünmekte olup, mevcut tesislerde büyük çaplı revizyon ihtiyacı ortaya çıkaracaktır. Daha iyi bir alternatif olarak tarım ürünlerinin üretim ve ihracat lokasyonlarına yakın bir merkezde, dünyada gelişen eğilime ve teknolojik gelişmeye uygun olarak, kobalt-60 gibi radyoaktif kaynak kullanan tesisler yerine, ihtiyacı karşılayacak şekilde bir veya birkaç adet elektron demeti ve/veya X-ışını tesisi kurulması daha uygun olarak görünmektedir.

## SONUÇ

Türkiye nükleer teknolojinin gıda güvenliği ve muhafazasında kullanılması amacıyla gerçekleştirilen Ar-Ge çalışmaları konusunda yaklaşık 60 yıllık bir deneyime ve gerekli Ar-Ge laboratuvar kapasitesine sahiptir. Bunun doğal bir sonucu olarak ülkemizde gıda ışınlama yasal alt yapıya sahip olup, ticari uygulama alanı bulmuş bir teknolojidir. Mevcut koşullarda ülkemizde ışınlanan gıda yelpazesi içinde en büyük payı baharat ve aromatik bitkiler oluşturmaktadır. Ancak kısa ve orta vadede ülkemizde kurulacak elektron demeti / X-ışını tesislerinin iç ve dış ticarete öncelikle meyve ve sebzelerde sorun yaşanan alanlarda da kullanılması gıda güvenliği ve gıda güvencesinin sağlanmasında ülkemiz için önemli bir kazanım olurken, dünyada önemli bir gıda ihracatçısı olan ülkemizin yurt dışında da ticari rekabet gücünü artıracaktır.

## Çıkar Çatışması

Bu derleme ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Yazar Katkısı

Bu derlemenin planlanması, verilerin toplanması, yazımı ve revize edilmesi yazarlar E. İÇ ve A. AYLANGAN tarafından gerçekleştirilmiştir.

## Etik Onay

“Gıda ışınlanmanın Türkiye’de gelişim sürecindeki önemli adımlar” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Çalışmamızda herhangi bir canlıya ait veri bulunmadığından etik kurul izni gerekmemektedir.

## KAYNAKLAR

- AEC. (1967). *Harwell ships 100 thousand curies of<sup>60</sup>Co to Turkish grain irradiator*. Isotopes and Radiation Technology, U.S. Atomic Energy Commission. Division of Isotopes Development, Oak Ridge National Laboratory, 4(2), p203.
- AEC. (1968). *Hearings and reports on atomic energy*. United States Congress. Joint Committee on Atomic Energy, U.S. Atomic Energy Commission, 125, p.605.
- AEK. (1969). *Ambar zararlılarına karşı radyasyonla mücadele konulu Birleşmiş Milletler İskenderun özel fon projesinin bugüne kadar geçirdiği safhalar*. Rapor, 16 Haziran 1969, T.C. Atom Enerjisi Komisyonu, Ankara, 44s.
- Ali Omer, M.A., Saion, E., Gar Elnabi, M.E.M., & Dahlan, K.M. (2012). Synthesis of polyaniline HCl pellets and films nanocomposites by radiation polymerization. In: F. Adrovic (Ed), *Gamma radiation* (pp. 115-146). Rijeka:InTech.
- APHIS. (2023a). *Irradiation treatment*. Animal and Plant Health Inspection Service. Retrieved from [https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/planthealth/import-information/sa\\_quarantine\\_treatments/irradiation/irradiation-treatment](https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/planthealth/import-information/sa_quarantine_treatments/irradiation/irradiation-treatment)
- APHIS. (2023b). *USDA-APHIS-PPQ Phytosanitary irradiation*. Animal and Plant Health Inspection Service. Retrieved from <https://www.nationalacademies.org/documents/embed/link/LF2255DA3DD1C41C0A42D3BEF0989ACAECE3053A6A9B/file/D9D7E0FE2D90CDD2FF663D0AB06F541978A2269477C9?noSaveAs=1>

- APHIS. (2023c). *Manuals. Animal and Plant Health Inspection Service*. Retrieved from [https://www.aphis.usda.gov/import\\_export/plants/manuals/ports/downloads/aphis-certified-irradiation-facilities.pdf](https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/ports/downloads/aphis-certified-irradiation-facilities.pdf)
- APHIS. (2023d). *APHIS Certified irradiation facilities*. Animal and Plant Health Inspection Service. Retrieved from [https://www.aphis.usda.gov/import\\_export/plants/manuals/ports/downloads/aphis-certified-irradiation-facilities.pdf](https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/ports/downloads/aphis-certified-irradiation-facilities.pdf)
- Atom Enerjisi Komisyonu Kurulması Hakkında Kanun (1956b). Resmi Gazete. Yayımlı Tarihi: 4.9.1956. Sayısı: 9398
- Atom Enerjisi Komisyonunun Kurulması Hakkındaki Kanununun 2 nci Maddesinin (K) Fıkrasının Değiştirilmesine ve Türkiye Atom Enerjisi Programının Tatbik Şekli Hakkındaki Kanuna Bir Madde ve Bir Geçici Madde Eklenmesine Dair Kanun (1961c). Resmi Gazete. Yayımlı Tarihi: 12.1.1961. Sayısı: 10705.
- Bayülken, A. (2006). Türkiye’de Nükleer Enerji. İçinde *İTÜ Enerji Çalıştayı ve Sergisi* (ss. 171-180), İstanbul.
- Carden, J.E. (1967). Design of the worlds first industrial-scale grain-irradiation facility. *Isotopes and Radiation Technology*, 4(4): 396-398.
- CODEX. (2003). *Revised codex general standard for irradiated foods (Codex Stan 106-1983)*. Rev.1-2003, Rome, Codex Alimentarius Commission.
- Çetinkaya, N. (2010). Gıda ışınlamada yasal düzenlemeler ve ışınlanmış gıdaların ticareti. İçinde *Gıda Işınlama* (ss.1-11). Ankara:TAEK.
- Dayday, N. (2007). Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA). *Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 10, 32-39.
- Diehl, J.F. (2001). Achievements in food irradiation during the 20<sup>th</sup> century. In: P. Loaharanu & P. Thomas (Eds), *Irradiation for food safety and quality* (pp. 1-9). Lancaster:Technology Publishing Company.
- Dogan Halkman, H.B., Yücel, P.K., & Halkman, A.K. (2014). Non-thermal processing: Microwave. In: C.A. Batt, & M.L. Tortorello (Eds), *Encyclopedia of food microbiology* (pp. 962-965). London:Academic Press.
- Ehlermann, D.A.E. (2016). The early history of food irradiation. *Radiation Physics and Chemistry*, 129, 10-12. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2016.07.024>
- Ehlermann, D.A.E. (2005). Four decades in food irradiation. *Radiation Physics and Chemistry*, 73, 346-347. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2005.02.001>
- Erwin, L. (1985, April). *The codex standard & code of irradiated foods*. In: International Atomic Energy Agency regional workshop on commercialisation of ionising energy treatment of food. New South Wales:Australian Atomic Energy Commission. Retrieved from <https://apo.ansto.gov.au/server/api/core/bitstreams/core/bitstreams/aeb3b687-f109-76a5-e053-150a9d89ded9/content>
- Esin, T., & Alganatay, M. (1968). Kobalt-60 Gamma ışınlarının *Sitophilus Granarius L.* ve *Tribolium Confusum Duv*’a karşı olan etkisi üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 8(1): 39-60. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bitkorb/issue/3572/48303>
- ETKB. (2013). *Mavi kitap*. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve Bağlı, İlgili ve İlişkili Kuruluşların Amaç ve Faaliyetleri, Bağlı ve İlgili Kuruluşlar Dairesi Başkanlığı, Ankara, 363s. Erişim adresi: [www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Mavi\\_Kitap\\_2013.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Mavi_Kitap_2013.pdf)
- Eustice, R.F. (2018). Global status and commercial applications of food irradiation. In: I.C.F.R., Ferreira, A.L., Antonio & Sandra, C.V. (Eds), *Food irradiation technologies: Concepts, applications and outcomes* (pp. 397-424). London:The Royal Society of Chemistry.
- Farkas, J. (2004). Food irradiation. In: A. Mozumder, & Y. Hatano (Eds), *Charged particle and photon interactions with matter* (pp. 785-812). New York:Marcel Dekker.
- Farkas, J., & Mohácsi-Farkas, C. (2011). History and future of food irradiation. *Trends in Food Science & Technology*, 22(2-3): 121-126. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.04.002>
- Farkas, J., Ehlermann, D.A.E., & Mohácsi-Farkas, Cs. (2014). Food technologies: Food irradiation, In: Y. Motarjemi (Ed), *Encyclopedia of food safety* (pp. 178-186). Waltham:Academic Press.
- Fischer, D. (1997). *History of the International Atomic Energy Agency: The first forty years*. Vienna:International Atomic Energy Agency.
- Gamma Pak. (2023). Gamma-pak web page. Erişim adresi: <https://www.gammapak.com>
- Gıda Işınlandırılması Alanında Milletlerarası Bir Projeye Mütedair Anlaşma (1971). Resmi Gazete. Yayımlı Tarihi: 17.3.1971. Sayısı: 13781.
- Gıda Işınlama Yönetmeliği (1999). Resmi Gazete. Yayımlı Tarihi: 06.11.1999. Sayısı: 23868.
- Gıda İşleme Teknolojileri. (2014). Gamma pak gıda ışınlamayı yaygınlaştıracak. Şubat sayısı, s48-49. Erişim adresi: <https://www.gidateknolojisi.com.tr>
- Goresline, H.E. (1978). Action plan on food irradiation. In *Proceedings of An International Symposium on Food Preservation by Irradiation Jointly Organized by the International Atomic Energy Agency* (pp.375-406), Wageningen.
- Griffin, E.B., Hallman, G.J., & Griffin, R.L. (2014). Phytosanitary irradiation in ports of entry: A practical solution for developing countries. *International Journal of Food Science and Technology*, 50, 249-255. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12676>
- Hallman, G.J., & Loaharanu, P. (2016). Phytosanitary irradiation - Development and application. *Radiation Physics and Chemistry*, 129, 39-45. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2016.08.003>

- Hallman, G.J., Hénon, Y.M., Parker, A.G., & Blackburn, C.M. (2016). Phytosanitary irradiation: An overview. *Florida Entomology*, 99, 1-13. Retrieved from <http://journals.fcla.edu/flaent/article/view/88667>
- IAEA. (1960). Atomic prospects in five countries. *IAEA Bulletin*, 2(2): 6-10. Retrieved from <http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull022/02205000610.pdf>
- IAEA. (1962). Radiation disinfestation of grain. *IAEA Bulletin*, 4(4): 18-20. Retrieved from <http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull044/04405401820.pdf>
- IAEA. (1964a). Annual report of the board of governors to the general conference (1 July 1963 - 30 June 1964) GC(VIII)/270. IAEA, Vienna, para. 43, p.8. Retrieved from <http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/Public/41/099/41099989.pdf>
- IAEA. (1964b). General conference board of governors. Role of the Agency in Promoting the Peaceful Uses of Atomic Energy During the Development Decade. Memorandum by the Director General, GC (VIII)/INF/77/GOV/INF/131, IAEA, Vienna, para. d., p.10 Retrieved from <http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/Public/41/100/41100046.pdf>
- IAEA. (1965). Annual report of the board of governors to the general conference (1 July 1964 - 30 June 1965). GC(IX)/299, IAEA, Vienna, para. 114, pp.28-29. Retrieved from <http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/Public/41/096/41096932.pdf>
- IAEA. (1967). Review of the agency's activities. GC(XI)/362, IAEA, Vienna, para. 115, p.83. Retrieved from [http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC11/GC11Documents/English/gc11-362\\_en.pdf](http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC11/GC11Documents/English/gc11-362_en.pdf)
- IAEA. (1987). Legislations in the field of food irradiation. *IAEA-TECDOC-422*, IAEA, VIENNA, 75p. Retrieved from <https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/Public/18/101/18101026.pdf>
- IAEA. (1989). Role, achievements & impact of ICGFI. *Food Irradiation Newsletter*, 13(1): 15-24.
- IAEA. (2023). Database of industrial irradiation facilities. Retrieved from <https://nucleus.iaea.org/sites/diif/Pages/Home.aspx>.
- Ic, E., & Cetinkaya, N. (2021). Food safety and irradiation related sanitary and phytosanitary approaches - Chinese perspective. *Radiation Physics and Chemistry*, 181, 109324. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2020.109324>
- İktisadi İş Birliği ve Kalkınma Teşkilâtı Sözleşmesi Hakkında Kanun (1961d). Resmi Gazete. Yayımlanma Tarihi: 5.4.1961. Sayısı: 10774.
- Kobayashi, Y. (2011). Food irradiation: radiation-based sterilization, insecticidal, and inhibition of sprouting technologies for foods and agricultural produce. In: H. Kudo (Ed), *Radiation applications* (pp.217-254). Tokyo:Springer.
- Kooij, J.V. (1984). Food irradiation makes progress. *IAEA Bulletin*, 26(2): 17-21. Retrieved from <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull26-2/26205781721.pdf>
- Koutchma, T., Keener, L., & Kotilainen, H. (2018). Global harmonization initiative (GHI) consensus document on food irradiation. Retrieved from [https://www.globalharmonization.net/sites/default/files/pdf/GHI-Food-Irradiation\\_October-2018.pdf](https://www.globalharmonization.net/sites/default/files/pdf/GHI-Food-Irradiation_October-2018.pdf)
- McKinley, R.C. (1994). Food irradiation. Past, present and future. *Journal of Food Hygiene and Safety*, 9(1): SI-S11.
- Milletlerarası Atom Enerjisi Ajansı Statüsünün Tasdiki Hakkında Kanun (1957). Resmi Gazete. Yayımlanma Tarihi: 22.06.1957. Sayısı: 9640.
- Molins, R.A. (2001). Introduction. In: R.A. Molins (Ed), *Food irradiation: principles and applications* (pp. 1-21). New York:Wiley Interscience.
- Moy, J.H. (2005). Tropical Fruit Irradiation – From Research to Commercial Application. In *International Symposium New Frontier of Irradiated food and Non-Food Products*, Bangkok. Retrieved from <https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/Public/40/051/40051969.pdf?r=1>
- Nükleer Enerji Sahasında Hukuki Mesuliyete Dair Sözleşmenin Tasdiki Hakkında Kanun (1961b). Resmi Gazete. Yayımlanma Tarihi: 13.5.1961. Sayısı: 10806.
- Pedreschi, F., & Mariotti-Celis, M.S. (2020). Irradiation kills microbes: Can it do anything harmful to the food? In: V. Andersen (Ed), *Genetically modified and irradiated food* (pp. 233-244). London:Academic.
- Roberts, P.B. (2014). Food irradiation is safe: Half a century of studies. *Radiation Physics and Chemistry*, 105, 78-82. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2014.05.016>
- Roberts, P.B. (2016). Food irradiation: standards, regulations and world-wide trade. *Radiation Physics and Chemistry*, 129, 30-34. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2016.06.005>
- Yoon, Y. (2011). Current status of food irradiation: benefits, regulations and acceptance. *Safe Food*, 6, 28-33.
- Sanyal, B., & Ghosh, S.K. (2022). Dosimetry in food irradiation. In: V.M. Gómez- López & R. Bhat (Eds). *Electromagnetic technologies in food science* (pp. 33-52). Hoboken:John Wiley & Sons, Inc.
- Sharma, S.K. (1995). The IAEA and the UN family: Networks of nuclear co-operation. *IAEA Bulletin*, 3, 10-15. Retrieved from <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull37-3/37305381015.pdf>
- Shen, L. (2017). *Status and prospect of application of radiation science and technology in China: a national report*. In 1<sup>st</sup> International Conference on Applications of Radiation Science and Technology. Vienna: IAEA. Retrieved from <https://media.superevent.com/documents/20170424/3725fd0eb3aac215344e0ee83304d85d/s.-lixin.pdf>
- TAEK. (2010). *Narenciye grubu meyvelerde karantina amaçlı ışınlamanın gıda kalitesi ve hijyeni üzerine etkisinin araştırılması*. Ankara: Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Teknik Rapor No: 2010/2, Erişim adresi: <https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/Public/42/009/42009934.pdf?r=1&r=1>

- TÜBA. (2023). *Nükleer Enerji Raporu*. TÜBA Türkiye Bilimler Akademisi. Ankara, 72s. Erişim adresi: <https://www.tuba.gov.tr/files/yayinlar/raporlar/T%C3%9CBA%20N%C3%BCKleer%20Enerji%20Raporu.pdf>
- Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Kanunu (1982). Resmi Gazete. Yayın Tarihi: 13.7.1982. Sayısı: 17753.
- Türkiye Atom Enerjisi Kurumuna Bağlı Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi ile Ankara Nükleer Tarım ve Hayvancılık Araştırma Merkezinin Kaldırılarak Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezinin Kurulması Hakkında Karar (2005). Resmi Gazete. Yayın Tarihi: 1.7.2005. Sayısı: 25862.
- Türkiye Atom Enerjisi Programının Tatbik Şekli Hakkında Kanun (1959). Resmi Gazete. Yayın Tarihi: 8.4.1959. Sayısı: 10180.
- Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Amerika Birleşik Devletleri Hükümeti Arasında Atom Enerjisinin Sivil Sahada İstimali Hususunda İşbirliğine Dair Anlaşma (1956a). Resmi Gazete. Yayın Tarihi: 24.12.1956. Sayısı: 9491.
- Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Amerika Birleşik Devletleri Hükümeti Arasında Atom Enerjisinin Sivil Sahada İstimali Hususunda İş Birliğine Dair Anlaşmanın Değiştirilmesi Hakkında Kanun (1961a). Resmi Gazete. Yayın Tarihi: 22.07.1961. Sayısı: 10861.
- Wang, S., Xu, H., Luan, H., & Cai, J. (2019). Brief introduction of food processing methods and chemical hazards formed during thermal processing. In: S. Wang (Ed), *Chemical hazards in thermally-processed foods* (pp. 1-17). Singapore:Springer.
- Weiss, L. (2003). Atoms for peace. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 59(6): 34-44. Retrieved from <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.2968/059006009>
- WHO. (1965). *The technical basis for legislation on irradiated food*. Report of a Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee. Rome 21-28 April 1964. World Health Organization Technical Report Series, No. 316, WHO, Geneva, 70p.
- WHO. (1970). *Wholesomeness of irradiated food with special reference to wheat, potatoes and onions*. Report of a Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee. Geneva, 8-12 April 1969. World Health Organization Technical Report Series, No. 451, WHO, Geneva, 44p.
- WHO. (1977). *Wholesomeness of irradiated food*. Report of a Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee. Geneva, 31 August - 7 September 1976. World Health Organization Technical Report Series, No. 604, WHO, Geneva, 44p.
- WHO. (1981). *Wholesomeness of irradiated food*. Report of a Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee. Geneva, 27 October - 3 November 1980. World Health Organization Technical Report Series, No. 659, WHO, Geneva, 34p.
- WHO. (1999). High-dose irradiation: Wholesomeness of food irradiated with doses above 10 kGy. Report of a Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee. World Health Organization Technical Report Series, No. 890, WHO, Geneva, 198p.
- WTO. (1995). *Selected World Health Organization activities relevant to the implementation of the WTO agreement on the application of sanitary and phytosanitary measures*. World Trade Organization, Committee on Sanitary and Phytosanitary Measures, G/SPS/W/37, 8p.
- Yılmaz, T. (1970). *Coenurus cerebralis*'teki Scolex'lere Cobalt 60 kaynağından verilen radyasyonun etkisi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(3): 242-255. Erişim adresi: <http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/11/622/8005.pdf>



## Review Article

**A Review on the Antimicrobial Effect of Honey on *Salmonella* and *Listeria monocytogenes*: Recent Studies****Fatih Ramazan İSTANBULLUGİL<sup>1\*</sup>, Nuri TAŞ<sup>2</sup>, Ulaş ACARÖZ<sup>2,3,4</sup>, Damla ARSLAN-ACARÖZ<sup>3,5,6</sup>, Ömer ÇAKMAK<sup>7</sup>, Sezen EVRENKAYA<sup>2</sup>, Zeki GÜRLER<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Department of Food Hygiene and Technology, Faculty of Veterinary Medicine, Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyzstan<sup>2</sup>Department of Food Hygiene and Technology, Faculty of Veterinary Medicine, Afyon Kocatepe University, Afyonkarahisar, Türkiye<sup>3</sup>ACR Bio Food and Biochemistry Research and Development, Afyonkarahisar, Türkiye<sup>4</sup>Department of Food Hygiene and Technology, Faculty of Veterinary Medicine, Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyzstan<sup>5</sup>Department of Biochemistry, Faculty of Veterinary Medicine, Afyon Kocatepe University, Afyonkarahisar, Türkiye<sup>6</sup>Department of Biochemistry, Faculty of Veterinary Medicine, Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyzstan<sup>7</sup>Istanbul Esenyurt University, School of Applied Sciences, Gastronomy and Culinary Arts Department, Istanbul, Türkiye\*Corresponding author e-mail: [fatih.ramazan@manas.edu.kg](mailto:fatih.ramazan@manas.edu.kg)**ABSTRACT****ARTICLE  
INFO**

Foodborne pathogens like *Salmonella* and *Listeria monocytogenes* are microbial agents capable of causing severe illnesses, and they pose a perpetual menace to the food industry. Given their potential to jeopardize human health, both food producers and consumers hold significant concerns regarding these pathogens. The quest for novel strategies and natural preservatives in the domain of food safety holds paramount importance in the effort to curtail the dissemination and contamination of these pathogens. In this context, honey stands out as a notable natural product with substantial potential. Honey, through its bioactive constituents, including phenolic compounds, specialized enzymes, and particularly the production of hydrogen peroxide, can serve as an efficacious tool in combatting microorganisms. This review undertakes an exploration of the antimicrobial impacts of honey on *Salmonella* and *Listeria monocytogenes* by conducting a comprehensive assessment of existing literature and consolidating available data. The existing data strongly indicates the potential of honey's antimicrobial components to hinder the proliferation and dissemination of these pathogens. This review's principal aim is to outline a path for future research and applications, acknowledging the essential need for additional data and thorough investigations before efficiently deploying honey as a countermeasure against these pathogens.

Received:  
24.10.2023  
Accepted:  
17.11.2023

**Keywords:** Honey, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, Antimicrobial Effect, Food Pathogens

**Cite this article as:** İstanbullugil, F.R., Taş, N., Acaröz, U., Arslan-Acaröz, D., Çakmak, Ö., Evrenkaya, S & Gürler, Z. (2023). A Review on the Antimicrobial Effect of Honey on *Salmonella* and *Listeria monocytogenes*: Recent Studies. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 13(2), 210-225. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1379465>



## INTRODUCTION

Honey was used as a medicine by the Egyptians before 1900-1250 BC and is one of the oldest known foods. The scientist and philosopher Aristotle described honey as a good ointment for sore eyes and wounds, while Dioscorides recommended the use of honey for various ailments such as bruises, ulcers, coughs, sore throats and sunburn. Ancient Greeks employed honey to address exhaustion, as noted by (Khan et al., 2018). Ibn Sina, a renowned Muslim physician from the 10th century, featured numerous remedies using honey to alleviate a wide range of health conditions in his work, *Al-Kanun fitTıb*. Additionally, he utilized a paste composed of honey and flour to manage wounds. Hippocrates, the Greek physician often regarded as the pioneer of modern medicine, made significant contributions to medical knowledge. He argued that honey was effective in treating pain, fever and wounds. Honey has important effects on human health such as antimicrobial, antioxidant and anti-inflammatory. These effects are due to the bioactive components it contains (Bahar, 2022; Cinar, 2020; Ali et al., 2023). Extensive research has unveiled the diverse spectrum of antimicrobial qualities present in honey, encompassing antibacterial, antifungal, antimycobacterial, and antiviral effects. These characteristics have been validated through a multitude of in vitro investigations and a limited selection of clinical trials (Israili, 2014; Asma et al., 2022a). Nonetheless, its utilization within the contemporary pharmaceutical sector remains limited, primarily because of insufficient scientific inquiry and investigation (Diğrak, 2006). The existence of propolis and pollen in honey raises the possibility that some of the honey's antibacterial efficacy may be attributed to the antibacterial agents found in these elements (Redzic et al, 2011; Viuda-Martos et al., 2008). Examinations of honey's antibacterial potential reveal that honey can, in certain instances, entirely impede the proliferation of specific bacterial strains frequently responsible for infections, even when substantially diluted (Balázs et al., 2021; Dunford et al., 2000; Molan, 1999).

Manuka honey, derived from the *Leptospermum* plant, is a highly prized type of honey for its broad-spectrum antimicrobial activity. Recent research also suggests that honeydew honey may have even greater antimicrobial potential than monofloral honey, highlighting the critical role of geographical origin of honey. The specific geographical location and prevailing climatic conditions can affect the composition of bioactive compounds in plant nectar. All these elements together contribute to the overall quality of honey and consequently to its antimicrobial efficacy. Manuka honey is known to have antibacterial effect against about 60 different bacterial species including gram positive and negative, anaerobic, aerobic ones (Cokcetin et al., 2016; Pita-Calvo & Vázquez, 2017; Silici et al., 2010, Asma et al., 2022b). The studies have shown that honey has inhibitory properties not only against bacteria, but also against parasites, fungi and viruses (Hossain et al., 2020; Karadal, 2012; Nainu, 2021; Sekar et al., 2023). One of the studies found that a 10% honey solution applied to the *Echinococcus granulosus*, which causes hydatid cysts, had a lethal effect within three minutes. The antibacterial activity of honey is due to factors such as hydrogen peroxide production, high sugar concentration, low pH and low water activity. Hydrogen peroxide is produced by the glucose oxidase enzyme in the hypopharyngeal glands of bees, which oxidises the glucose in honey and is the main antibacterial component of honey. It was observed that antibacterial effect persisted in honeys in which catalase enzyme from pollen of some plants inactivated hydrogen peroxide. Phenolic acids and their derivatives, flavonoids, polyphenols, aromatic acids, non-dissociated organic acids such as gluconic acid and recently Maillard reaction products have also been shown to be effective in the antibacterial activity of honey. It was found that the antibacterial activity in dark coloured honeys was higher than in light coloured honeys and it was stated that this result was related to the antibacterial activity of phenolic compounds found more in dark coloured honeys (Brudzynski, 2020; Bucekova, et al., 2014; Karadal, 2012).

The presence of hydrogen peroxide in honey is extensively documented and is considered one of honey's fundamental antimicrobial constituents. Honeybees (*Apis mellifera*) naturally produce hydrogen peroxide as a byproduct during the nectar collection process. Hydrogen peroxide is a well-defined antimicrobial agent. Hydrogen peroxide is an oxidative biocide that eliminates microorganisms by extracting electrons from their chemical configurations. This impedes the proliferation of microbes and induces irreversible DNA harm through the creation of hydroxyl radicals (Bernard et al., 1997; Brudzynski et al., 2012; Finnegan et al., 2010; Saranraj & Sivasakthi, 2018).

Scientists have undertaken comprehensive scientific studies to explore the antimicrobial attributes of honey and various bee-derived substances, aiming to consider their potential application in healthcare and the pharmaceutical sector. These research efforts are positioned to establish the foundation for future inquiries centered on pinpointing the precise elements that bestow antimicrobial characteristics upon honey and its related products (Asma et al., 2022a; Segueni et al., 2023).

Early examinations of honey have identified several key factors contributing to its antimicrobial properties. These include its high sugar content, low pH levels, the presence of polyphenolic compounds, hydrogen peroxide, and the discovery of an inhibin (Maddocks & Jenkins, 2013). Moreover, examinations have shed light on the plausible antimicrobial function of a protein originating from bees, known as bee defensin-1, present within honey (Albaridi, 2019; Dustmann, 1979; Molan, 1992). This implies that honey specimens contain an array of antimicrobial components, and their efficiency cannot be ascribed to a singular antimicrobial agent. Additionally, honey is composed of numerous constituents that work in synergy to enhance its antimicrobial potency (Nolan et al., 2019).

Additionally, hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ) plays an important role in the antimicrobial activity of honey. It is produced during the ripening of honey under the action of the glucose oxidase enzyme. Glucose oxidase is secreted by the bees' pharyngeal glands. This enzyme breaks down glucose into  $H_2O_2$  and gluconic acid. Exposure of honey to heat and light can reduce the level of  $H_2O_2$  because glucose oxidase is sensitive to heat and light. The resulting  $H_2O_2$  inhibits microorganisms from spoiling ripened nectar. It is important to note that it is only during the ripening stage of the honey that  $H_2O_2$  is produced. The glucose oxidase enzyme is inactivated and  $H_2O_2$  production ceases as its production increases the acidity of the honey. Increased acidity causes  $H_2O_2$  to break down into water and oxygen. The activity of  $H_2O_2$  has been observed to be increased by diluting honey and reducing its acidity. When honey is diluted with water in proportions ranging from 15% to 50%, the maximum  $H_2O_2$  activity has been observed. Some honeys still showed antimicrobial properties even when glucose oxidase was found to be inactive (Majtan et al., 2021; Özmen & Alkın, 2006).

Phenolic compounds and flavonoids, which are transferred from nectar to honey, have been demonstrated to play a role in the antimicrobial activity of honey. The antimicrobial activity of honey is maintained even after the decomposition of hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ). This persistence of antimicrobial activity is attributed to the presence of phenolic compounds and flavonoids. (Çoban, 2022; Faúndez, 2023). Studies have reported that honey has an antibacterial effect on around 70 species of bacteria, including both anaerobic and aerobic, gram positive and gram negative bacteria (Hunter et al., 2021; Iliia et al., 2021; Majtan et al., 2021; Nayaka et al., 2020).

Honey bee defensin-1 is an antimicrobial peptide found in the honey bee's circulatory system and hypopharyngeal glands. Honey bee defensin-1 is an antimicrobial peptide that is innate in bees and plays an important role in the immune system against various microorganisms such as yeasts, fungi, protozoa, Gram-positive and Gram-negative bacteria. The most significant activity of this antimicrobial peptide is observed against Gram-positive bacteria such as *Staphylococcus aureus*, *Paenibacillus larvae* and *Bacillus subtilis*. However, its efficiency against multidrug-resistant strains is relatively limited. Discrepancies in the levels of honey bee defensin-1 among different honey samples likely stem from variations in the production of antimicrobial peptides by bee glands. Current studies on the mechanism of action of honeybee defensin-1 argue that it induces pore formation in bacterial cell membranes and thus causes cell death (Ganz, 2003; Ilyasov et al., 2012; Kwakman et al., 2011; Oryan et al., 2016).

Honey's exceptional antimicrobial potential, particularly in the face of antibiotic-resistant bacteria, has spurred research into its synergistic interactions with antibiotics. Numerous investigations have delved into various combinations of antibiotics and honey, yielding encouraging outcomes. can be applied Honey can be applied in wound treatment as a topical or as honey-impregnated dressings. As an illustration, the amalgamation of Manuka honey with tetracycline has exhibited heightened antimicrobial effectiveness against pathogens such as *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. Leveraging tetracycline's wide-ranging antimicrobial attributes and the enhanced efficacy achieved through the inclusion of Manuka honey, this pairing stands as a promising contender for advancing wound healing and therapeutic interventions (Homaeigohar and Boccaccini, 2020; Jenkins & Cooper, 2012). In a similar scenario, the simultaneous use of sub-inhibitory levels of Medihoney with rifampicin revealed the absence of rifampicin

resistance among clinical *Staphylococcus aureus* isolates. These results offer substantial support for contemplating the application of honey in clinical environments, particularly when dealing with prolonged or recurring infections (Müller et al., 2013). Moreover, the interplay between honey and antibiotics has demonstrated synergistic and additive impacts when dealing with biofilms. This is well illustrated by the synergy of vancomycin with Manuka honey in the context of tackling *Staphylococcus aureus* biofilms and the complementarity observed with gentamicin and Manuka honey in addressing biofilms produced by *Pseudomonas aeruginosa* (Asma et al., 2022c; Campeau & Patel, 2014; Combarros-Fuertes et al., 2020). These findings underscore the promising possibilities of utilizing honey and emphasize the importance of additional research to fully exploit the synergistic benefits for clinical purposes.

This review examines deeply antimicrobial potential of honey against pathogenic microorganisms such as *Salmonella* and *Listeria monocytogenes* and presents the latest research findings in the literature. Enhancing our comprehension of honey's antimicrobial characteristics has the potential to open doors to fresh applications in both the food industry and the healthcare domain.

### **Antimicrobial Effects of Honey on *Salmonella***

*Salmonella* pertains to a bacterial genus capable of inducing salmonellosis, an alimentary disease. Manifestations of salmonellosis encompass abdominal discomfort, diarrhea, elevated body temperature, vomiting, headaches, and fatigue. Typically, these symptoms manifest within a span of 6 to 72 hours following exposure and may endure for multiple days (Kim et al., 2018). *Salmonella* bacteria have the potential to be transmitted to individuals through the ingestion of tainted meat, water, or edibles from animals carrying the infection. Common reservoirs of this bacterium encompass uncooked or insufficiently cooked poultry, turkey, eggs, beef, and seafood (Acaröz et al., 2018). Additionally, the bacterium can be present in contaminated fruits, vegetables, and various food items. Preventing salmonellosis necessitates strict adherence to food safety guidelines when handling and cooking food, rigorous maintenance of high hygiene standards, and the avoidance of consuming undercooked food items. In addition, probiotic bacteria and their metabolites can diffuse into the gut lumen and modify the community, resulting in the elimination of enteric pathogens such as *Salmonella*. *Salmonella* continues to pose a significant challenge in the domains of food safety and public health, thereby prompting the enforcement of diverse measures for its control, encompassing the examination and oversight of food products (Acaröz et al., 2018; Ehuwa et al., 2021; Hardy, 2004; Zhu et al., 2023).

Recent research has brought to light that specific natural foods, honey among them, have the potential to obstruct the growth and transmission of harmful bacteria such as *Salmonella*. This section offers a thorough interpretation of the most recent studies delving into the antimicrobial effects of honey against *Salmonella*, accentuating its role as a potential natural antimicrobial agent.

Akyalçın & Süerdem, (2017) collected honey samples from diverse botanical sources, encompassing floral, multifloral, chestnut, oak, and thyme varieties, examined their efficacy against *Salmonella* Typhimurium. The assessment was carried out utilizing the agar well diffusion technique on Mueller-Hinton agar. Among these, oak honey exhibited the most substantial antioxidant capacity, surpassing the other honeys. Notably, all of the honey samples displayed antimicrobial properties against *Salmonella* Typhimurium. Interestingly, some earlier research has indicated that chestnut honey boasts a superior antioxidant capacity when compared to other honey varieties (Sagdic et al., 2013; Saral, 2018). Nevertheless, in contrast to these conclusions, the investigation at hand revealed that the antioxidant capacity of oak, thyme, and floral honeys surpassed that of chestnut honey. These discrepancies may be attributed to geographical variations in the plant life within the regions where the honey is produced (Bican & Akyalçın, 2018). Additionally, Russo et al., (2023) evaluated the antimicrobial potential of honey samples obtained from five different floral sources, namely eucalyptus, thyme, chestnut, citrus, and sulla produced in the Sicilian regions, against *Salmonella* Typhimurium. Both undiluted and diluted (100%, 75%, 50% and 25%) honey samples showed a wide range of inhibition activity. Interesting antagonistic properties were observed especially for thyme honey. In addition, it was observed that the inhibitory effect of dark-coloured honeys was more pronounced than that of light-coloured honeys. The honey samples were able to inhibit *Salmonella* Typhimurium in both diluted and undiluted formulations. The inhibition zone diameters ranged from 7 mm to 28 mm. In addition to, Wadi, (2022) evaluated the antibacterial activity of a variety of natural and commercial honey samples

collected from 32 different countries against *Salmonella* Typhimurium. A total of 32 honey samples of different floral origin (both natural and commercial) were tested *in-vitro* for their antibacterial activity against *Salmonella* Typhimurium using disk diffusion technique in Sudan. All natural and commercial honey samples were equally susceptible to *Salmonella* Typhimurium. Commercial honey showed the same antibacterial activity as raw, unprocessed honey against the tested clinical isolates. In this context, honey could be used as a proven alternative to traditional antibiotics for the treatment of clinical isolates.

Cilia et al., (2020) evaluated 41 honey samples from different regions of Ukraine for antibacterial activity against *Salmonella* Typhimurium. Consistent with other studies, *Salmonella* showed a wide range of responses to the honeys. Also, Postali et al., (2022) evaluated the antibacterial activity of honey samples collected in Greece against *Salmonella* Typhimurium. The results showed that *Salmonella* was susceptible to honey samples only at concentrations above 6.25% (v/v).

Park et al., (2020) evaluated the antimicrobial activity of Korean Hovenia monofloral honey (*Hovenia dulcis*) against *Salmonella* Typhimurium. Hovenia monofloral honey exhibited minimum inhibitory concentration (MIC) values ranging from 25% to 50% (w/v). Hovenia monofloral honey has strong antibacterial activity and can be used to preserve food from foodborne pathogens. Furthermore, Otmani et al., (2021) used agar diffusion tests and MIC measurements to determine the *in-vitro*. antibacterial activity of 26 honey samples in Algeria. It has been determined that these honeys were sensitive to 9 types of monofloral honey and 9 types of polyfloral honey. Furthermore, the study showed that honey's dark colour was an indicator of its high bioactive and antibacterial content.

Various factors can affect the quality of stingless bee honey. The properties of this honey may vary according to different seasons of the year. Therefore, the aim of Mahmood et al., (2021a) evaluated the antimicrobial properties of honey from stingless bees from various multifloral sources. Honey was collected from hives located in two different regions in Besut, Terengganu, Malaysia. The difference between these fields is that one is planted with only two flowering species (*Stevia*) while the other is planted with more than two flowering species. The foodborne pathogen *Salmonella* Typhimurium was analyzed for antimicrobial properties. The results showed that honey samples collected during both dry and rainy seasons exhibited antimicrobial properties against to all tested foodborne pathogens. However, dry season samples showed higher antioxidant properties compared to honeys harvested in the rainy season. This study underlines the significant impact of seasonal changes on antioxidant properties.

Oğur et al., (2022) aimed to determine the antimicrobial activity of natural honey obtained from Bitlis, Turkey against *Salmonella* Enteritidis, a foodborne pathogen. The hollow agar method was used to determine the antimicrobial activity of natural honey samples at different concentrations (10%, 25%, 50% and 100%). 50% concentrate of natural honey showed significant antimicrobial activity against *Salmonella* Enteritidis by creating an inhibition zone of  $22.50 \pm 2.73$  mm. As a result, natural honey from this region has been found to have the potential to develop new drugs for the treatment of certain infectious diseases using its active compounds that exhibit antimicrobial activity.

Adeyemo et al., (2017) conducted a study on the evaluation and comparison of the antibacterial activities of different types of honey in southwestern Nigeria. They also aimed to provide information about a more affordable and effective natural-based antibacterial product and to confirm the antibacterial activity of honey in the region by comparing the antibacterial activity of honey with the standard antibiotic streptomycin. In this study, honey inhibited the growth of *Salmonella* Typhimurium when diluted with sterile distilled water to a 50% (v/v) concentration. Zones of inhibition exhibited by honey ranged from  $6.0 \pm 0.6$  mm to  $30.7 \pm 1.2$  mm. Super dark amber honey has been shown to have the highest antimicrobial activity, comparable to the antibiotic streptomycin. It demonstrated potent broad-spectrum antibacterial activity against a wide range of bacteria. However, more research is needed to assess its feasibility for clinical use.

Wang et al., (2021) investigated the antimicrobial activity of Qinling *Apis cerana* honey, a traditional Chinese honey, against *Salmonella* Typhimurium. The extract caused significant shrinkage and collapse of *Salmonella* Typhimurium cell membranes *in vitro*. The extract significantly reduced *Salmonella* Typhimurium levels in mice. This research provides valuable insights into the antimicrobial properties of Qinling *Apis cerana* honey against *Salmonella* Typhimurium and its antibacterial mechanism.



Ejaz et al., (2023) isolated 20 highly drug-resistant *Salmonella* Typhimurium strains from pediatric sepsis patients. PCR was used to identify the antimicrobial resistance genes carried by these strains. The antimicrobial activity of five Pakistani honeys, namely Sidr (*Ziziphus spina-christi*), Neem (*Azadirachta indica*), Mustard (*Brassica nigra*), Beri (*Ziziphus mauritiana*), and Orange (*Citrus sinensis*) honey, was evaluated using the agar diffusion assay. Notably, among the five honeys, Beri honey showed an inhibition zone ranging from 7 to 15 mm, while Neem honey showed an inhibition zone ranging from 7 to 12 mm. These results indicate that these five honeys from Pakistan have the potential to effectively contribute to the management of extensively drug-resistant *Salmonella* Typhimurium.

Ayub et al., (2020) investigated the effect of sub-inhibitory concentrations of locally available Marhaba brand honey and non-branded honey extracted from the *Ziziphus mauritiana* plant on *Salmonella* Typhimurium in Pakistan. The results showed that the growth of the pathogenic bacteria tested was effectively controlled by both Marhaba honey and *Ziziphus mauritiana* honey. However, before suggesting honey as a superior antibacterial agent in food production facilities where low pH and high temperatures are frequently used, it is recommended that further research be conducted to understand the development of tolerance to adverse conditions such as pH 2.5 and temperature of 60°C.

Ghifari Alhadz et al., (2021) investigated the antibacterial activity of five different types of honey against the growth of *Salmonella* Typhimurium. Results showed Kupang and Sumba honey had low antibacterial activity (<6mm). In addition, Lombok white honey (7.74 mm), Gunung Kidul-Lanceng honey (7.37 mm) and Lombok black honey (6.74 mm) were found to have moderate antimicrobial activity at 100% concentration. In addition, Kalidasan et al., (2017) evaluated the antimicrobial activities of three different honey samples, namely Kombu honey, Malan honey and Commercial honey, against *Salmonella* Typhimurium. All honeys were used at a concentration of 75 µl and Kombu honey showed an inhibition zone of 24 mm, Malan honey 21 mm and Commercial honey 19 mm. Consequently, it was concluded that Kombu honey had higher antimicrobial activity against bacterial pathogens and was considered more effective compared to Malan and Commercial honey in the scientific article.

Sulaiman & Sarbon, (2022) conducted a study to investigate the effect of heat treatment on the antimicrobial properties of Tualang, Acacia and Kelulut honey against *Salmonella* Typhimurium. As the temperature of the heat treatment increased, the antimicrobial efficacy of the treated honey decreased. Only Kelulut honey showed an inhibition zone at all temperatures in the agar well diffusion test. In general, there was a decrease in the antimicrobial properties of the heat-treated honeys. This decrease is related to the reduction of antibacterial elements in honey, such as hydrogen peroxide, due to the application of elevated temperatures. Kelulut and Tualang honey showed superior antimicrobial properties compared to Acacia honey. Also, Shalsh et al., (2021) conducted a study to investigate the antimicrobial activity of commercially available local *Malaysian Trigona* sp. honey against the pathogen *Salmonella* Typhimurium. The disc diffusion and agar well diffusion tests were used to test different concentrations of honey. The raw form of Kelulut honey showed better antibacterial results than the diluted honey based on the results of the agar well diffusion test. Clear zones of inhibition against *Salmonella* Typhimurium of  $7.2 \pm 0.3$  mm and  $8.1 \pm 0.4$  mm were obtained from two separate samples of Kelulut honey. These results demonstrate that *Trigona* sp. honey has antibacterial properties. The different concentrations of honey (%20, %40, %60 and %80) play a significant role in its efficacy.

Bhalchandra & Joshi, (2021) conducted a study to investigate the antibacterial properties of raw honey from three species of bees found in the Kannad taluka of Aurangabad district. The Agar Well Diffusion method was used to test the honey samples against *Salmonella* Typhimurium. The results revealed the susceptibility of the honey samples to *Salmonella* Typhimurium. Significantly, the observation of inhibition zones distinctly pointed out that honey sourced from *Apis florea* and *Apis cerana indica* manifested the most elevated antibacterial efficacy, whereas honey from *Apis dorsata* displayed comparatively lower antibacterial activity.

Akyalçın & Suerdem, (2017) carried out an evaluation involving six honey samples sourced from Kosovo to investigate their antibacterial potential against *Salmonella* Typhimurium. The methodology employed was the agar well diffusion method on Mueller Hinton agar. Notably, all six honey samples displayed robust



antibacterial properties, showcasing inhibition zones that spanned from 16 to 40 mm. These findings hint at the potential utility of honey as a promising alternative to antibiotics, particularly in the context of managing bacterial skin and soft tissue infections.

Agar diffusion assessments targeting *Salmonella* underscore the substantial antimicrobial efficacy of honey, as underscored by the emergence of inhibition zones. The inhibition areas of honey obtained from various flowers and in various concentrations against different *Salmonella* types are shown in Table 1. These conclusions lend weight to the application of honey as a natural solution for addressing *Salmonella* infections. In the context of this investigation, the manifestation of inhibition zones serves as tangible proof of honey's antimicrobial attributes. These outcomes emphasize the potential of honey to function as a natural deterrent against pathogenic bacteria within the human organism. Consequently, further research is essential to delve into the prospects of utilizing honey in *Salmonella* management and prevention.

**Table 1.** Inhibition areas of honey obtained from various flowers and in various concentrations against different *Salmonella* types

Honey Types	<i>Salmonella</i> Types	Concentration of Honey	Inhibition Zone (mm)		References
Floral	<i>S. Typhimurium</i> ATCC 51812	100%	32		Akyalçın & Süerdem, 2017
Highland			30		
Chestnut			30		
Oak			26		
Thyme			14		
Chestnut	<i>S. Typhimurium</i> ATCC 14026	100%	27±1.15		Russo et al., 2023
		75%	27±0.00		
		50%	17±0.58		
		25%	15±0.00		
Eucalyptus		100%	20±0.58		
		75%	18±1.00		
		50%	16±0.58		
		25%	8±0.58		
Sulla		100%	28±1.00		
		75%	27±0.58		
		50%	24±1.73		
		25%	14±2.08		
Thyme		100%	30±0.00		
		75%	27±1.53		
		50%	19±1.00		
		25%	11±0.00		
Citrus		100%	23±0.00		
		75%	17±1.15		
		50%	16±2.00		
		25%	8±0.00		
Blossom honey ( <i>Arbutus andrachne</i> L.)	<i>S. Typhimurium</i> DT193	75%	9.33±1.15		Postali et al., 2022
Honey from stingless bee ( <i>Heterotrigona itama</i> )	<i>S. Typhimurium</i> ATCC 13311	100%	Dry Season 1	8.67±0.58	Mahmood et al., 2021a
			Dry Season 2	11.33±0.58	
			Rainy Season 1	13.67±1.15	
			Rainy Season 2	17.33±0.58	
Honey Sample 1	<i>S. Enteritidis</i> ATCC 13076	100%	13.00±1.10		Oğur et al., 2022
Honey Sample 2			14.00 ± 1.10		
Honey Sample 3			15.00 ± 0.00		
Dark amber Super light	<i>S. Typhi</i>	50%	6.0±0.0		Adeyemo et al., 2017
			18.0±0.6		

amber				
Light amber			20.7±1.2	
Super dark amber			27.3±1.2	
Bitter			21.3±1.2	
Sidr	<i>S. Typhi</i>	50%, 40%, 30%, 20% and 10%	7-12	Ejaz et al., 2023
Neem			6-13	
Mustard			5-9	
Orange			6-12	
Beri			7-15	
Kupang	<i>S. Typhi</i>	100%	<6±.00	Ghifari Alhadz et al., 2021
Sumba			<6±.00	
Lombok white			7.74±.16	
Gunung Kidul- Lanceng			7.37±0.52	
Lombok black			6.74±0.42	
Super Archipelago			7.29±.60	
Raw bee honey	<i>S. Typhi</i>	ND	19 ± 0.5- 25 ± 0.6	Wadi, 2022
Kombu	<i>S. Typhi</i>	75%	24	Kalidasan et.al., 2017
Malan			21	
Commercial			19	
Kelulut	<i>S. Typhi</i>	100%	7.2 ± 0.3	Shalsh et al., 2021
Kelulut	<i>S. Typhi</i>	100%	18.10 ± 0.25	Sulaiman & Sarbon, 2022
Tualang			13.10 ± 0.15	
Acacia			12.10 ± 0.15	
Mountain	<i>S. Typhimurium</i> ATCC 51812	50%	36	Akyalçın & Suerdem, 2017
Floral 1			40	
Meadow flowers			36	
Pinus			36	
Floral 2			36	
Floral 3			36	
Chestnut	<i>S. Typhi</i>	90%	18.0±2.0	Gośliński et al., 2020
		80%	16.0±2.0	
		70%	15.0±1.0	
		60%	13.0±1.0	
		50%	12.0±1.0	
		40%	12.0±1.0	
		<30%	0	
Linden		90%	12.0±1.0	
		80%	0	
		70%	0	
		60%	0	
		50%	0	
		40%	0	
		<30%	0	
Honeydew	90%	14.0±1.0		
	80%	13.5±0.5		
	70%	12.0±0.0		
	60%	12.0±0.0		
	50%	0		
	40%	0		
	<30%	0		

### **Antimicrobial Effects of Honey on *Listeria monocytogenes***

*Listeria monocytogenes* poses a substantial public health concern, primarily due to its widespread presence in the environment and its capability to endure adverse conditions encompassing refrigeration, freezing, heating, and desiccation. It constitutes a highly pathogenic microorganism with the potential to elicit a spectrum of human infections, inclusive of conditions like meningitis, septicemia, conjunctivitis, and skin and mucous membrane infections. While healthy adults often exhibit tolerance to low-level exposure to *Listeria monocytogenes* without symptomatic development, specific demographic groups, including children, the elderly, expectant mothers, infants, and individuals with compromised immune systems, are markedly more vulnerable to the deleterious effects associated with this bacterium (Acaröz et al., 2017; Goulet et al., 2006; Kara et al., 2019). Additionally, encephalitic listeriosis is a type of listeria infection that causes inflammation of the brain and enters the body through food consumption. It is critical to take various food safety precautions, such as cooking foods well and paying attention to hygiene practices, to reduce the risk of encephalitic listeriosis. In addition, people with weakened immune systems may need to be more cautious about such infections (Hatipoğlu et al., 2022; Özdemir et al., 2021).

Because *Listeria monocytogenes* is so important, food safety experts and researchers have investigated the potential of natural antimicrobial agents. In this context, the role of honey as a potential natural antimicrobial agent against *Listeria monocytogenes* was examined. In this part, we explore contemporary research endeavors that examine the antimicrobial potential of honey in the context of combating *Listeria monocytogenes*. The results emanating from these studies hint at the promising prospect of honey serving as a natural substitute for traditional antibiotics.

Pajor et al., (2018) conducted an examination wherein they subjected honey samples originating from the northern region of Poland to a screening process aiming to identify bacteria capable of generating metabolites that impede the proliferation of *Listeria monocytogenes*. The outcome revealed the presence of highly potent bacteria, yielding 38 active strains that exhibited significant efficacy against *Listeria monocytogenes*. This study underscores the potential of honey produced in northern Poland as a valuable source of bacteria yielding antimicrobial metabolites. Additionally, Putri et al., (2020) lactic acid bacteria were extracted from honey sourced from *Apis mellifera* bee through the utilization of the coating method, yielding a total of 9 isolates. These isolates underwent thorough characterization, and their prospective antimicrobial efficacy against *Listeria monocytogenes* was assessed via the well-diffusion test. As an outcome of this investigation, two promising isolates were successfully identified.

Çakır & Dervişoğlu, (2022) investigated the antimicrobial effects of honey collected from different regions of Bingöl province using the disk diffusion method. Honey samples were prepared and tested for their antimicrobial activity against *Listeria monocytogenes* at three different concentrations (500, 250 and 125 mg/ml). The results obtained showed that none of the honey samples prepared at three different concentrations had any antibacterial activity against *Listeria monocytogenes*.

Nazzaro et al., (2021) aimed to evaluate the sensitivity of bacterial biofilm formation and metabolic changes occurring in bacterial cells caused by sulla, lavender, tree of heaven, ivy and strawberry tree monofloral honey varieties. *Listeria monocytogenes* exhibited up to 72.20% sensitivity to biofilm inhibition. Additionally, Fratianni et al., (2021) evaluated the effects of different monofloral honeys of Italian origin on *Listeria monocytogenes*. *Listeria monocytogenes* was generally sensitive to the inhibitory effects of all honeys. While sensitivity reached 90% in the presence of ivy honey, it was higher than 90% in the presence of blackberry honey and snowberry honey.

Fratianni et al., (2023) investigated the potential antimicrobial effects of legume honeys, especially alfalfa, astragalus, carob, indigo and sainfion, against the pathogen *Listeria monocytogenes*. With a few exceptions, all legume honeys have been found to be biofilm inhibitors. Carob honey was the most effective honey sample in inhibiting *Listeria monocytogenes* biofilm formation. The inhibition efficiency was up to 81.71%. It was also effective in the presence of glucose in the bacterial growth medium. In conclusion, the study shows that these five honeys may, in different ways, enhance certain prebiotic properties and inhibit biofilm when consumed.

Zapata-Vahos et al., (2023) examined the antimicrobial activity of honey obtained from two bee species, *Melipona eburnea* and *Apis mellifera*, against *Listeria monocytogenes* in Colombian tropical forests.

Inhibitory activity was observed against *Listeria monocytogenes*. It was observed that there was a statistically significant difference in inhibitory activity against *Listeria monocytogenes* between the rainy season and the dry season in honey obtained from *Apis mellifera* ( $p \leq 0.05$ ), whereas there was no such difference in honey obtained from *Melipona eburnea*. The study concluded that environmental conditions, flower species and geographical location of flower sources are responsible for the variability in the antimicrobial activity of honey.

Gkoutzouvelidou et al., (2021) investigated an inquiry encompassing eight honey samples sourced from Lemnos Island, in addition to one Manuka honey sample. The objective was to assess their antimicrobial potential against *Listeria monocytogenes* bacteria. The noteworthy revelation from this study is that all the Lemnos honey samples displayed antibacterial characteristics, resulting in inhibition zones of equivalent dimensions ( $5.0 \pm 0.0$  mm) as observed in the case of Manuka honey. Additionally, Đurović et al., (2022) assessed the antimicrobial potential of honey variants, including acacia, sunflower, and forest meadow, sourced from Serbia was scrutinized concerning their effectiveness against *Listeria monocytogenes*. The findings unveiled that forest meadow honey showcased the most robust antibacterial activity, closely followed by sunflower honey, whereas acacia honey exhibited the comparatively lower antibacterial efficacy.

Engin et al., (2022) assessed the antibacterial attributes of chestnut, citrus, sunflower, and clover honey were evaluated in the context of their response to varying storage conditions, including exposure to heat and light, as well as different durations of storage. Notably, all four varieties of honey demonstrated a moderate level of antibacterial activity against *Listeria monocytogenes* when examined at a 1:1 concentration ratio. This study suggests that storing honey in cool, dark conditions may preserve its antimicrobial activity. Additionally, Çakır et al., (2020) investigated the antimicrobial activity of honey samples from Sivas (Zara), Gümüşhane, and Rize (Anzer) provinces against *Listeria monocytogenes*. None of the honey samples exhibited antimicrobial activity against *Listeria monocytogenes*. Furthermore, Bican & Akyalçın, (2018) investigated oak honey samples were assessed for antimicrobial activity against *Listeria monocytogenes* using the agar well diffusion method. The inhibition zone for *Listeria monocytogenes* in oak honey was 14 mm.

Mahmood et al., (2021b) conducted a study to determine the antimicrobial properties of non-stinging honey from different multifloral origins in both dry and wet seasons. Two different multifloral areas (Area A and B) were used to collect honey samples. While Area A was planted with only two flowering species (including Stevia), Area B was planted with more than two flowering species. Well diffusion method was used to analyze the antimicrobial properties against *Listeria monocytogenes*. Both sets of honey samples collected in both seasons showed antimicrobial properties against *Listeria monocytogenes*, while samples from the dry season showed higher levels of inhibition.

Oğur et al., (2022b) aimed to determine the antimicrobial activities of natural honey against *Listeria monocytogenes* in Bitlis. They used the agar well diffusion method to determine their antimicrobial activity at 10%, 25%, 50% and 100% concentrations. The results showed strong antimicrobial activity; 50% concentration of honey produced a zone of inhibition of  $34.00 \pm 1.10$  mm on *Listeria monocytogenes*. The greatest inhibition zones were observed in 100% concentrate. No zones were observed in the 10% concentrate. Additionally, Adeyemo et al., (2017) evaluated and compared the antibacterial activities of different types of honey in southwestern Nigeria. Their aim was also to verify the antibacterial effectiveness of honey in southwestern Nigeria and to provide information on a potentially cheaper alternative antibacterial product of natural origin. Broth tube dilution method was used to determine the minimum inhibitory concentration of honey samples. The data obtained showed that the inhibitory zone size of honey samples varied between  $6.7 \pm 1.2$  mm and  $26.0 \pm 1.2$  mm, while the zone size of streptomycin was  $12.0 \pm 0.6$  mm. Compared to the standard antibiotic streptomycin, this shows that honey has antimicrobial activity.

The findings acquired indicate that honey possesses a notable antimicrobial influence against *Listeria monocytogenes*. The inhibition areas of honey obtained from various flowers and in various concentrations against different *Listeria* types are shown in Table 2. These outcomes hint at the potential utility of honey in bolstering food safety, presenting a natural substitute for controlling pathogens like *Listeria monocytogenes*. Nonetheless, for the effective utilization of honey against *Listeria monocytogenes*, additional data concerning application conditions and quantities, as well as further exploration through clinical research, is

imperative. Furthermore, more extensive studies are necessary to delve into the antimicrobial attributes of various honey varieties and the factors that influence these properties. Thus, it is incumbent upon future research to provide additional insights into the efficiency and applicability of honey as a safe preservative within the food industry.

**Table 2.** Inhibition areas of honey obtained from various flowers and in various concentrations against different *Listeria* types

Honey Types	<i>Listeria</i> Types	Concentration of Honey	Inhibition Zone (mm)	References
<i>Apis mellifera</i> -1	<i>L. monocytogenes</i>	ND	12,05±1,0	Putri et al., 2020
<i>Apis mellifera</i> -1			8,80±0,8	
<i>Apis mellifera</i> -1 (Genç)	<i>L. monocytogenes</i> NCTC 5348	500, 250, and 125 mg/mL	No activity	Çakır & Dervişoğlu, 2022
<i>Apis mellifera</i> -2 (Kiğı)			No activity	
<i>Apis mellifera</i> -3 (Sancak)			No activity	
<i>Apis mellifera</i> -4 (Yedisu)			No activity	
<i>Melipona eburnea</i> and <i>Apis mellifera</i> honey	<i>L. monocytogenes</i> ATCC 9118	ND	Dry Sample: 10.49±7.76 Rainy Sample: 26.03±4.91	Zapata-Vahos et al., 2023
Chestnut, citrus, sunflower, and clover	<i>L. monocytogenes</i> ATCC 7944		9-18	Engin et al., 2022
Sample-1	<i>L. monocytogenes</i> NCTC 5348	50%	34.5	Çakır et al., 2020
Sample-2			34.0	
Sample-3			37.0	
Oak	<i>L. monocytogenes</i>	ND	14	Bican & Akyalçın, 2018
Multifloral honey from stingless bee ( <i>Heterotrigona itama</i> )	<i>L. monocytogenes</i> ATCC 13932	ND	Dry Sample-1: 11.33±0.58 Dry Sample-2: 14.67±0.58 Rainy Sample-1: 5.67±0.58 Rainy Sample-2: 8.33±0.58	Mahmood et al., 2021b
Sample-1	<i>L. monocytogenes</i> ATCC 7644	100%	13.50±0.55	Oğur et al., 2022b
		50%	11.00±1.10	
Sample-2		100%	38.50±1.64	
		50%	34.00±1.10	
Sample-3		100%	12.00±0.00	
		50%	8.50±1.64	
African bee honey-1	<i>L. monocytogenes</i>	50%	7.3±0.0	Adeyemo et al., 2017
African bee honey-2			21.3±1.6	
African bee honey-3			26.0±1.2	
African bee honey-4			18.7±1.2	
African bee honey-5			7.7±1.5	
African bee honey-6			24.3±0.6	
African bee honey-7			7.3±1.2	
African bee honey-8			7.7±0.6	
African bee honey-9			24.3±1.2	
African bee honey-10			14.3±0.6	
African bee honey-11			12.0±0.0	
African bee honey-12			6.7±1.2	
African bee honey-13			9.0±0.0	
African bee honey-14			8.0±0.0	



## CONCLUSION

This comprehensive review delved into the antimicrobial efficacy of honey against pathogenic microorganisms, including *Salmonella* and *Listeria monocytogenes*. Scientific investigations unequivocally confirm the robust antimicrobial properties intrinsic to honey. The innate components of honey effectively impede the proliferation and replication of pathogenic microorganisms. Research has notably demonstrated honey's effectiveness against perilous bacteria such as *Salmonella* and *Listeria monocytogenes*, which holds paramount significance concerning food safety and public health. Honey emerges as a promising alternative therapeutic avenue, especially in the face of antibiotic-resistant bacterial strains. Further exploration of honey's antimicrobial attributes is imperative. A pivotal aspect involves scrutinizing whether honey sourced from distinct floral origins or regions exerts varying antimicrobial effects. Additionally, delving deeper into the mechanistic underpinnings of honey's antimicrobial components is essential for a comprehensive understanding. There is a pressing need to encourage greater integration of honey in the medical and healthcare sectors, with particular emphasis on wound care, infection management, and alternative approaches to antibiotics. The applicability of honey in the food industry should also undergo rigorous investigation. Research focusing on honey's potential in countering foodborne pathogens like *Salmonella* and *Listeria monocytogenes* could markedly enhance food safety standards. In summation, the antimicrobial attributes and potential of honey should be accorded heightened consideration in the domains of public health and medicine. This is a pivotal step toward devising novel strategies for combatting antimicrobial resistance. In conclusion, the ongoing research into honey's antimicrobial effects underscores its versatility as a natural product with far-reaching applicability. Subsequent studies will undoubtedly enrich our comprehension of honey's antimicrobial prowess and facilitate its application across diverse sectors, encompassing medicine, food, and more.

## Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

## Author contribution

All authors contributed equally.

## Ethical approval

During the writing process of the study titled "A Review on the Antimicrobial Effect of Honey on *Salmonella* and *Listeria monocytogenes*: Recent Studies " scientific rules, ethical and citation rules were followed; No falsification has been made on the collected data and this study has not been sent to any other academic media for evaluation. Since this research is based on document analysis and descriptive analysis, there is no obligation for an ethics committee decision.

## REFERENCES

- Acaröz, U., Arslan-Acaröz, D., Kara, R., Zemheri, F., & Gürler, Z. (2017). Afyonkarahisar İlinden Toplanan Manda ve İnek Sütlerinde *Listeria* Türlerinin Varlığının Belirlenmesi. *Kocatepe Veterinary Journal*, 10(4), 264–268. <https://doi.org/10.5578/kvj.61878>
- Acaröz, U., Gürler, Z., Kara, R., Arslan-Acaröz, D., & Zemheri, F. (2018). Afyonkarahisar İlinde Satışa Sunulan Tavuk Eti ve Sakatlarında *Salmonella* spp. Varlığının Belirlenmesi. *Kocatepe Veterinary Journal*, 11(4), 414–418. <https://doi.org/10.30607/kvj.444137>
- Acaröz, U., Kara, R., Gürler, Z., Arslan-Acaröz, D., & Zemheri, F. (2018). Afyonkarahisar'dan Toplanan Çiğ Manda Sütlerinde *Salmonella* spp. Varlığının Araştırılması. *Kocatepe Veterinary Journal*, 11(2), 180–185. <https://doi.org/10.30607/kvj.417136>
- Adeyemo, R. O., Torimiro, N., Akinola, S. A., Lawal, S. K., Abolarinwa, T. O., & Adewoye, W. O. (2017). Study on antibacterial efficacy of different honey types in South Western Nigeria against wound associated bacteria. *Journal of Aphyterapy*, 2(1). <https://doi.org/5/ja.20170309062135>
- Akyalçın, H., & Süerdem, T. B. (2017). In Vitro Screening of Antibacterial Activity of Honey Samples Collected from Kosovo. *Journal of Scientific Perspectives*, 1(2), 31–40. <https://doi.org/10.26900/jsp.2017.7>
- Albaridi, N. A. (2019). Antibacterial Potency of Honey. *International Journal of Microbiology*, 2019, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2019/2464507>



- Ali, A., Paramanya, A., Poojari, P., Arslan-Acaroz, D., Acaroz, U., & Kostić, A. Ž. (2023). The utilization of bee products as a holistic approach to managing polycystic ovarian syndrome-related infertility. *Nutrients*, 15(5), 1165.
- Asma, S. T., Bobiş, O., Bonta, V., Acaroz, U., Shah, S. R. A., Istanbulgul, F. R., & Arslan-Acaroz, D. (2022a). General Nutritional Profile of Bee Products and Their Potential Antiviral Properties against Mammalian Viruses. *Nutrients* 14 (17). <https://doi.org/10.3390/nu14173579>
- Asma, S. T., Imre, K., Morar, A., Imre, M., Acaroz, U., Shah, S. R. A., Hussain, S. Z., Arslan-Acaroz, D., Istanbulgul, F. R., Madani, K., Athanassiou, C., Atanasoff, A., Morar, D., Herman, V. & Zhu, K. (2022b). Natural strategies as potential weapons against bacterial biofilms. *Life*, 12(10), 1618.
- Asma, S. T., Imre, K., Morar, A., Herman, V., Acaroz, U., Mukhtar, H., Arslan-Acaroz, D., Shah S. R. A & Gerlach, R. (2022c). An overview of biofilm formation–combating strategies and mechanisms of action of antibiofilm agents. *Life*, 12(8), 1110.
- Ayub, R., Umer, M., Maan, A. A., Rasool, B., Khan, M. K. I., Younis, T., Abbas, S., Sajjad, M., Kaleem, I., Imran, M., Ullah, A., Afzal, M. S., Shah, Z. H., Ahmed, S., Aslam, F., Chaudhary, N., & Afzal, M. I. (2020). Antibiotics, Acid and Heat Tolerance of Honey adapted *Escherichia coli*, *Salmonella* Typhi and *Klebsiella pneumoniae*. *Foods*, 9(3), 311. <https://doi.org/10.3390/foods9030311>
- Bahar, S. (2022). Farklı Bal Tiplerinin Renk Sınıflandırmasına Göre *Staphylococcus Aureus* Üzerindeki Antimikrobiyal Etkisinin İncelenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Balázs, V. L., Nagy-Radványi, L., Filep, R., Kerekes, E., Kocsis, B., Kocsis, M., & Farkas, Á. (2021). In vitro antibacterial and antibiofilm activity of Hungarian honeys against respiratory tract bacteria. *Foods*, 10(7), 1632.
- Bernard, F. O.-X., Sablé, S., Cameron, B. A., Provost, J., Desnottes, J.-F. O., Crouzet, J., Blanche, F., & Program, A. (1997). Glycosylated Flavones as Selective Inhibitors of Topoisomerase IV. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 41(5), 992-998. <https://journals.asm.org/journal/aac>
- Bhalchandra, W., & Joshi, M. A. (2021). Antibacterial activity of raw honey of three bee species collected from Kannad Taluka of Aurangabad district. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(2), 706–709. <https://doi.org/10.22271/phyto.2021.v10.i2i.13880>
- Bican T. & Akyalçın, S. (2018). Screening of antimicrobial and antioxidant activity of different types of honey samples obtained from Geyikli (Çanakkale) province. Communications Faculty of Science University of Ankara Series C Biology Geological Engineering and Geophysical Engineering, 27(2), 69–78. [https://doi.org/10.1501/commuc\\_0000000199](https://doi.org/10.1501/commuc_0000000199)
- Brudzynski, K., Abubaker, K., & Wang, T. (2012). Powerful bacterial killing by buckwheat honeys is concentration-dependent, involves complete DNA degradation and requires hydrogen peroxide. *Frontiers in Microbiology*, 3(JUL). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00242>
- Brudzynski, K. (2020). A current perspective on hydrogen peroxide production in honey. A review. *Food Chemistry*, 332, 127229.
- Bucekova, M., Valachova, I., Kohutova, L., Prochazka, E., Klaudivny, J., & Majtan, J. (2014). Honeybee glucose oxidase—its expression in honeybee workers and comparative analyses of its content and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-mediated antibacterial activity in natural honeys. *Naturwissenschaften*, 101, 661-670.
- Çoban B. (2022). Balın *Listeria monocytogenes* Suşları Üzerindeki Antimikrobiyel Etkisinin Araştırılması [Yüksek Lisans Tezi]. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Combarros-Fuertes, P., Fresno, J. M., Estevinho, M. M., Sousa-Pimenta, M., Tornadajo, M. E., & Estevinho, L. M. (2020). Honey: another alternative in the fight against antibiotic-resistant bacteria?. *Antibiotics*, 9(11), 774.
- Çakir, Y., Nur ÇOBANOĞLU, D., Dervişoğlu, G., Koçyiğit, S., Karahan, D., & Yelkovan, S. (2020). Determination of Antimicrobial Activity, Palynological Characteristics and Chemical Composition of Some Honey Samples from Turkey. *Mellifera*, 2020 (1).
- Çakır, Y., & Dervişoğlu, G. (2022). Antimicrobial Effect of Honeys Collected in Bingöl Region. *MAS Journal of Applied Sciences*, 7(2), 537–544. <https://doi.org/10.52520/masjaps.v7i2id206>
- Campeau, M. E. M., & Patel, R. (2014). Antibiofilm Activity of Manuka Honey in Combination with Antibiotics. *International Journal of Bacteriology*, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2014/795281>
- Cilia, G., Fratini, F., Marchi, M., Sagona, S., Turchi, B., Adamchuk, L., Felicioli, A., & Kačaniová, M. (2020). Antibacterial activity of honey samples from Ukraine. *Veterinary Sciences*, 7(4), 1–14. <https://doi.org/10.3390/vetsci7040181>
- Cinar, A. (2020). Determination of antimicrobial activities of different flower honeys. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 20(1), 38–50. <https://doi.org/10.31467/ULUARICILIK.687207>
- Cokcetin, N. N., Pappalardo, M., Campbell, L. T., Brooks, P., Carter, D. A., Blair, S. E., & Harry, E. J. (2016). The antibacterial activity of Australian Leptospermum honey correlates with methylglyoxal levels. *PLoS ONE*, 11(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167780>
- Diğrak, M., & Aksoy, Z. (2006). Bingöl Yöresinde Toplanan Bal ve Propolisin Antimikrobiyal Etkisi Üzerinde in vitro Araştırmalar. *Science and Eng. J of Fırat Univ.*, 18(4), 471–478. <https://www.researchgate.net/publication/228508120>

- Dunford, C., Cooper, R., Molan, P., & White, R. (2000). The use of honey in wound management. *Nursing Standard*, 15(11), 63.
- Đurović, V., Mandić, L., Mijatović, M., Miletić, N., Radovanović, M., Mladenović, J., Pešaković, M., & Đukić, D. (2022). Comparative analysis of antibacterial and antioxidant activity of three different types of honey. *Acta Agriculturae Serbica*, 27(54), 115–120. <https://doi.org/10.5937/aaser2254115d>
- Dustmann, J. H. (1979). Antibacterial Effect of Honey. *Apiacta* 1.
- Ehuwa, O., Jaiswal, A. K., & Jaiswal, S. (2021). *Salmonella*, food safety and food handling practices. *Foods*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/foods10050907>
- Ejaz, H., Sultan, M., Qamar, M. U., Junaid, K., Rasool, N., Alanazi, A., Alruways, M. W., Mazhari, B. B. Z., Alruwaili, Y., Bukhari, S. N. A., & Younas, S. (2023). Antibacterial efficacy of indigenous Pakistani honey against extensively drug-resistant clinical isolates of *Salmonella enterica* serovar Typhi: an alternative option to combat antimicrobial resistance. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12906-023-03870-8>
- Engin, A. S., Ceylan, Ö., & Duru, M. E. (2022). Monofloral Balların Saklama Koşullarına Göre Antimikrobiyal Aktivite Üzerine Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(2), 299–304. <https://doi.org/10.19113/sdufenbed.1062571>
- Faúndez, X., Báez, M. E., Martínez, J., Zúñiga-López, M. C., Espinoza, J., & Fuentes, E. (2023). Evaluation of the generation of reactive oxygen species and antibacterial activity of honey as a function of its phenolic and mineral composition. *Food Chemistry*, 426, 136561.
- Finnegan, M., Linley, E., Denyer, S. P., McDonnell, G., Simons, C., & Maillard, J. Y. (2010). Mode of action of hydrogen peroxide and other oxidizing agents: Differences between liquid and gas forms. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 65(10), 2108–2115. <https://doi.org/10.1093/jac/dkq308>
- Fратиани, F., De Giulio, B., d’Acerno, A., Amato, G., De Feo, V., Coppola, R., & Nazzaro, F. (2023). In Vitro Prebiotic Effects and Antibacterial Activity of Five Leguminous Honeys. *Foods*, 12(18), 3338. <https://doi.org/10.3390/foods12183338>
- Fратиани, F., Ombra, M. N., D’acerno, A., Caputo, L., Amato, G., De Feo, V., Coppola, R., & Nazzaro, F. (2021). Polyphenols content and in vitro  $\alpha$ -glycosidase activity of different italian monofloral honeys, and their effect on selected pathogenic and probiotic bacteria. *Microorganisms*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/microorganisms9081694>
- Ganz, T. (2003). Defensins: Antimicrobial peptides of innate immunity. In *Nature Reviews Immunology*. 3(9), 710–720. <https://doi.org/10.1038/nri1180>
- Ghifari Alhadz, G., Tri, A. E., & Wahyuni, H. (2021). Antibacterial Activities of Honey, Papaya Leaf, Basil Leaf, and Temu Ireng Extract on the Growth of *Salmonella* Typhimurium. *Indonesian Journal of Veterinary Sciences*, 2(2), 46–52. <https://doi.org/10.22146/ijvs.v2i2.83329>
- Gkoutzouvelidou, M., Panos, G., Xanthou, M. N., Papachristoforou, A., & Giaouris, E. (2021). Comparing the Antimicrobial Actions of Greek Honeys from the Island of Lemnos and Manuka Honey from New Zealand against Clinically Important Bacteria. *Foods*, 10(6), 1402. [https://doi.org/10.3390/foods\\_2020-07716](https://doi.org/10.3390/foods_2020-07716)
- Gośliński, M., Nowak, D., & Kłębukowska, L. (2020). Antioxidant properties and antimicrobial activity of manuka honey versus Polish honeys. *Journal of Food Science and Technology*, 57(4), 1269–1277. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04159-w>
- Goulet, V., Jacquet, C., Martin, P., Vaillant, V., Laurent, E., & de Valk, H. (2006). Surveillance of human listeriosis in France, 2001-2003. *Eurosurveillance*, 11(6), 3–4. <https://doi.org/10.2807/esm.11.06.00629-en>
- Hardy, A. (2004). *Salmonella*: A continuing problem. *Postgraduate Medical Journal* 80(947), 541–545. <https://doi.org/10.1136/pgmj.2003.016584>
- Hatipoğlu, F., Terzi, F., Özdemir, Ö., Ortatlı, M., Çiftçi, M. K., & Ateş, M. B. (2022). Comparison of Histopathological, Immunohistochemical and Real-Time PCR Methods for Diagnosis of Listeriosis in Ruminants with Encephalitis. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 28(5), 643–652. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2022.27945>
- Homaeigohar, S., & Boccaccini, A. R. (2020). Antibacterial biohybrid nanofibers for wound dressings. *Acta biomaterialia*, 107, 25-49.
- Hossain, K. S., Hossain, M. G., Moni, A., Rahman, M. M., Rahman, U. H., Alam, M., & Uddin, M. J. (2020). Prospects of honey in fighting against COVID-19: pharmacological insights and therapeutic promises. *Heliyon*, 6(12).
- Hunter, M., Ghildyal, R., D’Cunha, N. M., Gouws, C., Georgousopoulou, E. N., & Naumovski, N. (2021). The bioactive, antioxidant, antibacterial, and physicochemical properties of a range of commercially available Australian honeys. *Current Research in Food Science*, 4, 532–542. <https://doi.org/10.1016/j.crf.2021.08.002>
- Iliia, G., Simulescu, V., Merghes, P., & Varan, N. (2021). The health benefits of honey as an energy source with antioxidant, antibacterial and antiseptic effects. In *Science and Sports*, 36 (4), 272.e1-272.e10. Elsevier Masson s.r.l. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2020.10.005>
- Ilyasov, R. A., Gaifullina, L. R., Saltykova, E. S., Poskryakov, A. V., & Nikolenko, A. G. (2012). Review of the expression of antimicrobial peptide defensin in honey bees *Apis mellifera* L. *Journal of Apicultural Science*, 56(1), 115–124. <https://doi.org/10.2478/v10289-012-0013-y>
- İsraili, Z. H. (2014). Antimicrobial Properties of Honey. *American Journal of Therapeutics*, 21, 304–323.





- Jenkins, R., & Cooper, R. (2012). Improving Antibiotic Activity against Wound Pathogens with Manuka Honey In Vitro. *PLoS ONE*, 7(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0045600>
- Kalidasan, P. Saranraj, V. Ragul, & S. Sivasakthi. (2017). Antibacterial Activity of Natural and Commercial Honey-A Comparative Study. *Advances in Biological Research*, 11(6), 365–372.
- Kara, R., Acaröz, U., Gürler, Z., Soylu, A., & Küçükkurt, O. (2019). Taze Marul Örneklerinde *Esherichia coli* O157 ve *Listeria monocytogenes* Varlığının Belirlenmesi. *European Journal of Science and Technology*, 16, 870–873. <https://doi.org/10.31590/ejosat.573247>
- Karadal, F. (2012). Balın Kalite Nitelikleri, Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi. *J Fac Vet Med Univ Erciyes* (Vol. 9, Issue 3).
- Khan, S. U., Anjum, S. I., Rahman, K., Ansari, M. J., Khan, W. U., Kamal, S., Khattak, B., Muhammad, A., & Khan, H. U. (2018). Honey: Single food stuff comprises many drugs. *Saudi Journal of Biological Sciences* 25(2), 320–325). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.08.004>
- Kim, S., Kim, S. H., Rahman, M., & Kim, J. (2018). Characterization of a *Salmonella* Enteritidis bacteriophage showing broad lytic activity against Gram-negative enteric bacteria. *Journal of Microbiology*, 56(12), 917–925. <https://doi.org/10.1007/s12275-018-8310-1>
- Kwakman, P. H. S., te Velde, A. A., de Boer, L., Vandenbroucke-Grauls, C. M. J. E., & Zaat, S. A. J. (2011). Two major medicinal honeys have different mechanisms of bactericidal activity. *PLoS ONE*, 6(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017709>
- Maddocks, S. E., & Jenkins, R. E. (2013). Honey: A sweet solution to the growing problem of antimicrobial resistance? In *Future Microbiology* 8(11), 1419–1429). <https://doi.org/10.2217/fmb.13.105>
- Mahmood, A. L., Lani, M. N., Hassan, Z., Razak, S. B. A., & Ahmad, F. T. (2021a). Antioxidant and antimicrobial properties of Indo-Malayan stingless bee (*Heterotrigona itama*) honey from different seasons and distribution of flowers. *Food Research*, 5(2), 498–507. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(2\).546](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(2).546)
- Majtan, J., Bucekova, M., Kafantaris, I., Szweda, P., Hammer, K., & Mossialos, D. (2021). Honey antibacterial activity: A neglected aspect of honey quality assurance as functional food. In *Trends in Food Science and Technology* 118, 870–886. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.11.012>
- Molan, P. C. (1992). The Antibacterial Activity of Honey. *Variation in the potency of the antibacterial activity*.
- Molan, P. C. (1999). Why honey is effective as a medicine. I. Its use in modern medicine. *Bee World*, 80(2), 80–92. <https://doi.org/10.1080/0005772X.1999.11099430>
- Müller, P., Alber, D. G., Turnbull, L., Schlothauer, R. C., Carter, D. A., Whitchurch, C. B., & Harry, E. J. (2013). Synergism between Medihoney and Rifampicin against Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *PLoS ONE*, 8(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057679>
- Nainu, F., Masyita, A., Bahar, M. A., Raihan, M., Prova, S. R., Mitra, S., & Simal-Gandara, J. (2021). Pharmaceutical prospects of bee products: Special focus on anticancer, antibacterial, antiviral, and antiparasitic properties. *Antibiotics*, 10(7), 822.
- Nayaka, N. M. D. M. W., Fidrianny, I., Sukrasno, Hartati, R., & Singgih, M. (2020). Antioxidant and antibacterial activities of multiflora honey extracts from the Indonesian *Apis cerana* bee. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 15(3), 211–217. <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2020.04.005>
- Nazzaro, F., Fratianni, F., d’Acierno, A., Ombra, M. N., Caputo, L., Coppola, R., & Feo, V. De. (2021). Anti-Biofilm Properties Exhibited by Different Types of Monofloral Honey. 16. <https://doi.org/10.3390/proceedings2020066016>
- Nolan, V. C., Harrison, J., & Cox, J. A. G. (2019). Dissecting the antimicrobial composition of honey. *Antibiotics* 8(4). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/antibiotics8040251>
- Oğur, S., & Dayan, Y. (2022). Antimicrobial activities of natural honeys and royal jellies on some pathogenic bacteria. *BAUN Fen Bil. Enst. Dergisi*, 24(2), 672–689. <https://doi.org/10.25092/baunfbed>
- Oryan, A., Alemzadeh, E., & Moshiri, A. (2016). Biological properties and therapeutic activities of honey in wound healing: A narrative review and meta-analysis. *Journal of Tissue Viability*, 25(2), 98–118. <https://doi.org/10.1016/j.jtv.2015.12.002>
- Otmani, A., Amessis-Ouchemoukh, N., Birinci, C., Yahiaoui, S., Kolayli, S., Rodríguez-Flores, M. S., Escuredo, O., Seijo, M. C., & Ouchemoukh, S. (2021). Phenolic compounds and antioxidant and antibacterial activities of Algerian honeys. *Food Bioscience*, 42. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101070>
- Özdemir, Ö., Ortatlatli, M., Terzi, F., Hatipoğlu, F., Çiftçi, M. K., & Ateş, M. B. (2021). The usability of cytological and immunocytological methods for rapid diagnosis of encephalitic listeriosis in ruminants. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 27(2), 225–233. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2020.25106>
- Özmen, N., & Alkın, E. (2006). The Antimicrobial Features of Honey and The Effects on Human Health. *Uludağ Bee Journal*, 155–160.
- Pajor, M., Worobo, R. W., Milewski, S., & Szweda, P. (2018). The antimicrobial potential of bacteria isolated from honey samples produced in the apiaries located in pomeranian voivodeship in Northern Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/ijerph15092002>
- Park, S. H., Kim, Y. K., Kim, M. S., & Lee, S. H. (2020). Antioxidant and antibacterial properties of Hovenia (*Hovenia dulcis*) monofloral honey produced in South Korea. *Food Science of Animal Resources*, 40(2), 221–230. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e6>



- Pita-Calvo, C., & Vázquez, M. (2017). Differences between honeydew and blossom honeys: A review. In *Trends in Food Science and Technology*, 59, 79–87). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.11.015>
- Postali, E., Peroukidou, P., Giaouris, E., & Papachristoforou, A. (2022). Investigating Possible Synergism in the Antioxidant and Antibacterial Actions of Honey and Propolis from the Greek Island of Samothrace through Their Combined Application. *Foods*, 11(14). <https://doi.org/10.3390/foods11142041>
- Putri, I., Jannah, N., & Purwantisari, S. (2020). Isolation and characterization of lactic acid bacteria from *Apis mellifera* and their potential as antibacterial using in vitro test against growth of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli*. *NICHE Journal of Tropical Biology*, 3(1), 26–34.
- Redzic H., Prazina N., Tuka M., Avdagic T., Kurtagic S. (2011). The antimicrobial activity of honey in relation to the composition of pollen (Bosnia-Herzegovina, W. Balkan). *Planta Medica*, 77(12), SL62. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1282185>
- Russo, N., Di Rosa, A. R., Pino, A., Mazzeo, G., Liotta, L., Caggia, C., & Randazzo, C. L. (2023). Assessment of sensory properties and in vitro antimicrobial activity of monofloral Sicilian honey. *Food Bioscience*, 52. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102449>
- Sagdic, O., Silici, S., & Ekici, L. (2013). Evaluation of the phenolic content, antiradical, antioxidant, and antimicrobial activity of different floral sources of honey. *International Journal of Food Properties*, 16(3), 658–666. <https://doi.org/10.1080/10942912.2011.561463>
- Saral, O. (2018). Determination of Antioxidant Activities of the Chestnut and Flower Honeys Collected from Eastern Black Sea Region in Turkey. In *Journal of Apitherapy and Nature/Apiterapi ve Doğa Dergisi* 1(1). [www.dergipark.gov.tr/jan](http://www.dergipark.gov.tr/jan)
- Saranraj, P., & Sivasakthi, S. (2018). Comprehensive Review on Honey: Biochemical and Medicinal Properties. *Journal of Academia and Industrial Research (JAIR)*, 6(10).
- Segueni, N., Boutaghane, N., Asma, S. T., Tas, N., Acaroz, U., Arslan-Acaroz, D., Shah, S. R. A., Abdellatiff, H. A., Akkal, S., Peñalver, R., & Nieto, G. (2023). Review on Propolis Applications in Food Preservation and Active Packaging. In *Plants* 12 (8). <https://doi.org/10.3390/plants12081654>
- Sekar, M., Zuraini, N. Z. A., Rani, N. N. I. M., Lum, P. T., & Gan, S. H. (2023). Antimicrobial Properties of Honey. *Honey: Composition and Health Benefits*, 186–196.
- Shalsh, F. J., Khalaf, A. M., Hafiz, M., & Al-Sultan, I. I. A. (2021). Antibacterial Properties of Local Malaysian *Trigona* Sp. Honey Towards Different of Pathogenic Bacteria in Vitro. *Diyala Agricultural Sciences Journal*, 13(1), 1–9. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.52951/dasj.21130101>
- Silici, S., Sagdic, O., & Ekici, L. (2010). Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of Rhododendron honeys. *Food Chemistry*, 121(1), 238–243. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.11.078>
- Sulaiman, N. H. I., & Sarbon, N. M. (2022). Physicochemical, antioxidant and antimicrobial properties of selected Malaysian honey as treated at different temperature: A comparative study. *Journal of Apicultural Research*, 61(4), 567–575. <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1846295>
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., & Pérez-Álvarez, J. A. (2008). Functional properties of honey, propolis, and royal jelly. In *Journal of Food Science* 73 (9). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00966.x>
- Wadi, M. A. (2022). In Vitro Antibacterial Activity of Different Honey Samples against Clinical Isolates. *BioMed Research International*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/1560050>
- Wang, Y., Gou, X., Yue, T., Ren, R., Zhao, H., He, L., Liu, C., & Cao, W. (2021). Evaluation of physicochemical properties of Qinling *Apis cerana* honey and the antimicrobial activity of the extract against *Salmonella* Typhimurium LT2 in vitro and in vivo. *Food Chemistry*, 337. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127774>
- Zapata-Vahos, I. C., Henao-Rojas, J. C., Yepes-Betancur, D. P., Marín-Henao, D., Giraldo Sánchez, C. E., Calvo-Cardona, S. J., David, D., & Quijano-Abril, M. (2023). Physicochemical Parameters, Antioxidant Capacity, and Antimicrobial Activity of Honeys from Tropical Forests of Colombia: *Apis mellifera* and *Melipona eburnea*. *Foods*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/foods12051001>
- Zhu, J., Chen, Y., Imre, K., Arslan-Acaroz, D., Istanbullugil, F.R., Fang, Y., Ros, G., Zhu, K. and Acaroz, U., 2023. Mechanisms of probiotic *Bacillus* against enteric bacterial infections. *One Health Advances*, 1(1), p.21. <https://doi.org/10.1186/s44280-023-00020-0>



## Review Article

**Morfometrik ve Geometrik Morfometrik Yöntemlerinin Veterinerlik Anatomisi Alanında Kullanımı****Şevval ÖZDEMİR<sup>1</sup>\*, Mehmet CAN<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Veterinerlik Anatomisi Anabilim Dalı, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye<sup>2</sup> Anatomi Anabilim Dalı, Veteriner Fakültesi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye

\*Corresponding author e-mail: sevalozdemir889@gmail.com

**ÖZET****MAKALE  
BİLGİSİ**

Materyaller üzerinde kullanılan araçlar ile uzunluk, açı gibi parametrelerin ölçüldüğü ve sonuçların istatistiksel analizini kapsayan yöntem morfometridir. Morfometrik yöntemler şeklin konu edinildiği birçok alanda ve çeşitli materyaller üzerinde uzun zamandır kullanılmaktadır. Sağlık bilimleri konu edinen araştırma dallarında faydalanan bu yöntem veterinerlik anatomisi alanında da sıklıkla kullanılmaktadır. Yaşanan teknolojik ilerlemeler ile morfometrik yöntemler de gelişmektedir. Morfometrik yöntem ile elde edilen ölçümlerin yanı sıra incelenen materyalin şekil yorumunun tamamen araştırmacının gözlemine dayalı olması bu yöntemi ampirik kılmaktadır. Geliştirilen son yaklaşım şekil analizine ve geometrik bilgilerin tamamının tutulmasına yaptığı vurgu nedeniyle geometrik morfometri olarak adlandırılmaktadır. Geometrik morfometrik incelemelerde indirekt yöntemler yardımıyla veri elde edilmektedir. Bu yöntemler üç boyutlu tarayıcıdan elde edilen görüntüler, radyografik görüntüler üzerinden yapılmakla birlikte en sık kullanılan yöntem fotoğraflama yöntemidir. Bu yöntemde verilerin saptanması için kartezyen koordinatları kullanılır. Bunun yanı sıra fotoğraflama metoduyla iki ve üç boyutlu incelemelerin yapılması mümkündür. Ayrıca bu yeni yöntem, çok sayıda şekil değişkenini bir arada incelemeye olanak tanıırken analiz sonuçlarının grafiksel gösterimine de imkan sağlamaktadır. Morfometrik yöntemler ile şekil analizi, araştırmacının yorumuna dayalıyken geometrik morfometrik yöntemlerde bu analiz sonucunda daha kesin verilere ulaşmak mümkündür. Bu çalışmada, veterinerlik anatomisi alanında sıklıkla yararlanılan morfometrik ve geometrik morfometrik yöntemlerin kıyaslanması ve bu yöntemlerin kullanılmasının ne gibi farklılıklar yarattığını ortaya koymak hedeflenmektedir.

Geliş:  
28.07.2023  
Kabul:  
20.11.2023

**Anahtar kelimeler:** *Anatomik nokta, fotoğraflama, şekilsel değişim.***Usage of Morphometric and Geometric Morphometric Methods in the Field of Veterinary Anatomy****ABSTRACT****ARTICLE  
INFO**

Morphometry is a method in which parameters such as length and angle are measured with the tools used on the materials and the statistical analysis of the results. Morphometric methods have been used for a long time in many areas where shape is the subject and on various materials. This method, which is used in research branches dealing with health sciences, is also frequently used in the field of veterinary anatomy. Morphometric methods are also developing with technological advances. In addition to the measurements obtained by the morphometric method, the interpretation of the shape of the material examined is based entirely on the observation of the researcher, making this method empirical. The last approach developed is called geometric morphometry because of its emphasis on shape analysis and retention of all geometric information. In geometric morphometric examinations, data are obtained with the help of indirect methods. Although these methods are performed on images obtained from a three-dimensional scanner and radiographic images, the most commonly used method is photography. In this method, Cartesian coordinates are used to determine the data. In addition, it is possible to carry out two- and three-dimensional examinations with the same method. In addition, this new method allows to examine a large number of shape variables together and also provides a graphical display of the analysis results. While shape analysis with morphometric methods is based on the researcher's interpretation, it is possible to obtain more precise data as a result of this analysis in geometric morphometric methods. In this study, it is aimed to compare morphometric and geometric morphometric methods, which are frequently used in the field of veterinary anatomy, and to reveal what differences the use of these methods creates.

Received:  
28.07.2023  
Accepted:  
20.11.2023

**Keywords:** *Anatomical point, photographing, shape change*

**Cite this article as:** Özdemir, Ş., & Can, M. (2023). Morfometrik ve Geometrik Morfometrik Yöntemlerinin Veterinerlik Anatomisi Alanında Kullanımı. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 13(2), 226-235. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1334252>

## GİRİŞ

Morfometri terimi, Antik Yunancadan gelen “morphe” (şekil, biçim) ve “metria” (ölçüm) kelimelerinin bir araya gelmesiyle oluşur (Mitteroecker ve Gunz, 2009). Bir materyalle ilgili çalışıldığında ortaya çıkan soruların pek çoğu şekille ilgilidir. Bu sorular; “Bir popülasyondaki kemiğin /organın /yapının ortalama şekli nedir?”, “Bu ortalama şeklin etrafındaki popülasyonda varyasyon modeli nedir?”, “Gruplar şekil olarak nasıl farklılık gösterir?” ve “Bu farklılıkların işlevsel önemi nedir?” gibi olabilmektedir. Morfometri, bu tür soruları ele almak amacıyla istatistiksel analizlerden yararlanan bir alandır (Slice, 2007). Morfometri yönteminin sıklıkla yararlandığı alanlardan biri de veterinerlik anatomisidir. Anatomik çalışmalar, klinik ve cerrahi pratiğin temelini oluşturur (Dyce ve ark., 1996). Yapılan anatomik ölçümler; tür içi ve türler arası kıyaslama yapma, cinsiyet tayini ve taksonomik ayrımlar ile türlere ait şekil farklılıklarını belirlemek amacıyla kullanılır (Bayram, 2022). Morfometrinin kullanıldığı güncel çalışmalardan bazıları şu şekilde örneklendirilebilir.

İki farklı tür arasındaki ayırt edici özelliklerin saptanması amacıyla Hasak ve Hasmer koyunları cranium’u üzerine yapılan çalışmada Hasmer koyunu kafatasının diğer türe göre daha uzun olduğu sonucuna varılmıştır (Can ve ark., 2022). Benzer çalışmalar tek tür üzerinde yapılabilmektedir. Özüdoğru ve ark. (2020) yapmış olduğu çalışmada Hasak koyununa ait mandibulalar üzerinde yapılan ölçüm farklılıkları ile hem aynı tür içerisinde değişimin hem de literatürdeki benzer ölçümlerin kıyaslanması sonucunda mandibulanın diğer türlerden daha az uzunluğa sahip olduğu kanaatine varılmıştır. Morfometrik ölçümler ile cinsiyet tayini amacıyla Malakan atı mandibulası üzerine yapılan çalışmalar sonucunda cinsiyet faktörünün yalnızca processus coronoideus’lar arası mesafe ile yapılabileceği sonucuna varılmıştır (Gürbüz ve ark., 2016). Bu incelemeler yalnızca iskelet bölümleri kapsamında sınırlı kalmamış ve yapı, doku veya organlar üzerinde de incelemelere rastlanmaktadır. Bu çalışmaların örneklerinden biri, Yılmaz ve ark. (2018) Aseel ırkı horoz ve tavuklarda glandula uropygialis’in morfometrik incelemesi sonucunda iki hayvan ırkı arasında morfometrik özellikleri açısından anlamlı bir farklılık bulunamadığını belirtir.

Son gelişmelerle değişime uğrayan morfometrik yöntemler artık ‘geleneksel/klasik morfometri’ olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımdan hareketle Rohlf ve Marcus’a (1993) göre geleneksel morfometrik çalışmalar; açılar, anatomik noktalar ve oranları kullanarak yapıların genişlik, uzunluk ve derinlik gibi parametrelerin ölçümlerini ve bu ölçümlerin istatistiksel yöntemlerle analizlerini kapsar. Bunun yanı sıra geleneksel morfometrik yöntemlerle genel form ne gerçekten tespit edilir ne de analizde kullanılır (Rohlf ve Marcus, 1993). Bu yöntemle incelenen organizmanın şeklindeki farklılıklar, genelde şekli bilinen geometrik nesnelere benzetilerek açıklanmaktadır. Böylece bir organizmanın dairesel veya eliptik yapısı tanımlanabilmektedir. Bu benzetimler ile, özellikle tanımlanmaya çalışılan şekil karmaşık olduğunda ve eşleştirmeye çalışılan nesnenin şekliyle tam olarak örtüşmediğinde herhangi bir sonuç elde edilemez. En basit şekillerin tanımlanmasında bile, bu yaklaşımlar o cismin ne kadar dairesel olduğunu ifade edilmesine izin vermez (Velemínská ve ark., 2013). Dalga’nın (2019) Abaza keçilerinin foramen mentale şekillerini ortaya koyduğu çalışmada dört örnekte oval şekilli iken üç örnekte de şeklin yuvarlak olduğunu belirtir. Ancak bu sonuç herhangi bir istatistik veriyle desteklenemez ve araştırmacının yorumuna dayalıdır. Şeklin tanımlanmasındaki bu gereklilikler göz önünde bulundurularak çalışmalarda materyalin kompleks şeklini, geleneksel morfometrinin temelini oluşturan doğrusal (lineer) ölçümler aracılığıyla tam anlamıyla ortaya konulmadığı için yeni bir yöntemin gerekliliği ortaya çıkmıştır (Pavlinov, 2001). Morfometri yalnızca bir yüzyıl içerisinde gelişerek tek değişkenli, iki değişkenli ve çok değişkenli analizlere dönüşmüştür. Aynı zamanda kendi şekil tanımlayıcılarıyla ortaya çıkan “Geometrik Morfometri” olarak adlandırılan yeni bir disiplin haline gelmiştir (Claude, 2008). İki yöntemin doğru sınıflandırma oranları arasında belirgin farklılıklar vardır. Geometrik morfometrik analiz, doğrusal analize göre daha fazla bilgi sağlar (Pares- Casanova ve ark., 2020).

## Geometrik Morfometri

Şekil analizine yönelik bu son yaklaşım, araştırma süreci boyunca geometrik bilgilerin tamamen tutulmasına yaptığı vurgu nedeniyle “geometrik morfometri” (GM) olarak adlandırılır (Slice, 2007). Son ilerlemeler morfometrik prosedürlerin odağının daha geleneksel ölçümleri tanımlamak için kullanılan anatomik noktaların yerine kartezyen koordinatlara yönelmesini sağlamıştır. Geometrik morfometri yaklaşımları, ölçümlerin direkt olmayan yani indirekt olan metotları kullanarak veri elde edilmesini hedefler. Bu yaklaşımda fotoğraflama, röntgen ve tarama ile iki boyutlu görüntüler üzerinden veya üç boyutlu lazer tarayıcı ve

bilgisayarlı tomografi gibi üç boyutlu dijitalleştirme aletlerinden elde edilen görüntülerden yararlanır. Materyal üzerinde yapılan çeşitli görüntüleme yöntemlerinin başında fotoğraflama gelir. Fotogrametri olarak adlandırılan bu yöntemde fotoğraflar üzerinde yapılan ölçümlerin kolay elde edilmesi en önemli avantajlarından (Özkoçak ve Alkaya, 2017).

Geometrik morfometrik analizlerin ve çalışmaların temelinde landmarklar rol oynamaktadır. Landmarklar biyolojik anlamlılığı keşfetmeyi ve şekli tanımlamayı sağlayan referans noktaları bütünüdür (Caymaz, 2022). Farklı alanlarda kullanımı dönüm noktası, işaret ve sınır taşı anlamlarını içeren landmark terimi, canlı üzerinde yapılacak incelemeler için Slice'ın (2005) çalışmasında ilk defa anatomik nokta (anatomical points) olarak değerlendirilmiştir.

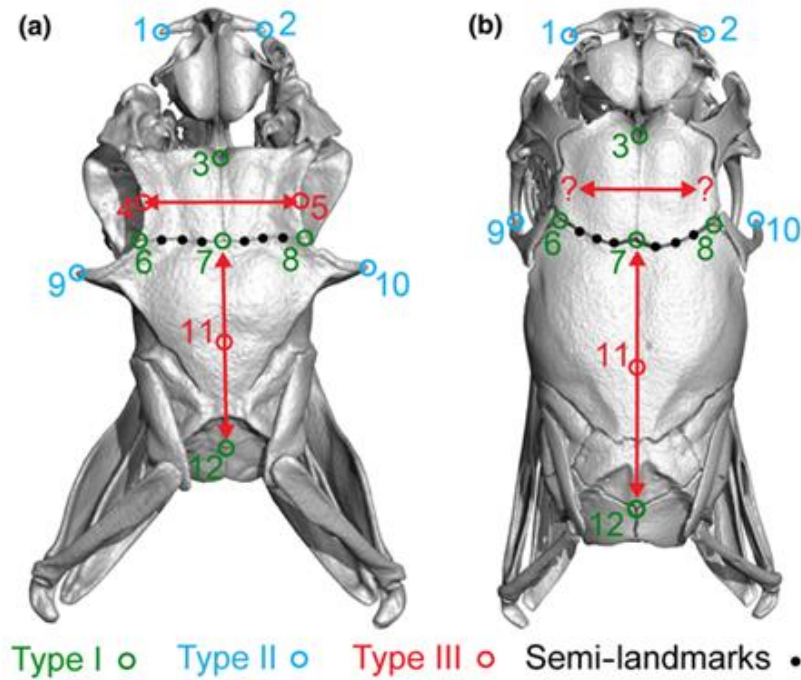
Bookstein (1991) landmarkları buldukları yere göre üç tipe sınıflandırmıştır (Şekil 1.):

- Tip I landmarklar, birbiri ile ilişkilendirilebilen noktalar,
- Tip II landmarklar, kıvrımlı ve/veya çıkıntılı alanlardaki noktalar,
- Tip III landmarklar, uç noktalarıdır.

Çalışılan materyallerin deforme olması veya eksikliğe/fazlalığa sahip olması landmarkların homolog oluşunu etkileyen bir faktördür. Bazı eğriler ve yüzeyler üzerinde bilgi almak için homolog noktalar bulunmadığında “eksik”, “yarı işaret” veya “semilandmark” olarak adlandırılan noktalar araştırmaya yön verebilmektedir (Gunz ve ark., 2005).

Bookstein'in sınıflandırmasını, Katina ve ark. (2007) yeniden değerlendirerek üç tip daha eklemişlerdir:

- Tip IV landmarklar, yapının dış hattında bulunan semilandmarklar,
- Tip V landmarklar, yüzey üzerindeki semilandmarklar,
- Tip VI landmarklar, yapılı (constructed) semilandmarklardır.



Şekil 1. Landmark tipleri (Palci ve Lee, 2019).

Geometrik morfometri yöntemleriyle yapılan araştırmaların anatomik dağılımı tekdüze olmamasının yanı sıra en fazla ilgilenilen yapı cranium olmuştur (Slice, 2007). Gürbüz ve ark. (2022) erkek ve dişi tilkilerin cranium kıyaslaması sonucunda dişilerde regio zygomatica daha kısa ve squama temporalis'in daha uzun olduğu belirtilmiştir. Benzer çalışma erkek ve dişi alageyikler üzerine yapılmış, sonucunda erkek alageyiklerde daha belirgin interfrontal çıkıntı bulunduğu saptanırken aynı çalışmada mandibulanın cinsiyet ayrımında daha doğru bir kemik olduğu vurgulanmıştır (Abbasabadi ve ark., 2020). Bunun yanı sıra cranium'u oluşturan kemik bölümlerinin yalnızca birinin veya birkaçının incelendiği çalışmalarda bulunur. Bu çalışmaların en güncel örneklerinden birinde sfenoid kemiğin koyun ve keçiler arasındaki ayırt edici özellikleri araştırılmıştır.

Koyunlarda bu kemiğin keçilere göre daha geniş ve uzun olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Parés-Casanova ve ark., 2021).

Cranium'a ek olarak aynı çalışmada mandibula'nın incelendiği İvesi koç ve koyunlarının (Demircioğlu ve ark., 2021) şekil değişim oranları kıyaslandığında cinsiyet ayrımı için cranium'un dorsal ve lateral yönden şekil analizinin kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan bir diğer çalışmada şekil farklılığından yararlanılarak kafatası örneğinin Alman çoban köpeği veya kurda ait olduğunun anlaşılabilceği sonucuna varılmıştır (Gürbüz ve ark., 2020). Bu çalışmaların yanı sıra tavşanlar üzerine yapılan inceleme, vahşi akrabalarının aksine evcil tavşanlarda kuvvet üreten modüllerin (kafatası ve mandibula) kuvvet alıcı modülden (hipselodont dişler) bağımsız geliştiği ve bunun çiğneme performansını etkilediğini göstermektedir (Böhmer ve Böhmer, 2017). Kranial bölgede işitsel kemiklerin şekil analizi ilk kez geometrik morfometri ile ortaya konmuştur (Hadžimerović ve ark., 2023). Bu yöntemin kullanıldığı çalışmalarda gerek eksilteli/ hasar görmüş örnekler üzerinde gerekse vücut bütünlüğünü bozmadan radyografik görüntüler üzerinden yapılmasını sağladığından veterinerlik anatomisi alanında kullanımı gün geçtikçe artmaktadır.

Bununla birlikte iskeletin cranial bölümünde yoğunlaşan araştırma konularının yanı sıra diğer bölümlerde göz ardı edilmemiştir. Postcranial bölümde araştırmacılar, goril, insan ve primatlara ait cervical vertebrae (Manfreda ve ark., 2006) şekil değişimleri üzerine çalışma gerçekleştirmiş ve insana ait örneklerin diğerlerinden ayırt edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır. Bunların yanı sıra farklı maymun türleri ve insana ait pelvis (Bouhallier ve Berge, 2006) kıyaslanmasında fetüs büyüklüğünün farklılığı göz önünde bulundurulmuş ve pelvis uzunluk farklarının normal olduğu çıkarımı yapılmıştır. Goril, insan ve primatlarda yapılan bir diğer çalışmada humerus incelenmiş ve sonucunda tür ayrımı yapmaya yönelik farklılıkların bulunmadığını ortaya koymuştur (Bacon, 2000). Masko ve ark. (2022) yapmış olduğu çalışmada GM kullanarak eşek, midilli ve at türlerinin sırt profilleri ve kafa şekillerindeki farklılıkların tespit edilmesinin yetiştirilme şartlarının iyileştirilmesi açısından önemli olduğundan kıyaslama yapılmış ve sonucunda üç hayvan türünün sırt şekillerinde önemli değişimler bulunduğu kaydedilmiştir.

Son yıllarda şekil analizi kullanılarak cinsiyet analizi ve taksonomi açısından farklı çalışmalar yapılmaktadır (Demircioğlu ve ark., 2022; Hadžimerović ve ark., 2022). Kaplumbağalarda yapılan bir çalışmada geometrik morfometrik incelemeler sonucunda humero/femoral suture oranının cinsiyet ayrımında yararlı olmadığını ancak femoro/pektoral suture oranının ayrımı sağlayabileceğini ortaya çıkarmışlardır (Duro ve ark., 2021). Başka bir çalışmada safkan atların radyografileri incelenmiş, radyometrik ve geometrik özelliklerle erkek ve dişi bireyler arasında cinsiyet ayrımının radio-palmar açılar aracılığıyla yapılabileceği ortaya konmuştur (Gündemir ve ark., 2021). Geometrik şekil analizi kullanılarak aynı tür içinde cinsiyet ayrımı yapmak mümkün olabilir (Szara ve ark., 2022). Abdullayeva (2022) yapmış olduğu çalışmada, geometrik morfometri yönteminin insan iskeleti üzerinde cinsiyeti belirlemek için uygulanabilirliğine dair yapılan araştırmaları değerlendirilerek bu yöntemin uygulanmasının pozitif ve negatif yönlerini ele almıştır. Geometrik morfometri teknikleriyle yapılan bu gibi araştırmalar iskelet kalıntılarında cinsiyeti belirlemek için alternatif bir yol sunmaktadır. Kemiklerden yararlanılarak yapılan geometrik morfometri yöntemi araştırmalarında çıplak gözün görmemiş olabileceği biçim farklılıklarının gözlemlenmesinden dolayı daha doğru sonuçlar alınabilmektedir (Vance ve Steyn, 2013).

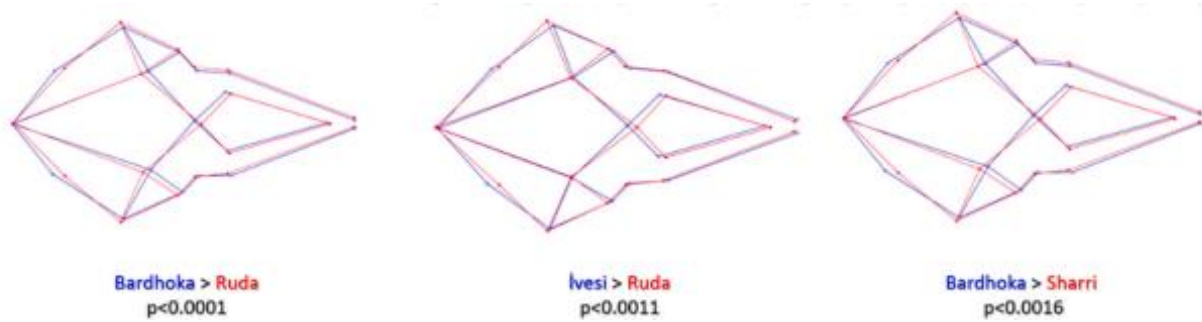
Geometrik morfometrik yöntemlerin gelişimi, geleneksel morfometrinin sorgulanmasına ve sonuçlarının geometrik morfometri ile karşılaştırılmasına yol açmıştır. Bu kapsamda veterinerlik anatomisi alanında, at kafatasları üzerinde yapılan araştırmada doğrusal ölçüm analizlerinin hata payı %5,5 olmasına rağmen geometrik morfometrik analizlerin hata payının %0,27 olduğu belirtilmiştir. Bunun yanı sıra geometrik morfometrik analiz, doğrusal analize göre daha fazla bilgi sağlamaktadır (Parés-Casanova ve ark., 2020). Tıp alanında yapılan benzer kıyaslama çalışmaları mevcuttur. Bernal (2007) yaptığı çalışmada insana ait azı dişlerinin boyut ve şekillerini ölçmüş ve bunun sonucunda boyut belirlemede tutarlılıklar bulunmakla birlikte şekillerin değerlendirilmesinde geometrik morfometri yöntemlerinin daha verimli olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bernal, çalışmasında özellikle düzensiz şekilli, girinti ve çıkıntıya sahip materyallerde geometrik morfometrinin kullanılmasının daha anlamlı olduğunu ifade eder. Bunun yanı sıra geleneksel morfometride ölçümler manuel olarak yapıldığından hata oranının daha yüksek olduğunu Kafa ve Arı (2004) yaptığı çalışmada ortaya koymuştur. Tüm bunlardan hareketle Aytek (2017) geometrik morfometrinin kendine özgü bir şekilde sahip bütün her şeyde kullanılabileceği çıkarımını yapmaktadır.



Geometrik morfometrinin en önemli avantajlarından biri, şekil farklılıklarının doğrudan resim veya bilgisayar animasyonları olarak görselleştirilebilmesi olmakla birlikte, bu metotta kullanılan cihazların (üç boyutlu lazer tarayıcı-yazıcı) pahalı ve taşınabilen nitelikte olmayışı bu yöntemin dezavantajı olarak değerlendirilebilir. Geometrik morfometri yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalarda yeterli birey sayısının olması ve doğru yerleştirilmiş landmarklar iyi sonuç elde etmeyi sağlar (Scholtz ve ark., 2010). Gelişen geometrik morfometri yöntemi, birden fazla alana uygulanabilen önemli bir boyut ve şekil varyasyonu yöntemine dönüşmüştür (Abdullayeva, 2022). Geometrik morfometri yöntemi cinsiyet analizi, tür içi ve türler arası ayırım ve taksonomik sınıflandırma için daha kapsamlı analiz ve daha kesin sonuçlar sağlamaktadır.

## Geometrik Morfometride Kullanılan İstatistikî Yöntemler

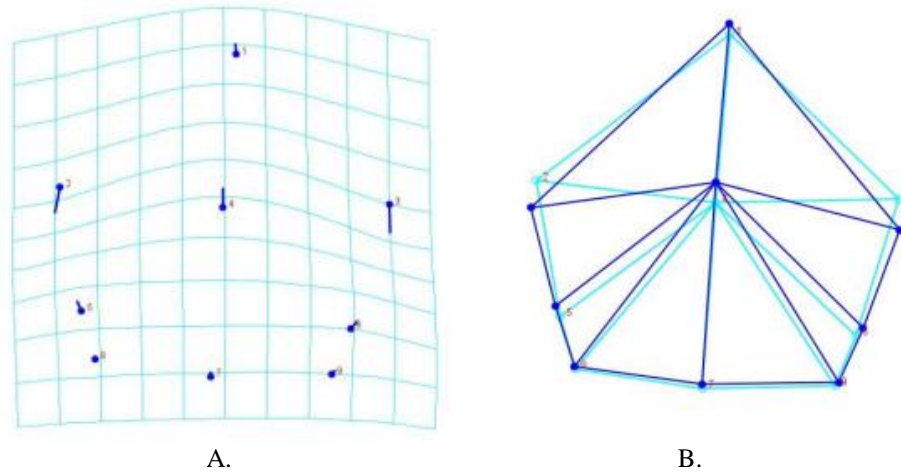
Geometrik morfometrinin yararlandığı çalışmalarda koordinat verilerini standardize etmek amacıyla birçok istatistik yöntem önerilmiştir. İstatistiksel analiz yöntemleri temel bileşen analizi, eşit medyanlar testi, T testi, F testi, tek yönlü varyans analizi, normal yapıya göre artık analizi, Kolmogorov-Smirnov testi, Kruskal Wallis testi, normal dağılım testi, doğrusal uygunluk analizi, normal en küçük kareler regresyonu, genelleştirilmiş doğrusal model, Procrustes landmark merkezli uygunluk analizi, resgresyon analizi ve saçılım analizidir (Özkoçak ve Alkaya, 2017). Bu yöntemlerden teorik olarak en gelişmiş olanı Procrustes metot olarak bilinen landmark tekniğidir. Bu teknik örnek çiftleri için landmark koordinatlarının sıralanmış setlerini içeren translasyon, rotasyon ve ölçeklendirme parametrelerinin en küçük kareler olarak tahminine bağlıdır (Boz ve ark., 2023). Landmarklar ile elde edilen bu şekil yapıları üst üste bindirilir ve böylece aradaki farklılıklar gözlemlenebilir (Şekil 2.) (Dryden ve Mardia, 1998). Bundan sonraki aşama, ortaya çıkan farkların yeni bir düzlemde özetlenmesidir. Bu amaçla Temel Öğeler Analizi (PCA) kullanılabilir. Son aşama ise çoklu varyans analizi (MANOVA) gibi yöntemler ile özetlenen farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının sınanmasıdır. Landmarklar kullanılarak bir yapının biçimi belirlenirken üst üste bindirme yöntemleriyle yapı, skala etkisinden arındırılır. Böylelikle ortaya çıkan olası sonuç büyüklükten etkilenmez (Bookstein, 1991).



Şekil 2. Procrustes analizi (Gündemir ve ark., 2023).

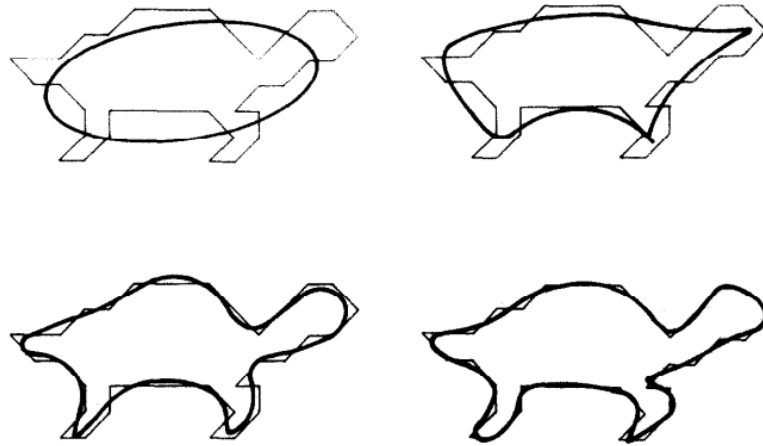
Temel Bileşen Analizi (PCA), ana amaçları şu şekilde sıralanabilir; verinin boyutunu küçültme, tahminlerde bulunma ve bazı analizler için veri setini görüntüleme. Çok boyutlu verilere doğru açıdan bakılarak verilerdeki ilişkiler çoğu zaman açıklanabilir. Bu yöntem bahsedilen "doğru açıyı" bulmaya odaklanır (Şekil 3.) (Koçak, 1998).





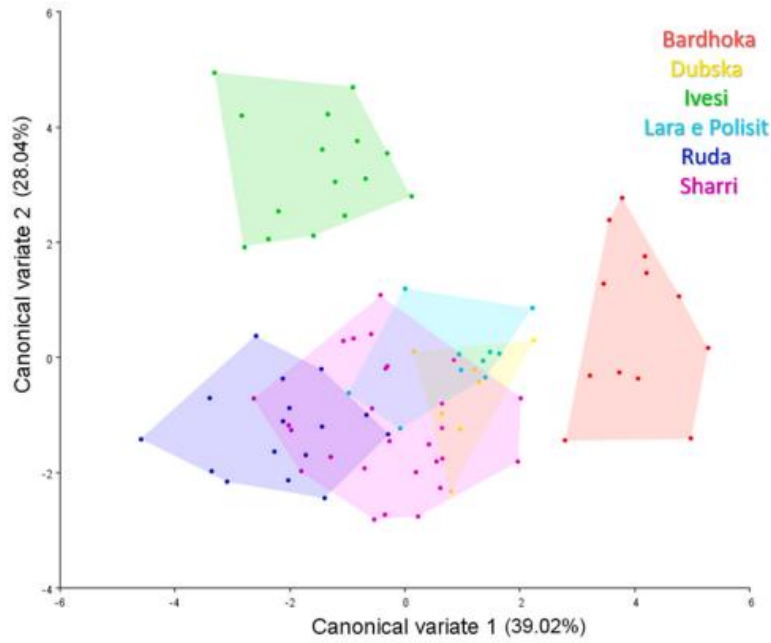
Şekil 3. A. Temel bileşen analizi landmark bazında gösterimi; B. Temel Bileşen Analizi çizgisel gösterimi (Aytek, 2016).

Eliptik Fourier Analizi (EFA), şeklin matematiksel yöntemler kullanılarak özetlenmesini sağlar (Kuhl ve Giardina, 1982). İncelenen materyallerin tamamını iki boyutlu olarak kabul ederek dış hat çizgilerini oluşturan x, y koordinatlarının Fourier katsayılarına dönüştürülmesi prensibini temel alır (Şekil 4.). Bu yöntem, bitkilerde ve hayvanlarda farklı taksonomik düzeylerdeki karmaşık şekil varyasyonlarını açıklamak adına kullanılmaktadır (Polihronakis, 2006). Bu yöntem özellikle de landmarklardan etkin biçimde yararlanılamadığı durumlarda çok kullanışlı bir araçtır (Kergoat ve Alvarez, 2008). Kaesler ve Waters'ın 1972'de Ostorokod'lar üzerinde yaptığı çalışma, bu yöntem kullanılarak organizmaların biçimsel değerlendirmelerinin yapıldığı ve sistematik durumlarının yorumlandığı çalışmaların ilk örneklerinden biridir.



Şekil 4. Eliptik Fourier Analizi (Kuhl ve Giardin, 1982).

Kanonik Değişken Analizi (CVA), çok değişkenli verilerde grup yapısını analiz etmek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Şekil 5.). Matematiksel olarak tek yönlü çok değişkenli varyans analizine eşdeğerdir ve aynı zamanda Kanonik Ayırıcı Analiz olarak da adlandırılır (Boz ve ark., 2023). Amacı, grup yapısında neyin değişip neyin değişmediğini belirlemek olan modeller geliştirmektir. Cinsiyet veya soy gibi örnekler içindeki grupları analiz etmek istediğinizde CVA kullanılır. Grup içindeki varyasyona göre gruplar arasındaki ayrımı maksimize eden ve bilinmeyen bir bireyin bilinen gruplardan birine sınıflandırılmasına izin veren çok değişkenli bir prosedürdür (Manthley ve Ousley, 2020).



Şekil 5. Kanonik değişken analizi (Gündemir ve ark., 2023).

## Analiz İçin Geliştirilen Uygulamalar

Bu uygulamalardan en kullanışlı, ulaşılabilir ve verimli olan programlar şunlardır;

MorphoJ programının amacı, GM'deki en önemli analiz türleri için bir platform sağlamaktır (Klingenberg, 2011). Genellikle ilk adım olarak şekil değişkenleri Procrustes üst üste binmesi kullanılarak üretilir. Daha sonra program aykırı değerleri arayabilir ve hatta yanlışlıkla değiştirilen yer işaretlerini onarmak bile mümkündür. Programdaki 'Varyasyonlar' bölümü 'Procrustes Analysis of variance (ANOVA)' seçeneğini içerir ve tek numuneler tekrar tekrar kaydedilmiş ölçüm hatasını belirlemek için kullanılabilir (Manthley ve Ousley, 2020). Analizler boyunca dönüm noktası konfigürasyonlarının simetrisini tam olarak hesaba katan tek program paketidir. Bu önemli bir noktadır çünkü kafatası gibi birçok biyolojik yapı iki taraflı simetriktir (Klingenberg, 2010). Bu program daha kapsamlı olduğu için veterinerlik anatomisi alanında daha sık kullanılır.

3D-ID, bu program daha çok adli tıp alanında yapılan geometrik morfometri çalışmaları için iyi bir platformdur. Adli olarak ilgili gruplar içinde geometrik morfometri kullanarak bilinmeyen bir bireyin cinsiyetini ve soyunu tahmin etmek için tasarlanmış bir programdır. Yapılan analizler, cranial yer işaretlerinin üç boyutlu koordinatları kullanılarak gerçekleştirilir (Manthley ve Ousley, 2020).

R programs, indirilebilecek bir dizi geometrik morfometrik pakete sahiptir. Bu program paketi içerisindeki en iyi örneklerden biri kapsamlı bir yazılım olan Dean Adams'ın Geomorph'udur (Boz ve ark., 2023). Geomorph, Procrustes analizinin tüm aşamalarını tek bir bilgisayar paketinde uygulayan örneklerin dijitalleştirilmesi ve hem sabit yer işaretlerinin hem de yarı yer işaretlerinin iki ve üç boyutlu analizini içeren ücretsiz bir yazılımdır. Bu sayede biyolojik şekil değişiminin daha kapsamlı bir ölçümü ve analizi sağlanır (Adams ve Otarola-Castillo, 2013).

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Klasik morfometri çalışmalarında kullanılan yöntemler yanlış değildir yalnızca yeterince güçlü değildir. Bunun sebebi ise bu yöntemlerin kullanımıyla incelenen materyalin şekli hakkında net bir sonuca ulaşamaması ve şeklin yalnızca araştırmacının yorumuna dayalı olmasından dolayı ampirik kalmasından kaynaklanır. Uzun süredir yararlanılan bu metotlar yeni gelişen geometrik morfometrinin temelini oluşturmaktadır. Geometrik morfometri ile sayısal veriler görselleştirilerek şekil hakkında bilgi ve boyut farklılıklarının tanımlanmasını sağlar. Bunların yanı sıra geometrik morfometri de kusursuz değildir. Bu sınırlamalardan biri materyallerin arasındaki farkları özetlemek ve taksonomik ilişkilerin tahmini için

değerlendirme amacıyla mesafe ölçüsüne gereksinim bulunmasıdır. Neredeyse bütün bilimsel gelişmelerde olduğu gibi etkili olup olmadığı tartışma konusu olsa da çoğu araştırmacı incelenen parametrelerde geometriyi dikkate almanın önemli olduğu konusunda fikir birliği sağlamıştır.

Tüm bunlardan hareketle, geometrik morfometri yönteminin daha karmaşık ve düzensiz şekil veya yüzeye sahip materyallerde kullanımının daha doğru sonuçlar vermesinin yanı sıra geleneksel morfometri ile yapılan şekil açıklamaları tamamen insan gözüne bağlı olduğundan yorumdan ibarettir. Bunlara ek olarak, yapılan lineer ölçümlerin tek elden yapılması önemli olmakla beraber hata payı yüksek bir yöntem olduğu da bir gerçektir. Ancak geometrik morfometri yönteminin de uygulanabilirliği daha zor ve zaman alıcı olduğu da göz ardı edilmemelidir. Sonuç olarak geleneksel ve geometrik morfometrinin farklı avantaj ve dezavantajlarının olduğu göz önünde bulundurulunca bu iki yöntemin birbirlerini tamamlayıcı olarak beraber kullanılması daha uygun olacaktır.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

## Yazar Katkısı

Tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

## Etik Beyan

“Morfometrik ve Geometrik Morfometrik Yöntemlerinin Veterinerlik Anatomisi Alanında Kullanımı” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Bu araştırma doküman analizi ve betimsel incelemeye dayalı olarak yapıldığından etik kurul kararı zorunluluğu bulunmamaktadır.

## KAYNAKLAR

- Sanyal, B., & Ghosh, S.K. (2022). Dosimetry in food irradiation. In: V.M. Gómez- López & R. Bhat (Eds). *Electromagnetic technologies in food science* (pp. 33-52). Hoboken:John Wiley & Sons, Inc.
- Abbasabadi, B.M., Ghoghghi, F., Rahmati, S. ve Hajian, O. (2020). Dama dama mesopotamica. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 15(02), 221-233. doi:10.22059/ijvm.2020.299875.1005075.
- Abdullayeva, H. (2022). İskeletten Cinsiyet Belirlemede Geometrik Morfometri Yönteminin Uygulanabilirliği [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (Tez No: 752469)
- Adams, D.C. ve Otarola-Castillo, E. (2013). Geomorph: An R package for the collection and analysis of geometric morphometric shape data. *Methods in Ecology and Evolution*, 4, 393–399. doi: 10.1111/2041-210X.12035.
- Aytek, A.İ. (2016). Antik Anadolu Toplumlarının Geometrik Morfometrik Karşılaştırmaları [Doktora tezi, Ankara Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (Tez No: 430466).
- Aytek, A.İ. (2017). Geometrik Morfometri, *Mimarlar Arkeologlar Sanat Tarihçileri Restoratörler Ortak Platformu E-Dergisi*, 17(11). <http://www.masrop.org/>
- Bacon, A.M. (2000). Principal components analysis of distal humeral shape in pliocene to recent African hominids: the contribution of geometric morphometrics. *American Journal of Physical Anthropology*, 111(4), 479–487. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-8644\(200004\)111:4<479::AID-AJPA4>3.0.CO;2-%23](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-8644(200004)111:4<479::AID-AJPA4>3.0.CO;2-%23)
- Bayram, S. (2022). Rinoplasti ve Rekonstrüksiyon Açısından Geometrik Morfometri Yöntemi ile Burun Şeklinin Analizi [Yüksek Lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi] Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (Tez No: 717607)
- Bernal, V. (2007). Size and Shape Analysis of Human Molars: Comparing Traditional and Geometric Morphometric Techniques, *HOMO- Journal of Comparative Human Biology*, 58, 279- 296. <https://doi.org/10.1016/j.jchb.2006.11.003>
- Bookstein, F. (1991). *Morphometric tools for landmark data*. (Press 1). United Kingdom; Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511573064>
- Bouhallier, J. ve Berge, C. (2006). Analyse morphologique et fonctionnelle du pelvis des primates Catarrhiniens: conséquences pour l’obstétrique. *Comptes Rendus Palevol*, 5(3- 4), 551- 560. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2005.12.007>
- Boz, İ., Manuta, N., Özkan, E., Kahvecioğlu, O., Pazvant, G., Gezer İnce, N., Hadžiomerović, N., Szara, T., Altundağ, Y. ve Gündemir, O. (2023). Geometric Morphometry In Veterinary Anatomy. *Veterinaria*, 72(1), 15-27. <https://doi.org/10.51607/22331360.2023.72.1.15>

- Böhmer, C. ve Böhmer, E. (2017). Shape variation in the craniomandibular system and prevalence of dental problems in domestic rabbits: A case study in evolutionary veterinary science. *Veterinary Sciences*, 4(1), 5. doi: 10.3390/vetsci4010005
- Can, M., Özüdoğru, Z. ve İlgün, R. (2022) A morphometric study on skulls of hasmer and hasak sheep breeds. *International Journal of Morphology*, 40(6),1536-1545.
- Caymaz, B.N. (2022). Humerus Distal Ucu Morfometrik Analizi [Yüksek lisans tezi, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (Tez No: 750605).
- Claude, J. (2008). *Morphometrics with R*. New York: Springer Science+Business Media. doi: 10.1007/978-0-387-77790-0
- Dalga, S. (2019) Topographic and morphometric study of the mental foramina of Abaza goats with its clinical implication for regional anaesthesia. *Folia Morphologica*. 79(3), 576–579. Doi: 10.5603/FM.a2019.0122
- Demircioğlu, İ., Demiraslan, Y., Gürbüz, İ. ve Dayan, M. O. (2021). Geometric morphometric analysis of skull and mandible in Awassi ewe and ram. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 27(1). doi: 10.9775/kvfd.2020.24714
- Demircioğlu, I., Duro, S., Güngören, G., Choudhary, O.P., Gündemir, O., Demiraslan, Y. ve Pazvant, G. (2022). Digits angle and digits length ratio in japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Indian Journal of Animal Research*, 56(9), 1105-1109. doi: [10.18805/IJAR.B-1326](https://doi.org/10.18805/IJAR.B-1326)
- Dryden, I.L. ve Mardia, K.V. (1998). *Statistical Shape Analysis*. New York: Wiley.
- Duro, S., Gündemir, O., Sönmez, B., Jashari, T., Szara, T., Pazvant, G. ve Kambo, A. (2021). A different perspective on sex dimorphism in the adult Hermann's tortoise: Geometric morphometry. *Zoological Studies*. 60. doi: 10.6620/ZS.2021.60-09
- Gunz, P., Mitteroecker, P. ve Bookstein, F.L. (2005). Semilandmarks in three dimensions, *Modern Morphometrics in Physical Anthropology (ss. 73-74)*. Kluwer Academic.
- Gündemir, O., Hadžiomerović, N., Pazvant, G. ve Erdikmen, D.O. (2021). Radiometric and geometric morphometric analysis of the carpal joint area in 2-year-old thoroughbred horses. *Veterinaria*, 70(2), 209-17. doi:10.51607/22331360.2021.70. 2.209.
- Gündemir, O., Duro, S., Szara, T., Koungoulos, L., Jashari, T., Demircioğlu, İ. ve Melnyk, O. O. (2023). Skull variation in different breeds sheep from Balkan countries. *Annals of Anatomy- Anatomischer Anzeiger*, 249, 152083. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2023.152083>
- Gürbüz, İ., Demiraslan, Y., Gülbaz, F. ve Aslan, K. (2016). Malakan Atı mandibula'nın cinsiyete göre morfometrik özellikleri. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 32 (3), 136-140.
- Gürbüz, İ., Aytok, A.İ., Demiraslan, Y., Onar, V. ve Özgel, O. (2020). Geometric morphometric analysis of cranium of wolf (*Canis lupus*) and German shepherd dog (*Canis lupus familiaris*). *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 26(4), 525-32. doi: 10.9775/kvfd.2019.23841.
- Gürbüz, İ., Demiraslan, Y., Karaavcı, F.A., Yılmaz, O. ve Demircioğlu, İ. (2022). Geometric Morphometric Analysis on the skull of the Red Fox (*Vulpes vulpes*). *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 11(1),1-7. doi:10.31196/huvfd.1012563.
- Hadžiomerović, N., Gündemir, O. ve Kovacevic, S. (2022). Mandible size and shape of the red fox (*Vulpes vulpes*) and golden jackal (*Canis aureus*). *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 10, 364-368. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2022/10.2.364.368>
- Hadžiomerović, N., Gündemir, O., Tandır, F., Avdić, R. ve Katica, M. (2023). Geometric and morphometric analysis of the auditory ossicles in the red fox (*Vulpes vulpes*). *Animals*, 13, 1230. <https://doi.org/10.3390/ani13071230>.
- Kaesler, R. L. ve Waters, J. A. (1972). Fourier analysis of the ostracode margin. *Geological Society of America Bulletin*, 83(4), 1169-1178. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1972\)83\[1169:FAOTOM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1972)83[1169:FAOTOM]2.0.CO;2)
- Kafa, İ.M. ve Arı, İ. (2004). Morfometrik Çalışmalarda Manuel (El ile) ve Dijital (Sayısal)- Bilgisayar Destekli Ölçüm Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 30(3), 141-144. <https://dergipark.org.tr/en/pub/uutfd/issue/35255/391135>
- Katina, S., Bookstein, F., Gunz, P. ve Schaefer, K. (2007). Was it worth digitizing all those curves? A worked example from craniofacial primatology. *American Journal of Physical Anthropology*, 44, 140.
- Kergoat, G.J. ve Alvarez, N. (2008). Assessing the phylogenetic usefulness of a previously neglected morphological structure through elliptic Fourier analyses: a case study in *Bruchus* seed- beetles (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). *Systematic Entomologist*, 33(2); 289-300. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.2007.00405.x>
- Klingenberg, C.P. (2011). MORPHOJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources*. 11, 353–357. doi: 10.1111/j.1755-0998.2010.02924.x
- Koçak, İ. (1998). Temel bileşenler analizi ve uygulaması. [Doktora tezi, İnönü Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (Tez No: 71597)
- Kuhl, F.P. ve Giardina, C.R. (1982). Elliptic Fourier features of a closed contour, computer graphics and image processing. *Computer Graphics and Image Processing*, 18(3), 236-258. [https://doi.org/10.1016/0146-664X\(82\)90034-X](https://doi.org/10.1016/0146-664X(82)90034-X)
- Manfreda, E., Mitteroecker, P., Bookstein, F.L. ve Schafer, K. (2006). Functional morphology of the first cervical vertebra in humans and nonhuman primates. *Anatomical Record*, 289, 184–194. <https://doi.org/10.1002/ar.b.20113>





- Mantley, L. ve Ousley, S.D. (2020). Geometric Morphometrics. *Statistics and Probability in Forensic Anthropology*, 289-298. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815764-0.00023-X>
- Masko, M., Wierzbicka, M., Zdrojkowski, Ł., Jasiński, T., Sikorska, U., Pawliński, B. ve Domino, M. (2022). Comparison of donkey, pony, and horse dorsal profiles and head shapes using geometric morphometrics. *Animals*, 12(7), 931. doi: 10.3390%2Fani12070931.
- Mitteroecker, P., Gunz, P. ve Bookstein, F.L. (2005). Heterochrony and geometric morphometrics: a comparison of cranial growth in *Pan paniscus* versus *Pan troglodytes*. *Evolution and Development*, 7(3), 244–258. <https://doi.org/10.1111/j.1525-142X.2005.05027.x>
- Mitteroecker, P. ve Gunz, P. (2009). Advances in Geometric Morphometrics. *Journal of Evolutionary Biology*, 36,235-247. <https://doi.org/10.1007/s11692-009-9055-x>
- Özkoçak, V. ve Alkaya, A. (2017). *Geometrik Morfometride İstatiksel Yaklaşımlar*. Gazi Kitabevi, Ankara.
- Özüdoğru, Z., İlgün, R. ve Can, M. (2020). Morphometric Study on the Hasak Sheep Mandible. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5(4), 516-519.
- Pares-Casanova, P.M. ve Domènech-Domènech, X. (2021). A comparative analysis of sphenoid bone between domestic sheep (*ovis aries*) and goat (*capra hircus*) using geometric morphometrics. *Anatomia Histologia Embryologia*, 50(3), 556-561. doi: 10.1111/ahe.12661.
- Pares-Casanova, P.M., Salamanca-Carreño, A., Crosby Granados, R.A. ve Bentez-Molano, J. (2020). A comparison of traditional and geometric morphometric techniques for the study of basicranial morphology in horses: a case study of the Araucanian Horse from Colombia. *Animals*, 10(1), 118. doi: 10.3390/ani10010118.
- Pavlinov, I.Y. (2001). Geometric morphometrics, a new analytical approach to comparison of digitized images. p. 41-90 in: *Information Technology in Biodiversity Research. (2nd.) International Symposium*, St. Petersburg.
- Palci, A., ve Lee, M. S. (2019). Geometric morphometrics, homology and cladistics: review and recommendations. *Cladistics*, 35(2), 230-242.
- Polihronakis, M. (2006). Morphometric analysis of intraspecific shape variation in male and female genitalia of *Phyllophaga hirticula* (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae). *Annals of the Entomological Society of America*, 99, 144-150. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2006\)099\[0144:MAOISV\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2006)099[0144:MAOISV]2.0.CO;2)
- Rohlf, F.J. ve Marcus, L.F. (1993). A revolution in morphometrics. *Trends in Ecology and Evolution*, 8(4),129-132. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(93\)90024-J](https://doi.org/10.1016/0169-5347(93)90024-J)
- Scholtz, Y., Steyn, M. ve Pretorius, E. (2010). A geometric morphometric study into the sexual dimorphism of the human scapula. *HOMO-Journal of Comparative Human Biology*, 61, 253–270. <https://doi.org/10.1016/j.jchb.2010.01.048>
- Slice, D.E. (2005). *Modern morphometrics in physical anthropology*. Kluwer Academic, Plenum Publishers: New York.
- Slice, D.E. (2007). Geometric Morphometrics. *Annual Review of Anthropology*, 36, 261-281. <https://doi.org/10.1016/j.jchb.2010.01.048>
- Szara, T., Duro, S., Gündemir, O. ve Demircioğlu, İ. (2022). Sex determination in Japanese Quails (*Coturnix japonica*) using geometric morphometrics of the skull. *Animals*, 12(3), 302. doi: 10.3390/ani12030302.
- Vance, V.L. ve Steyn, M. (2013). Geometric morphometric assessment of sexually dimorphic characteristics of the distal humerus. *HOMO- Journal of Comparative Human Biology*, 64, 329– 340. <https://doi.org/10.1016/j.jchb.2013.04.003>
- Velemínská, J., Krajíček, V., Dupej, J., Gómez-Valdés, J.A., Velemínský, P., Šefčáková, A., Pelikán, J., Sánchez-Mejorada, G. ve Brůžek, J. (2013). Technical Note: Geometric Morphometrics and SexualDimorphism of the Greater Sciatic Notch in Adults From Two Skeletal Collections: The Accuracy and Reliability of Sex Classification. *American Journal of Physical Anthropology*, 152(4), 435-571. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22373>
- Yılmaz, B., Harem, İ.Ş., Demircioğlu, İ., Özyiğit, G. ve Bozkaya, F. (2018) Aseel ırkı horoz ve tavuklarda Glandula uropygialis'in anatomik, morfometrik ve histolojik özellikleri. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 34 (2), 65-70. DOI: 10.15312/EurasianJVetSci.2018.182
- Zelditch, M.L., Swiderski, D.L. ve Sheets, H.D. (2004). *Geometric morphometrics for biologists: a primer*. Cambridge: Academic press.