



Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi

Cilt: 11 Sayı: 1 Yıl: 2024



Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences

Volume:11 Issue:1 Year:2024

ISSN 2148-3647

Araştırma Makaleleri

1. Paşaköy Sulama Birliğinde Sulama Performansının Analizi

Hakan KARACALR Hasan Ali IRIK

Sayfa : 1-8

2. Yakın Kızılötesi Spektroskopisi Kullanılarak Olgunlaşma Aşamasındaki Çilek Meyvesinin Bazı Kalite Özelliklerinin Hasarsız Tespiti

İlknur YILMAZ Mehmet Burak BÜYÜKCAN

Sayfa : 9-18

3. Farklı Kurutma Tekniklerinin Dört Farklı Trabzon Hurması Çeşidinin Kalite Parametreleri Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

Feyza TOSYA Sibel BÖLEK Feriha GÖKSU Muhammed Ali GÖKTAŞ Zeynep ÖZLÜ Arzu ŞEN Ertürk İNCE Nesrin AKTEPE TANGU

Sayfa : 19-25

4. Toxic, Repellent, and Oviposition-Inhibiting Effects of *Almina* Diatomaceous Earth on *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae)

Hilal SUSURLUK Merve İLKTAN

Sayfa : 26-35

5. Farklı Tohum Yatağı Hazırlığı ile Taban Gübrelerin Nohut Verim ve Verim Ögeleri Üzerine Etkisi

Murat BALABAN M. Sait ADAK

Sayfa : 36-48

6. *Heterischnus ridibundus* (Costa, 1885), a new record for the Eastern Anatolia (Hymenoptera: Ichneumonidae: Ichneumoninae)

Yeşim BULAK KORKMAZ Saliha ÇORUH

Sayfa : 49-56

7. Bingöl- Erzurum Karayolu Güzergâhının Görsel Kalite Açısından Değerlendirilmesi

Ahmet CAF Hasan YILMAZ

Sayfa : 57-79

8. Bingöl ve Muş İllerinde Yetiştiriciliği Yapılan Yonca Popülasyonlarının Makro Element İçerikleri Açısından İncelenmesi

Erdal ÇAÇAN Kağan KÖKTEN

Sayfa : 80-89

9. In Silico and Molecular Analysis of Some Mosaic Diseases on Cucurbit Plants in Iğdır Province, Türkiye

Abdullah GÜLLER Mustafa USTA Gülüstan KORKMAZ Serap DEMİREL

Sayfa : 90-103

10. Çukurova Üniversitesi Kampüsünde Yer Alan Doğal Meranın Yönelere Göre Bitki ile Kaplı Alan Oranı ve Botanik Kompozisyon Değişimi

Hasan Beytullah DÖNMEZ Rüştü HATİPOĞLU

Sayfa : 104-111

11. Kuzey Irak Bölgesi Yerel Nar Çeşitlerinin (*Punica granatum L.*) Bazı Meyve Özelliklerinin Belirlenmesi

Tara TAHİR M AMIN Ebru SAKAR Ali İKİNCİ Hülya ÜNVER

Sayfa : 112-120

12. Evaluation of Yields and Quality of Saplings Obtained by Grafting Combinations of Different American Grapevine Rootstocks and Kalecik Karasi Grape Variety

Hüseyin KARATAŞ Murat KAYA

Sayfa : 121-129

13. Tarım İlaçlarının Sera Gazı Emisyonlarına Etkisi: BRICS Ülkeleri Örneği

Hacı Hayrettin TIRAŞ

Sayfa : 130-139

14. Geleneksel ve Coğrafi İşaretli Kuru Fasulyede Çiftçilerin Eline Geçen Fiyatlar: Ürün Kalitesi ve Mekânsal Özelliklere Göre Bir Değerlendirme

Nilgun DOĞAN Hakan ADANACIOĞLU

Sayfa : 140-148

15. Antagonist *Clonostachys rosea* İzolatının Farklı Ph Koşullarında Miselial Kitle Gelişimi

Şahimerdan TÜRKÖLMEZ Fatih ÖLMEZ

Sayfa : 149-155

16. Alkol Tüketme Olasılığının Altında Yatan Gizli Faktörlerin Belirlenmesi

Mehmet Selim YILDIZ Faruk URAK Abdalbaki BİLGİC

Sayfa : 156-167

17. Samsun İlinde Manda Sütü Üretimine Ekonomik ve Çevresel Açından Değerlendirilmesi

Çağatay YILDIRIM

Sayfa : 168-179

18. Erkence Zeytin Çeşidinden Elde Edilen Zeytinyağlarının Kimyasal ve Duyusal Özelliklerine Organik ve Geleneksel Yetiştirme Yöntemlerinin ve Olgunluk Düzeyinin Etkisinin İncelenmesi

Elif Burçin UYANIK Aytaç GÜMÜŞKESEN

Sayfa : 180-189

19. The Relationship Between Total Phenol, Total Flavonoid, and IC50 Contents of Different Parts of *Satureja thymbra* and Nutrient Elements

Işın KOCABAŞ OĞUZ

Sayfa : 190-196

20. Farklı Konsantrasyonlarda Mormiks ile Üretilen Vegan Karabuğday Sütünün Fizikokimyasal ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi

Merve Dilara GEREK Filiz YANGILAR

Sayfa : 197-205

21. Bingöl Koşullarında Farklı Bal Arısı Genotiplerinin Bazı Performans Özelliklerinin Karşılaştırılması

İbrahim ŞAHİN Nevzat ESİM

Sayfa : 206-215

22. Determination of Cu, Pb, and Zn Contents of Soils Formed on Different Parent Materials (Çanakkale, Türkiye)

Erdem TEMEL Timuçin EVEREST Ali SUNGUR Hasan ÖZCAN

Sayfa : 216-225

23. Şanlıurfa Yöresinde Selekte Edilen Nar (*Punica granatum L.*) Genetik Kaynaklarının Agromorfolojik ve Fiziko-Kimyasal Özellikleri

Yakup POLAT Ferit ÇELİK Ebruyasakafkas@gmail.com KAFKAS Emine KÜÇÜKER

Sayfa : 226-238

24. Sürdürülebilir Enerji Üretimi İçin Fotovoltaik Sistem Tasarımı ve PVsyst Programı ile Simülasyonu: Bursa İli Örneği

Melike YALILI KILIÇ Merve KURTARAN

Sayfa : 239-248

25. Süt Sığırcı Rasyonlarında Farklı Oranlarda Kullanılan Kaba ve Kesif Yemlerin In Vitro Gaz Üretim Parametreleri Üzerine Etkisi

Kadir ERTEN Levend COSKUNTUNA Sevilay GÜL Fisun KOC

Sayfa : 249-259

26. Şırnak İlinin Uludere Yöresinde Görülen Arı Ölümlerinin Real Time RT-PCR ile Araştırılması

Mehmet Ali KUTLU Metin GÜRÇAY Ahmet SAİT Mustafa TÜRKDOĞAN Merve DEMİR

Sayfa : 260-266

27. Aronya Posasının Hayvan Beslemede Kullanım Olanakları

Fisun KOC Kadir ERTEN Levend COSKUNTUNA

Sayfa : 267-278

28. Yonca Silajına Raf Ömrü Biten Makarna İlavesinin Silaj Kalitesi Üzerine Etkisi

Besime DOĞAN DAŞ

Sayfa : 279-283

29. Görsel Peyzaj Tercihlerinde Cinsiyete Bağlı Uzman Değerlendirmesi: Büyük Sat Buzul Gölü ve Por Kalderası Örneği

Emel AYDIN Feran AŞUR

Sayfa : 284-293

30. Süsen (*Iris germanica* L.) Rizomlarından Elde Edilen Distilasyon ve Ekstraksiyon Ürünlerinin Verimliliği ve Koku Bileşenleri Üzerine Bir Araştırma

Nimet KARA Hasan BAYDAR

Sayfa : 294-302

Paşaköy Sulama Birliğinde Sulama Performansının Analizi

Ahmet Hakan KARACALAR^{1*} , Hasan Ali İRİK^{2*} 

¹Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri

²Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kayseri

*Sorumlu Yazar: haliirik42@gmail.com

Geliş Tarihi: 03.11.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 22.12.2023 Kabul Tarihi: 22.12.2023

ÖZ

Bu çalışma Yozgat ili Şefaattli ilçesinde faaliyet yürüten Paşaköy Sulama Birliğinde yürütülmüştür. Sulama birliği performans analizinde 2017-2021 yıllarını kapsayan dönem ele alınmıştır. Daha başarılı su yönetimini sağlamak için Uluslararası Sulama ve Drenaj Teknoloji ve Araştırma Programı (IPTRID) tarafından önerilen bazı performans göstergeleri kullanılmıştır. Bu kapsamda performans değerlendirmesinde sulama oranı, sürdürülebilir sulama alanı oranı, sulama şebeke yoğunluğu, su temin oranı, sulama ücreti toplama oranı ve sulama şebekesi personel yoğunluğu parametreleri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre sulama oranlarının %34 ile %61 arasında, sürdürülebilir sulama alanı oranınının 1.64-9.94 arasında, sulama şebeke yoğunluğunun 17.7-31.85 ha/km, su temin oranınının 1.72 ile 2.06 arasında, sulama ücreti toplama oranınının %66.2 ile %95.7 arasında ve sulama şebekesi personel yoğunluğunun 7.8-9.75 km/personel arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Her damla suyun öneminin arttığı günümüzde su kaynaklarının daha etkin bir şekilde kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Su kaynaklarımızın büyük bir kısmının tarımda kullanılıyor olması özellikle tarımda su kaynaklarının doğru planlanmasına bağlıdır. Bu amaçla önemli görev üstlenen sulama birliklerinde performansların değerlendirilmesi sürdürülebilirlik açısından son derece önemlidir.

Anahtar kelimeler: Sulama birliği, su temin oranı, sulama oranı, performans analizi.

Analysis of Irrigation Performance in Paşakoy Irrigation Association

ABSTRACT

This study was carried out in Paşaköy Irrigation association operating in Şefaattli district of Yozgat province. For performance assessments of the irrigation association, the period covering the years 2017-2021 was used. To ensure more successful water management, some performance indicators recommended by the International Program for Irrigation and Drainage Technology and Research (IPTRID) have been used. In this sense, irrigation rate, sustainable irrigation area rate, irrigation network density, water supply rate, irrigation fee collection rate and irrigation network personnel density parameters were examined. Irrigation rates varied between 34 - 61%, sustainable irrigation area ratios between 1.64 - 9.94, irrigation network density values between 17.7 - 31.85 ha/km, water supply ratios between 1.72 - 2.06, irrigation fee collection ratios between 66.2 - 95.7% and irrigation network personnel density values between 7.8 - 9.75 km/personnel. Nowadays, when the importance of every drop of water increases, it has become necessary to use water resources more effectively. Since a large part of current water resources are used in agriculture, proper irrigation programs are of great importance. Therefore, performance assessment of irrigation associations play a great role in sustainable agriculture.

Key words: Irrigation association, water supply ratio, irrigation rate, performance assessment.

GİRİŞ

Yaşadığımız dünyada doğal bir kaynak olan su hem insan yaşamı hem de toplumların gelişmesinde önemli bir rol oynamıştır. Su toplumların her katmanını ilgilendiren stratejik doğal kaynaktır. Çünkü yaşadığımız dünyada istenilen yer, zaman ve miktarda bulunmayan yenilenebilir sınırlı kaynaktır. Tarihi kaynaklar incelendiğinde su kaynaklarının bulunduğu yerlerde medeniyetlerin geliştiği görülmektedir (Kara, 2005).

En eski çağlar incelendiğinde sudan oluşan zararlanmalardan korunmak ve suyun faydalarından yararlanmak önemli bir konu olmuştur. Su sayesinde medeniyetler kurulmuş olsa da, sudan oluşan zararlanmalar ile bazı uygarlıklarda yok olmuştur. Değişime ve gelişime açık toplumların hepsinde su her zaman ön planda yer almıştır. Özellikle bitkisel üretimde istenilen düzeyde gelir artışının sağlanması suyun etkin bir şekilde kullanılarak doğru bir sulama yapılmasına bağlıdır. Doğru sulama yönetimi hem verim-gelir hem de sürdürülebilir tarım için önemlidir (Karaca,2017). Bu nedenlerden dolayı hem ülkemizde hem de dünyada sulamaya verilen önem gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde ve dünyada sulanan alanların hızla arttırılmak istenmesi bu durumu daha iyi açıklamaktadır (Yıldız, 2010).

Dünyadaki suyun toplam hacmi 1.36 milyar km³tür. Bu hacmin %97.5'i tuzlu (okyanus ve denizlerde bulunan su), %2.5'i tatlı sudur. Temiz su kaynaklarının %60-75'i tarım sektöründe, %10-20'si sanayi sektöründe ve %5-10'luk bölümü evsel tüketimde kullanılmaktadır. Ülkemizin ortalama aldığı yağış miktarı 574 mm olup, bu 450 milyar m³ suya denk gelmektedir. Günümüz teknik ve ekonomik şartlar altında yerüstü su potansiyelimiz ortalama 94 milyar m³, yeraltı suyu potansiyelimiz ise 18 milyar m³tür. Ülkemizin yerüstü ve yeraltı potansiyeli 112 m³ olsa da, bunun 57 milyar m³lük kısmını kullanabiliyoruz. Kullanılabilir 57 milyar m³lük kısmın 44 milyar m³ü tarım sektöründe sulama suyu olarak kullanılırken, geriye kalan 13 milyar m³ü içme-kullanma ve sanayide kullanılmaktadır. Verilen oranlara göre değerlendirildiğinde su kullanıcıları arasında en büyük payı tarım sektörü almaktadır. Özellikle kurak ve yarı-kurak alanlarda sulamanın zorunlu olması nedeniyle tarımsal girdiler içerisinde en önemli payı sulama suyu almaktadır (Nalbantoğlu, 2006; DSİ, 2022).

Bitkisel üretim yapılan alanlarda istenilen düzeyde gelir artışları sulama suyunun etkin bir şekilde kullanımı ile doğrudan ilişkilidir. Doğru bir şekilde yönetilen sulama suyu ile birlikte verim artışının yanında gelir artışları da olur. Ayrıca çevresel faktörler kontrol altına alındığı için sürdürülebilir tarım için gereken şartlar sağlanmış olmaktadır. İyi şekilde yönetilen sulama suyu üreticilerin sosyo-kültürel açıdan da gelişmesine önemli katkılar sağlamaktadır (Karaca, 2017).

Su kaynaklarının planlı olarak geliştirilmesi, dağıtılması ve kullanıma sunulması, su yönetimi olarak tanımlanabilmektedir (Aküzüm ve ark. 2010). Sulama şebekelerindeki yönetimin temel amacı, su kaynaklarının etkin bir şekilde ve en fazla faydayı sağlayacak dağıtım ve kullanımın gerçekleştirilerek çiftçilerin gelir seviyesinin artırılmasıdır.

Büyük emek ve masraflar içerisinde devlet kuruluşları vasıtasıyla inşa edilen ve akabinde sulama birliklerine devredilen sulama şebekelerinde özellikle kullanıcı olan çiftçilerin eğitim yetersizliğinden dolayı, hem de uygun sulama teknikleri kullanılmadan sulamaların yapılması ciddi sorunlar doğurmuştur. İhtiyaçtan fazla sulamaların yapılmasından kaynaklı topraklarda çoraklaşma, tuzluluk düzeyinin eşik değerini aşması ve erozyon gibi kayıplar ile sonuçlanmıştır. Bunlara ek olarak, işletme ve bakım yönetiminde oluşan sorunlar gerekli olan su ücretinin toplanamamasına neden olmaktadır. Bu da, altyapı, bakım ve onarım çalışmalarını ciddi bir şekilde aksatmaktadır (Değirmenci, 2008). Bu nedenlerden dolayı sulama birliklerinde performanslarının değerlendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Mevcut durumların ortaya konmasıyla istenilen başarıya ulaşıp ulaşılamadığının tespiti sulama yönetimi açısından son derece önem arz etmektedir.

Bu çalışmada; Yozgat ili Şefaati ilçesinde faaliyetlerini yürüten Paşaköy Sulama Birliğinde 2017-2021 yıllarını kapsayan bir performans değerlendirmesi yapılmıştır. Sulama ve Drenajda Uluslararası Teknoloji ve Araştırma Programı (IPTRID) tarafından önerilen bazı performans kriterleri kullanılarak çalışma gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada materyal olarak Yozgat ili Şefaati ilçesinde bulunan Paşaköy sulama birliği materyal olarak kullanılmıştır.

Paşaköy Sulama Birliği Hakkında Bilgiler

Yozgat ili önemli bir kısmı İç Anadolu Bölgesinde Orta Kızılırmak bölümünde yer alırken, diğer kısmı ise Orta Karadeniz'de Çekerek Irmağı çevresinde yer almaktadır. Şefaati ilçesi, Delice ırmağına bakan küçük bir vadi üzerine tren istasyonu olarak kurulmuş, daha sonra gelişmiştir. Bozok Sancağının Kızılırmak ilçesine bağlı bir köy iken Kızılırmak 1927-1928 yıllarında bir bucak haline getirilmiştir. 1954 tarihinde Kızılırmak bucağı Yerköy

ilçesinden ayrılmış ve merkezi Şefaatlî olmak üzere ilçe teşkilatı kurulmuştur. İlçenin yüz ölçümü 833 km²'dir. Denizden yüksekliği ise 910 metredir.



Şekil 1. Paşaköy Sulama Birliği Sahası (Aslan 2019)

Şefaatlî ilçesine ait 2017-2021 bazı meteorolojik veriler Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Şefaatlî ilçesine 2017-2021 yıllarına ait bazı meteorolojik veriler

Yıl / Ay	Aylık ortalama maksimum sıcaklık											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2017	1.7	7.3	14.3	18.0	21.7	27.6	32.8	32.7	31.5	20.0	12.3	9.3
2018	5.8	13.2	16.6	22.5	24.9	28.7	32.5	32.1	27.8	22.0	14.1	6.3
2019	3.8	9.6	13.6	16.7	25.6	29.2	29.6	30.1	26.5	24.0	16.2	7.6
2020	5.3	6.9	15.2	17.6	23.9	28.6	33.1	31.7	31.1	26.0	11.5	9.1
2021	8.6	9.9	10.8	18.7	26.4	27.1	32.6	31.9	24.7	19.6	14.3	7.7
Minimum sıcaklık												
2017	-7.2	-5.8	0.3	2.4	7.9	11.7	14.3	16.2	10.1	2.8	-1.1	-1.1
2018	-0.9	-0.6	3.8	3.0	9.7	12.6	15.5	14.3	10.7	6.4	1.1	-0.9
2019	-5.0	-1.5	-1.5	3.0	9.0	14.2	13.1	14.2	9.9	5.9	-1.4	-0.3
2020	-3.8	-2.5	1.1	2.5	7.3	11.0	15.1	12.1	12.5	5.7	-1.8	-2.8
2021	-2.7	-5.0	-1.6	5.1	8.2	11.2	15.3	14.5	10.4	2.5	0.5	-2.2
Ortalama sıcaklık												
2017	-2.8	0.1	6.7	10.1	14.5	19.7	24.1	24.4	20.6	10.8	4.5	3.0
2018	2.0	5.4	9.5	12.6	16.6	20.7	24.3	23.9	20.1	14.3	7.0	2.5
2019	-0.9	3.4	5.6	9.4	17.1	21.5	21.7	22.2	18.0	14.4	5.9	3.0
2020	0.4	1.7	7.3	9.9	15.5	19.7	24.6	22.5	21.5	15.0	4.1	2.1
2021	2.2	1.7	3.9	11.5	17.3	18.9	24.4	23.5	17.0	10.3	6.3	1.9
Aylık toplam yağış (mm)												
2017	27.1	6.4	34.3	31.1	59.8	44.5	1.1	17.2	3.4	10.5	51.4	27.7
2018	62.2	10.6	56.9	4.1	106.8	26.2	6.8	3.8	7.8	32.7	9.9	95.7
2019	61.8	35.5	10.3	22.8	19.7	61.1	17.9	44.1	4.4	2.5	19.7	69.5
2020	23.7	52.2	15.6	24.6	39.4	25.5	3.3	1.8	4.5	4.3	17.7	9.8
2021	37.6	11.5	71.6	24.1	11.3	41.3	3.2	7.3	54.3	1.4	31.2	48.4
Aylık ortalama nispi nem (%)												

2017	84.9	72.5	65.0	56.6	66.8	63.3	42.4	50.2	39.6	56.7	82.2	91.4
2018	90.3	76.7	74.0	45.3	67.7	57.0	45.9	42.3	45.6	63.5	71.6	87.1
2019	83.5	75.3	59.4	67.9	56.4	59.0	49.9	53.0	51.7	56.3	64.4	86.1
2020	75.2	77.3	65.4	59.8	59.5	55.2	45.0	40.5	46.3	47.2	72.5	82.9
2021	78.4	70.2	71.5	61.3	50.0	59.0	43.0	47.0	61.9	62.6	85.5	92.3

Çizelge 1 incelendiğinde en düşük minimum sıcaklık 2017 yılının Ocak ayında -7.2 °C ile ölçülmüştür. En yüksek sıcaklık ise 2020 yılının Temmuz ayında 33.1 °C olarak ölçülmüştür. 2017-2021 yılları arasında ortalama sıcaklıklar -2.8 °C ile 24.6 °C arasında değişim göstermiştir. Yağışlar açısından bakıldığında tipik karasal iklim özellikleri görülmektedir. Ancak 2018 yılında Mayıs ayında ölçülen 106.8 mm'lik ekstrem yağış olmuştur.

Kanak Çayı üzerinde bulunan normal su kotu göl hacmi 241 hm³, yağış alanı 2918 km² olan ve yıllık 166.44 hm³/yıl su hacmine sahip Gelingüllü Barajı Paşaköy Sulaması 4072 hektarlık bir alana hizmet sağlamaktadır. İletim ve dağıtım kanalları toplam uzunluğu 78 km'dir. Sulamalar açık kanal sisteminde yapılmaktadır.

Paşaköy Sulama Birliği sahasında 2017-2021 yıllarına ait bitki deseni Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Sulanan alandaki bitki dağılımı (%)

Yıllar	Şeker pancarı	Hububat	Yem bitkileri	Her çeşit sebze
2017	63	33	4	0
2018	66	30	3	0
2019	53	37	9	0
2020	55	35	9	1
2021	54	36	9	1

Sulama sahasında Çizelge 2'den de görüleceği üzere hakim olarak tarımı yapılan bitki şeker pancarıdır. Şeker pancarından sonra ise en çok ekimi yapılan hububatlar olmuştur.

Paşaköy Sulama Birliğinin performans değerlendirmesi Uluslararası Sulama Drenaj Teknoloji ve Araştırma Programı (IPTRID) tarafından da uygun bulunan bazı göstergeler kullanılarak değerlendirilmiştir (Malano ve Burton, 2001; Beyribey, 1997; Koç, 1997; Çakmak ve ark., 2004). Performans göstergeleri olarak sulama oranı, sürdürülebilir sulama alanı oranı, sulama şebeke yoğunluğu, su temin oranı, sulama ücreti toplama oranı ve sulama şebekesi personel yoğunluğu parametreleri dikkate alınmıştır. Bu göstergeler doğrultusunda Paşaköy Sulama Birliğinde 2017-2021 yılları arasındaki bilgilerden performans değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Sulama birliği performans analizinde kullanılacak bilgilerin tamamı DSİ IV. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

Sulama Sistem Performansını Değerlendirmede Kullanılan Göstergeler

Çalışmada performans göstergesi olarak kullanılan parametreler ilişkin detaylar aşağıda verilmiştir.

Sulama Oranı

Sulama alanı içinde fiilen sulanan alanın sulamaya açılan alana oranı olarak Eşitlik 2 ile ifade edilir.

$$SO = \left(\frac{FSA}{SA} \right) \times 100 \quad (2)$$

Burada; SO: Sulama oranı (%); FSA: Fiilen sulanan alan, (ha); SA: Sulamaya açılan alan, (ha).

Sürdürülebilir Sulama Alanı Oranı

Drenaj, tuzluluk sorunları ile tarımsal amaç dışı kullanım sonucu oluşan arazi kaybını ve sulama alanındaki boyutsal değişimi gösteren bir parametredir. Mevcut sulama alanının, başlangıçtaki sulama alanına oranı olarak tanımlanmaktadır (Eşitlik 3).

$$SASO = \left(\frac{BSA}{MSA} \right) \quad (3)$$

Burada; SASO: Sulama alanı sürdürülebilirlik oranı; BSA: Başlangıçtaki sulama alanı, (ha); MSA: Mevcut sulama alanı, (ha).

Sulama Şebeke Yoğunluğu

Sulama alanının, sulama şebekesinde mevcut olan iletim ve dağıtım kanallarına toplam uzunluğuna oranı olarak Eşitlik 4 ile tanımlanmaktadır.

$$SSY = \left(\frac{SA}{iDKTU} \right) \quad (4)$$

Burada SŞY: Sulama şebeke yoğunluğu, (ha/km); SA: Sulama alanı, (ha); İDKTU: İletim dağıtım kanalları toplam uzunluğu, (km).

Su Temin Oranı

Su temin oranı (STO) aşağıda belirtilen Eşitlik 5 ile hesaplanmıştır.

$$STO = \frac{\$SU}{TSSI} \quad (5)$$

Burada \$SU: şebekeye saptırılan su, (m³/ha/yıl); TSSİ: toplam sulama suyu ihtiyacı, (m³/ha/yıl).

STO= 1: \$SU'nun TSSİ'ni karşılamaya yeterli değil

STO< 1: \$SU'nun TSSİ'ni karşılamaya yeterli

STO> 1: \$SU'nun TSSİ'nin fazlasını sağlamaktadır

Sulama Ücreti Toplama Oranı

Sulama ücreti toplama oranı, sulama şebekelerinde tahakkuk eden sulama ücretlerinin tahsil edilme yüzdesi Eşitlik 6'da ile ifade edilmektedir.

$$SÜTO = \frac{TESÜ}{TESU} \times 100 \quad (6)$$

Burada; SÜTO: Sulama ücreti toplama oranı, (%); TESÜ: Tahsil edilen sulama ücreti, (TL); TESU: Tahakkuk eden sulama ücreti, (TL).

Sulama Şebekesi Personel Yoğunluğu

Sulama şebekesinde mevcut olan iletim ve dağıtım kanalları toplam uzunluğunun, işletme bakım ve yönetim (İBY) hizmetinde çalışan toplam personel sayısına oranı Eşitlik 7'de verilmiştir.

$$SŞPY = \frac{IDKTU}{TPS} \quad (7)$$

Burada; SŞPY: sulama şebekesi personel yoğunluğu, (km/personel); İDKTU: İletim ve dağıtım kanalları toplam uzunluğu, (km); TPS: işletme, bakım ve yönetimde çalışan toplam personel sayısı.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Paşaköy Sulama Birliği'ne ait 2017-2021 yılları arasındaki performans göstergeleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Paşaköy sulama birliğine ait performans göstergeleri

Performans Göstergeleri	Yıllar				
	2017	2018	2019	2020	2021
Sulama oranı (%)	34	50	51	59	61
Sürdürülebilir sulama alanı oranı	2.94	2.0	1.96	1.70	1.64
Sulama şebeke yoğunluğu (ha/km)	17.74	26.10	26.62	30.79	31.85
Su temin oranı	2.06	2.03	1.73	1.74	1.72
Sulama ücreti toplama oranı (%)	87.6	91	81.5	66.2	95,7
Sulama şebekesi personel yoğunluğu (km/personel)	9.75	9.75	9.75	7.8	7.8

Sulama alanlarında etkinlik değerlendirilmesinde sulama oranının önemli bir gösterge olduğu bilinmektedir (Değirmenci ve ark. 2012). Paşaköy sulama birliğinde sulama oranlarının %34 ile %61 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En düşük sulama oranı 2017 yılında %34 olurken, en yüksek 2021 yılında %61 olmuştur. 2018, 2019 ve 2020 yıllarında ise sırasıyla %50, %51 ve %51 olmuştur (Çizelge 3). Paşaköy sulama birliğinde sulama oranlarının özellikle 2018 yılından itibaren çok önemli bir ivme kazanarak arttığı tespit edilmiştir.

Sulama kanallarının eski, açık kanal olması nedeniyle su kayıplarının fazla olması, sulamanın kaynağı Gelingüllü Barajının su depolama kapasitesinin 250 milyon m³ olmasına rağmen maksimum 2017 yılında 92 milyon m³e yakın su depolayabilmiştir. Kuraklık nedeniyle yıllar içerisinde depolama kapasitesinin sürekli düşüş göstermesi ve Gelingüllü Barajındaki suyu Paşaköy sulama birliği ile 4 büyük sulama birliğinin (Sekili, Yeni

Mahalle, Gelingüllü Pompaj ve Köseli sulama birlikleri) paylaşmak zorunda olmasına rağmen 2018 yılından itibaren sulama oranlarındaki artışlar göze çarpmaktadır.

Özellikle sulama yönetimi konusunda eğitim almış kişiler tarafından birlik 2018 yılından beri yönetilmektedir. Bunun sonucunda birlikte birçok faktörde iyileşmelerin olduğu yıldan yıla fazlaca hissedilmektedir.

Adongo ve ark. (2016) Gana’da yürüttükleri çalışmada sulama oranlarının 2010-2014 yılları arasında %8 ile %18 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Gençoğlu ve Değirmenci (2019) DSİ tarafından inşa edilen ve Kırıkkhan Sulama Birliğine devredilen sulama alanında yaptıkları çalışmada sulama oranının en düşük 2009 yılında %33, en yüksek 2013 yılında %89 olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma alanında her geçen yılda sulama oranlarının arttığını bildirmişlerdir. Abdisamad (2021) Burdur ili Karataş Sulama Birliğinde 2015-2019 yılları arasında performans değerlendirmesi yapmışlar ve Karataş sulama birliğinde sulama oranlarının %20 ile %72 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Sulama alanlarının tamamının sulanması istenilen bir durum olsa da, sulama oranının %60 olması işletmecilik açısından bakıldığında başarılı olarak sayılmaktadır (Akçay, 2016).

Paşaköy Sulama Birliğinde sürdürülebilir sulama alanı oranının 2017 yılında 2.94, 2018 yılında 2.0, 2019 yılında 1.96, 2020 yılında 1.70 ve 2021 yılında ise 1.64 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). Sürdürülebilir sulama alanı oranı özellikle tuzluluk, drenaj ve tarım dışı kullanımdan kaynaklı arazi kaybını ve sulama alanlarındaki boyutsal değişimi gösteren önemli bir göstergedir (Koç, 1997). Gelingüllü Barajındaki su eksikliğinin sürdürülebilir sulama alanı oranlarına büyük etkisi olduğu söylenebilir. Yıllar bazında incelendiğinde sulama alanında artışların olduğu tespit edilmiştir. Özellikle DSİ tarafından atanan birlik başkanı yönetiminde bu artışların yaşanması sulanan alanların bu alanda eğitim görmüş kişiler tarafından yapılmasının önemini bir kez daha ortaya çıkarmıştır. Kıymaz (2006) Gediz Havzasında yürüttüğü çalışmada tesislerdeki sürdürülebilir sulama alanı oranlarının devir öncesi ve devir sonrası değişikliklerini incelemiştir. Devir öncesi sürdürülebilir sulama alanı oranı en düşük 0.9 ile Alaşehir Sulaması’nda, en yüksek ise 1.3 ile Menemen Sulaması’nda olduğunu belirtmiştir. Devir öncesinde ortalama 1.02 olan sürdürülebilir sulama alanı oranı devir sonrasında ortalama olarak 1.00 olarak saptamıştır. Kayseri ilinde 13 adet sulama birliğinde 2010-2015 yıllarında yapılan çalışmada sürdürülebilir sulama alanı oranının en düşük 0.16 ile Develi Ovası Sulama Birliğinde, en yüksek ise 1.05 ile Sarımsaklı Pompaj Sulama Birliğinde olduğu bildirilmiştir. Bu 13 adet sulama birliğinde ise sürdürülebilir sulama alanı oranının ise 0.55 olduğu tespit edilmiştir (Karaca, 2017).

Paşaköy Sulama Birliğinde sulama şebeke yoğunluğu 2017 yılında 17.74 ha/km, 2018 yılında 26.10 ha/km, 2019 yılında 26.62 ha/km, 2020 yılında 30.79 ha/km ve 2021 yılında 31.85 ha/km olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3). Paşaköy Sulama Birliği 78 km uzunluğunda iletim ve dağıtım kanallarına sahiptir. Kanalların tamamı ise açık kanal şeklinde hizmet vermektedir. Yıllar bazında incelendiğinde sulama alanında her geçen yıl artışların yaşandığı görülmektedir. Kayseri ilinde faaliyet gösteren Sarioğlan Sulama Birliğinde en düşük sulama şebeke yoğunluğu 2010 yılında 2.74 ha/km, en yüksek ise 2014 yılında 24.41 ha/km olduğu bildirilmiştir (Karaca, 2017). Bursa ilinde faaliyet gösteren 10 adet sulama birliğinde 2018 yılında yapılan başka bir çalışmada en yüksek sulama şebeke yoğunluğu Yenişehir sulama birliğinde 115 ha/km iken, en düşük Demirtaş sulama birliğinde 12.9 ha/km olmuştur (Ersöz ve Çamoğlu, 2020). Performansa etki eden parametrelerin kanal çeşitleri, uzunlukları, yönetimi ve işletimi gibi çok faktörün etkili olduğu bildirilmiştir (Kartal ve Değirmenci, 2019). Daphan Sulama Birliğinde yapılan inceleme sonucunda sulama şebeke yoğunluğu 38.85 ha/km olarak bulunmuştur (Koç, 2012).

Paşaköy Sulama Birliğinde su temin oranları 2017 yılında 2.06, 2018 yılında 2.03, 2019 yılında 1.73, 2020 yılında 1.74 ve 2021 yılında 1.72 olarak bulunmuştur (Çizelge 3). Sulama yapılan alanda ihtiyaç duyulan sulama suyu miktarının, şebekeye alınan su miktarı ile ne oranda karşılandığının bir göstergesi olan su temin oranı çalışma alanında optimum değer olan 1’in hep üzerinde kaldığı görülmüştür. Son üç yıl göz önüne alındığında su temin oranlarında görülen düşüş ile birlikte aşırı sulama konusunda iyileşmeler gözlenmektedir. Bursa’da yapılan bir çalışmada ise su temin oranlarının 0.37-0.85 arasında değiştiği bildirilmiştir (Kuscu ve ark., 2009). Kızıoğlu ve ark. (2018) Erzurum’da yürüttükleri çalışmada ise sulama açılmış alanda su temin oranlarının 0.93-1.10 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Karataş Sulama Birliğinde yıllık su temin oranlarının 2015 ile 2019 yılları arasında incelendiği bir çalışmada en düşük 2019 yılında 0.39 olduğu, 2016 yılında ise en yüksek değer olan 0.73 olduğu bildirilmiştir (Abdisamad, 2021). Tanışıklı ve Çakmak (2023), Çorum Sulama Birliğinde 2019-2022 yıllarına ilişkin su yönetim faaliyetlerini değerlendirdikleri çalışmada su temin oranını 0.58-0.90 arasında tespit etmişlerdir.

Paşaköy Sulama Birliğinde sulama ücreti toplama oranı 2017 yılında %87.6, 2018 yılında %91, 2019 yılında % 81.5, 2020 yılında % 66.2 ve 2021 yılında % 95.7 olarak hesaplanmıştır. 5 yıllık sulama ücreti toplama oranı ise %84.4 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3). Veriler incelendiğinde en düşük sulama ücreti toplama oranı 2020 yılında alınırken, en yüksek 2017 yılında alınmıştır. Hem ortalama olarak hem de yıllar bazında bakıldığında Paşaköy Sulama Birliğinde sulama ücreti toplama oranının iyi seviyede seyrettiği görülmüştür. 2020

yılında özellikle dünyada görülen pandemi (Covid-19) ve pancar kooperatifinin ödemeleri geciktirmesi nedeniyle bir düşüş görülmüştür. Karaca (2017) Kayseri’de 13 sulama birliğinde yürüttüğü çalışmada su ücreti toplama oranlarının %16-%98 aralığında değiştiğini ve ortalamasının ise %48.58 olduğunu bildirmiştir. Beypazarı Başören Sulama Kooperatifinde su ücreti toplama oranının %100 olarak tespit edildiği bildirilmiştir (Cin ve Çakmak, 2017)

Çizelge 3 incelendiğinde 2017, 2018 ve 2019 yıllarında sulama şebekesi personel yoğunluğu 9.75 km/personel iken, 2020 ve 2021 yıllarında 7.8 km/personel olarak gerçekleşmiştir. Yıldız (2010), yürüttüğü çalışmada en düşük sulama şebeke yoğunluğunun Yeşilova Sulama Birliğinde (%7.83), en yüksek sulama şebeke yoğunluğunun ise Karaisalı Sulama Birliğinde (%27.76) olduğunu bildirmiştir. Erzurum Daphan Sulama Birliğinde yürütülen başka bir çalışmada sulama şebeke yoğunluğunun 26.82 km/personel olduğunu, 26.82 km’lik alanda 1 kişinin görev yaptığı bildirilmiştir (Koç, 2012).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Yozgat ili Şefaati ilçesinde bulunan Paşaköy Sulama Birliğinde 2017-2021 yılları arasındaki performans sulama oranı, sürdürülebilir sulama alanı oranı, sulama şebeke yoğunluğu, su temin oranı, sulama ücreti toplama oranı, sulama şebekesi personel yoğunluğu parametreleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

Araştırma alanında performans göstergelerinden olan sulama oranı %34 ile %61 arasında değişim göstermiştir. 2018 yılında Paşaköy Sulama Birliğinde başkanlık görevine DSİ mühendisinin atanması sonucunda yıllar içerisinde önemli bir artışın olduğu tespit edilmiştir. Sürdürülebilir sulama alanı oranı incelendiğinde 2.94-1.64 değeri arasında değişim gösterdiği bulunmuştur. Sürdürülebilir sulama alanı oranının 1’den büyük olması yıllar içerisinde sulama alanında artışların yaşandığını göstermektedir. Sulama performans göstergelerinden önemli bir parametre olan su temin oranı 2.06 ile 1.72 arasında değişim göstermiştir. Ancak 2018 yılından sonra yönetim tarafından hem ekim alanı artırılmış hem de temin oranında yavaş yavaş düşmelerin olduğu bulunmuştur. Sulama şebeke yoğunluğu incelenen birlik için 52.2 ha/km olarak tespit edilirken, sulama şebekesi personel yoğunluğu 2017, 2018 ve 2019 yılları için 9.75 km/personel iken 2020 ve 2021 yılları için 7.8 km/personel olarak tespit edilmiştir. Sulama ücreti toplama oranı ise %66.2 ile %95.7 arasında değişim göstermiştir. Sulama ücreti toplama oranı bir birlik için devamlılığı açısından son derece önemli bir parametredir. Paşaköy Sulama Birliği açısından bakıldığında 2020 yılı hariç su ücreti toplama oranlarının oldukça iyi olduğu söylenebilir.

Açık kanal kullanan sulama şebekelerinde su iletim ve dağıtımında önemli kayıpların yaşanması, kanalların eskimesi ve yeterli bakımın yapılmaması suyun büyük kayıplarına neden olmaktadır. Yaz aylarında su tüketiminin yüksek olmasıyla birlikte buharlaşma kayıpları da artırmaktadır. Sulama şebekelerinde kapalı sistemlere geçilmesi hem su kayıplarını azaltacak hem de bakım-onarım masraflarını da azaltacaktır.


Ayrıca suyu kullananlara bitkinin ihtiyaç duyduğu zamanda sulama yapılmasının bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Bu yönde çok ciddi politikaların geliştirilmesi ve uygulanması gerekmektedir. Sulama birliklerinden beklenen faydayı görmek için birlik yönetiminin Biyosistem Mühendisliği veya Tarımsal Yapılar ve Sulama bölümlerinden mezun kişilerce yapılmasına gerekli hassasiyetin gösterilmesi gerekmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Ahmet Hakan KARACALAR  <http://orcid.org/0000-0002-5682-2607>

Hasan Ali İRİK  <http://orcid.org/0000-0002-3141-0948>

KAYNAKLAR

- Abdisamad, A.Q. 2021. Karataş Sulama Birliği Performansının Değerlendirilmesi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Adongo, T.A., Abagale, F.K., Berisavljević, G.K. 2016. Performance Assessment of Irrigation Schemes in Northern Ghana Using Comparative Performance Indicators. International Journal of Scientific Engineering and Technology, 5(4): 217-224.
- Akçay, S. 2016. Aydın İli Sulama Kooperatiflerinde Su Sağlama Oranlarının Belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 13 (02), 135-143.

- Aküzüm, A., Çakmak, B., Gökalp, Z. 2010. Türkiye’de Su Kaynakları Yönetimi ve Değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 3 (1): 67-74.
- Aslan, G.Ş. 2019. Yozgat İlindeki Bazı Sulama Birliklerinin Karşılaştırmalı Performans Değerlendirmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Beyribey, M. 1997. Devlet Sulama Şebekelerinde Sistem Performansının Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:1480, Bilimsel Araştırma ve İnceleme, 813. Ankara.
- Çakmak, B., Beyribey, M., Yıldırım, Y.E., Kodal, S. 2004. Benchmarking Performance of Irrigation Schemes: A Case Study from Turkey. Irrigation and Drainage, The Journal of the International Commission on Irrigation and Drainage, Vol 53, No:2, p.155-164.
- Cin S., Çakmak, B. 2017. Assessment of Irrigation Performance in Başören Irrigation Cooperative Area of Beypazarı, Ankara. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 34 (2), 10-19
- Değirmenci, 2008. Sulama Yönetimi ve Sorunları. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 20-22 Mart 2008, Ankara.
- Değirmenci, H., Tanrıverdi, Ç., Üğlü, G. 2012. Devir Sonrası Sulama Şebekelerinin Performansına Genel Bir Bakış. II. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, 24-25 Mayıs 2012, E.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bornova, İzmir
- DSİ, 2022. Devlet Su İşleri. <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754>. Erişim tarihi.20.11.2022.
- Ersöz, T. ve Çamoğlu, G. 2020. Bursa İlindeki Sulama Birliklerinin Performans Göstergelerinin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 34(2), s. 267-285.
- Gençoğlu, M., Değirmenci, H. 2019. Sulama Performansının Değerlendirilmesi: Kırıkhan Sulama Birliği Örneği. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi. 22, Sayı:3, 436-443.
- Kara, M. 2005. Sulama ve Sulama Tesisleri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar Ve Sulama Bölümü, Konya.
- Karaca, L., 2017. Kayseri İli Sulama Birliklerinin Performans Analizi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği ABD. Yüksek Lisans Tezi.
- Kartal, S., Değirmenci, H. 2019. Performans Göstergelerine Göre Sulama Şebekelerinin Değerlendirilmesi, KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi 22(Ek Sayı 1): 222-229.
- Kıymaz, S. 2006. Gediz Havzası Örneğinde Sulama Birliklerinin Sorunları ve Çözüm Yolları. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Kızıoğlu, F.M., Şahin, Ü., Diler, S., Öztaşkın, S. 2018. Erzurum Daphan Sulama Birliği Birinci ve İkinci Etap Sulama Şebekesinin Değerlendirilmesi (2012-2016). Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi. 6(10):1381-1387.
- Koç, C., 1997. Büyük Menderes Havzası Sulama Şebekelerinde Organizasyon Yönetim Sorunları ve Yeni Yönetim Modelleri Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Doktora Tezi, İzmir.
- Koç, Ü. 2012. Kuzgun Barajı Sulama Sahası Sulama Birliklerinin Mevcut Durumları, Çalışma Yöntemleri ve Sorunları. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kuşçu, H. Bölüktepe, F.E., Demir, A.O. 2019. Performance Assessment for Irrigation Water Management: A Case Study in The Karacabey Irrigation Scheme in Turkey. African Journal of Agricultural Research, 4(2):124-132.
- Malano, H., Burton, M. 2001. Guidelines for Benchmarking Performance in The Irrigation and Drainage Sector. International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage (Iptrid), Fao, ISBN: 92-5-104618-2. Iptrid Secretariat Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2001.
- Nalbantoğlu, G. 2006. Akıncı Sulama Birliğinde Sulama Performansının Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Tanışıklı, B. Çakmak, B. 2023. Çorum Sulama Birliği’nde Su Yönetim Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi. Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 11(5): 994-1000.
- Yıldız, E. 2010. Aşağı Seyhan Ovası Örneğinde Sağ Sahil Sulama Birliklerinin Sistem Performanslarının Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Non-Destructive Detection Of Some Quality Characteristics Of Strawberry Fruit In The Ripening Stage Using Near Infrared Spectroscopy^a

İlknur YILMAZ¹ , Mehmet Burak BÜYÜKCAN^{1*} 

¹Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, Çanakkale, Türkiye

*Corresponding Author: buyukcanb@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 24.08.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 09.12.2023 Kabul Tarihi: 11.12.2023

ABSTRACT

The products' internal and external quality characteristics were predicted using Fourier transform (FT-NIR) near-infrared spectroscopy technique in Albion cultivar (*Fragaria ananassa*) strawberry samples. Since the shelf life of strawberry fruits is short after harvest, their quality characteristics are an essential criterion, especially for exported products. Determining the quality characteristics of products using non-destructive measurement systems such as FT-NIR is less time-consuming and less costly than chemical or physical methods. Quality features are significant for exported products. Non-destructive spectroscopic measurements of strawberries were made using reflectance (780-2500 nm) and transmittance (800-1725 nm) techniques. Generally, high calibration and validation results were obtained for both measurement methods (Reflectance and Transmittance) in color properties. Hue prediction values on transmittance were predicted to have the best result in the measurement at $R^2=84.81$ (RMSECV= 0.347) for validation, while $R^2=91.77$ (RMSEE= 0.268) for calibration. In reflectance mode, it showed high predictive performance of a^* value with the red color variable $R^2=82.19$ (RMSECV= 5.81) for validation and $R^2=89.42$ (RMSEE= 4.73) for calibration during the ripening period of the strawberry. On the other hand, the intrinsic properties' prediction performance remained lower than the color properties. The most successful prediction performance was found for soluble solids content (SSC) ($R^2=50.66$; RMSECV= 0.951) in reflectance mode, while pH ($R^2=58.21$; RMSECV= 0.0472) for transmittance mode. As can be seen from the results, using FT-NIR spectroscopy to predict color properties without damage during the ripening period of strawberry products was highly successful, while more restrictive results were obtained in predicting internal properties.

Key words: Strawberry, Near Infrared, Color, Non-destructive technologies.

Yakın Kızılötesi Spektroskopisi Kullanılarak Olgunlaşma Aşamasındaki Çilek Meyvesinin Bazı Kalite Özelliklerinin Hasarsız Tespiti^a

ÖZ

Yapılan çalışmada, Albion çeşidi (*Fragaria ananassa*) çilek örneklerinde Fourier dönüşümü (FT-NIR) yakın kızılötesi spektroskopi tekniği kullanılarak ürünlerin iç ve dış kalite özellikleri tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Çilek meyvelerinin raf ömürleri hasattan sonra kısa olmasından dolayı özellikle ihrac edilmekte olan ürünler için kalite özellikleri önemli bir kriterdir. FT-NIR gibi hasarsız ölçüm sistemleri kullanılarak ürünlerin kalite özelliklerinin belirlenmesi kimyasal ya da fiziksel metotlara göre daha az zaman alıcı ve daha az maliyetlidir. Özellikle ihracatı gerçekleştirilen ürünler için kalite özellikleri önem arz etmektedir. Çilek örneklerinin hasarsız spektroskopik ölçümleri yansıma (780-2500 nm) ve geçirgenlik (800-1725 nm) teknikleri kullanılarak yapılmıştır. Genel olarak renk özellikleri açısından her iki ölçüm yönteminde (Yansıma ve Geçirgenlik) yüksek kalibrasyon ve doğrulama sonuçları elde edilmiştir. Geçirgenliğe ilişkin renk tonu tahmin değerlerinin doğrulama için $R^2=84.81$ (RMSECV= 0.347) ve kalibrasyon için $R^2=91.77$ (RMSEE= 0.268) ile en iyi

sonucu vereceği tahmin edilmiştir. Yansıma modunda, olgunlaşma sırasında doğrulama için kırmızı renk değişkeni $R^2=82.19$ (RMSECV= 5.81) ve kalibrasyon için $R^2=89.42$ (RMSEE= 4.73) ile a^* değerinin yüksek tahmin performansı göstermiştir. Diğer taraftan, içsel özelliklerin tahmin performansı, renk özelliklerine göre daha düşük kalmıştır. En başarılı tahmin performansı yansıma modunda çözülebilir kuru madde oranı ($R^2=50.66$; RMSECV= 0.951) için, geçirgenlik modunda ise pH ($R^2=58.21$; RMSECV= 0.0472) için bulunmuştur. Sonuçlardan da anlaşılacağı üzere çilek ürünlerinin olgunlaşma döneminde renk özelliklerinin zarar görmeden tahmin edilmesinde FT-NIR spektroskopisi kullanılması oldukça başarılı olurken, iç özelliklerin tahmininde daha kısıtlayıcı sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Çilek, Yakın Kızıl Ötesi, Renk, Hasarsız teknolojiler

INTRODUCTION

Strawberry has a large production capacity in Turkey where the world's fifth most extensive production amount (FAO, 2022). Strawberries have rich nutrient content, vitamins, minerals, and polyphenols (Skrovankova et al., 2015). Therefore, strawberries should be harvested at full maturity and presented to the end consumer as fresh. Strawberry is a tropical fruit that has a short shelf life. The product's shelf life and quality depend entirely on the maturity stages (Rahman et al., 2016). Depending on the usage area, strawberry fruit can be harvested in several stages as red color breaking, semi-red color, quarter red color and full red color (Saad et al., 2022). Changes in properties such as color and taste in strawberries during ripening are related and directly affect consumer preference. Since strawberry fruit can not continue the ripening process after harvest, it should be harvested at full maturity in terms of flavor (Lewers et al., 2020; Li et al., 2022). After the products are harvested maturely, factory classification processes are time-consuming and costly. Detection of the internal and physical quality characteristics of strawberry fruits without damage provides convenience in the classification processes (Kumar et al., 2021). Today, spectroscopic methods can be used to measure the quality of food products. The most significant advantages of these methods are that they can make non-destructive and rapid measurements. Near infrared (NIR) spectroscopy is generally used for food analysis. NIR can perform spectral measurements in the 780-2500 nm range. It consists of combination bands of fundamental vibrations of chemical bonds such as N-H, C-H and O-H. These bonds form the main structure of organic components (Włodarska et al., 2019). Devices that can measure with the NIR spectroscopy technique can automatically predict soluble solid content (SSC), acidity, pH and color without damage (Weng et al., 2020). There are studies on determining the quality characteristics of fruit and vegetable products by spectroscopic techniques. Near-infrared spectroscopy is widely used for determined the internal quality characteristics of vegetables and fruits such as apricot (Berardinelli et al., 2010; Carlini et al., 2000; Özdemir et al., 2019), mango (Nagle et al., 2010; Schmilovitch et al., 2000), avocado (Olawajaju et al., 2016), pears (Guo et al., 2015; Li et al., 2013), tomatoes (Huang et al., 2018; Torres et al., 2015). This study aimed to determine the quality characteristic features of the strawberries non-destructively during the maturity stage between green to reddish color by using near infrared spectroscopy methods. The experiment used a single cultivar and looked for differences between the reflectance and transmittance methods of the NIR spectroscopy. Comparing the NIR methods gave us the best method to determine the quality parameters of the strawberries non-destructively.

MATERIAL AND METHODS

Materials

The Albion (*Fragaria ananassa*) strawberry variety was used for the experiments in this study. Strawberry samples were collected from a commercial strawberry open field in Lapseki, Çanakkale (approx. 40°19 N; 26°42 E) between 23 May and 08 June 2022. 50 strawberry samples were collected during each harvest period which was the early harvest at 23 May (Day 0), middle harvest at 31 May (Day 17) and late harvest at 08 June (Day 14). The samples were harvested by hand and brought to the laboratory on the same day. The fruits were collected at four maturity stages green, pink-red and red. Totally 150 samples were harvested for analysis. Non-destructive measurements, FT-NIR and physical features such as color, weight and dimensions were performed the same day after harvest.

Physical measurements of the strawberries

Color, size, weight, pH, and titratable acidity (TA) and SSC measurements were performed. Changes in the strawberry fruits were measured using a colorimeter (Model CR-400, Minolta, Japan). The color measurements were taken in the middle of the equatorial surface of the strawberries, and results were obtained at $L^* a^* b^*$ (CIE $L^* a^* b^*$) color space format. Hue [$\arctan(b^*/a^*)$] and Chroma ($\sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$) results were acquired from Lab Color Space. Size measurements were measured with a digital calliper, and weights were scaled with digital scales where accuracy was ± 0.01 g. Strawberries were separated into five groups (6 fruits in each group) and a homogeneous juice was obtained by crushing them in a hand mortar. Extracted strawberry juice was filtered through cheesecloth and purified, and pH, SSC and TA measurements were performed. The pH values were measured using a Mi150 pH meter (Mi150 Bench Top pH Meter, Milwaukee Instruments, North Carolina, USA). TA was measured on the 10 mL of strawberry fruit juice and adding 40 mL of distilled water was used to complete the 50 mL diluted juice. The diluted juice was titrated with 0.1 mL NaOH until the pH of 8.1 was stable (Gündoğdu et. al., 2021). The SSC of the squeezed strawberry juice was measured using a digital refractometer (RF-104 BP, 32-10, Atago Honcho, Itabashi-ku, Tokyo, Japan).

Spectral Features

Bruker MPA (Multi-Purpose Analyzer) FT-NIR spectrometer (Bruker Optik, GmbH, Ettlingen Germany) was used for FT-NIR spectral measurements to perform in reflectance and transmittance. The FT-NIR spectrometer has a 20 W Near infrared light source (tungsten-halogen) and an InGaAs detector for reflectance and RT-InGaAs detectors for transmittance modes. In reflectance measurements, the light source and detector fibers are located at the tip of the fiber optic probe. The tip of the fiber optic probe has a detection area of approximately 11.7 mm². In this area, light is sent by touching the light sources and the detector sensor tip to the sample at 90 degrees, and the detector tips (TE-InGaAs) can detect the light reflected from the sample. Transmittance measurements were made using the transmittance probe. Measurements were taken so that the rays emanating from the light source in the probe system pass through the center of the strawberry samples placed in this system. The rays coming out through the product were collected by a RTInGaAs detector (Kavdir et. al., 2009). Reflectance and transmittance spectra were taken from each sample, reference material (spectral) and dark environment (reference and dark environment, once in every 10 samples). OPUS software (Bruker Optik, GmbH, Ettlingen Germany) was used for the experiment's spectral measurements and instrument control. Reflection measurements were taken at 780-2500 nm wavelength ranges using a fiber optic probe.

Relative spectra of the samples were obtained using the equation below, using the OPUS program:

$$Relative\ Spectra = \frac{Sample}{Reference} \quad (1)$$

Calibration and validation models were improved during the spectral analyses using Partial Least Squares (PLS). To predict SSC, colors, pH and TA results were used, leaving one out cross-validation technique which includes the PLS. This technique removed a sample from the other samples for calibration and then used it in validation. This process is continued until all the samples are used to create the validation model. The calibration and validation repeated technique averages determined the calibration model's performance.

Different processing techniques on strawberry spectra were used to predict the performance of the calibration models in PLS analysis. For this purpose, three different spectral processing techniques were applied to the strawberry samples. Validation and calibration models were established by using the OPUS Software (Bruker Optik, GmbH, Ettlingen, Germany). To predict the performance of the calibration models, the coefficient of determination, the root mean squared error of estimation (RMSEE) and the root mean squared error of cross-validation (RMSECV) methods were used. Also, comparison of the results was calculated with general linear model (ANOVA). Differences between groups were indicated by Tukey's multiple comparison test, at the $p < 0.05$ significance level and Minitab 20.4 software was used for all analyses. (Buyukcan & Kavdir, 2017).

RESULTS AND DISCUSSIONS

The mean, standard deviation and maximum-minimum values of the physical attributes of strawberry samples are reported in Table 1.

Table 1. The statistics for the physical attributes of the strawberry samples.

Physical Attributes	Days	Mean	StDev	Minimum	Maximum
pH	0	3.5975	0.0128	3.5800	3.6100
	7	3.6925	0.0492	3.6300	3.7700
	14	3.7025	0.0868	3.6300	3.8800
TA	0	1.4528	0.1442	1.2800	1.6640
	7	1.3408	0.0447	1.2928	1.4208
	14	1.4336	0.1160	1.2992	1.6064
SSC(%)	0	9.688	0.426	9.300	10.400
	7	10.712	1.027	9.400	12.500
	14	12.100	1.254	10.200	14.200
L*	0	54.325	3.592	47.110	61.900
	7	39.191	6.553	3.450	49.710
	14	31.459	3.667	26.470	43.340
a*	0	-5.729	3.166	-10.520	4.030
	7	18.697	4.688	7.620	30.240
	14	23.197	3.781	11.380	30.210
b*	0	21.692	1.590	16.970	24.690
	7	16.969	1.751	13.540	20.910
	14	11.641	2.568	6.520	16.980
Chroma	0	22.627	1.942	17.277	25.932
	7	25.499	3.479	17.930	35.398
	14	26.109	3.556	18.135	33.308
Hue	0	-1.070	0.762	-1.550	1.562
	7	0.7519	0.1469	0.5174	1.1563
	14	0.4689	0.1171	0.2984	0.8924

pH and SSC values of strawberries reduced with the ripening period. While there is a decrease in the L^* values, which show the brightness of the products, during the ripening period, there is an increase in the a^* parameters depending on time. Similar situations are observed for chroma and Hue results during the maturation period. The high standard deviation in some parameters was observed due to the extensive maturity range of the strawberry fruits.

Color Prediction Results

Color is a significant quality characteristic for determining fruit and vegetables. The amount of anthocyanin effectively transforms the strawberry from green to red during its development (Rodrigo et. al., 2007). Color prediction results are shown in Table 2 for both measurement methods and color changes during the harvest period were shown in figure 1.

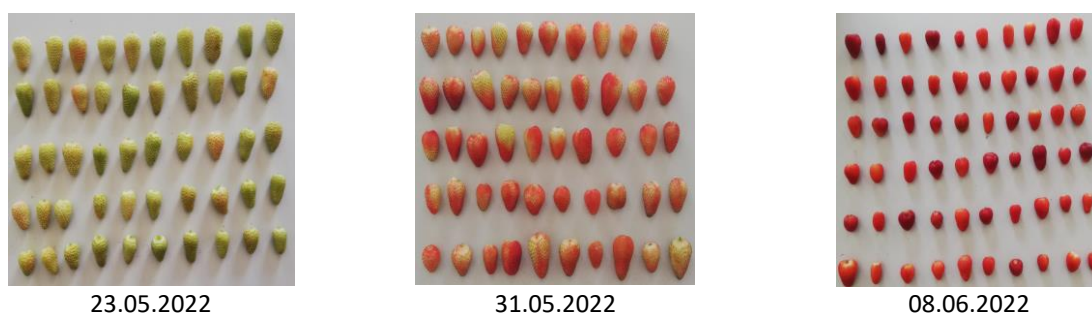


Figure 1. The color changes of strawberries during the harvest period.

The highest validation results were obtained for a^* prediction for reflection ($R^2=82.19$; RMSECV= 5.81) and Hue for transmittance ($R^2=84.81$; RMSECV= 0.347) method. The lowest prediction results were achieved in chroma, where the transmittance method was $R^2=2.057$ (RMSECV= 2.93) and the reflectance method was $R^2=46.73$ (RMSECV= 2.21) (Table 2).

Table 2. The calibration and validation results are summarized for color prediction values in reflectance and transmittance methods.

Color Features	Measurement Methods	Factors	Calibration		Validation	
			R ²	RMSEE	R ²	RMSECV
<i>L</i>	Reflectance	9	85.87	4.03	77.16	4.85
	Transmittance	7	77.63	4.97	65.5	5.91
<i>a</i> *	Reflectance	9	89.42	4.73	82.19	5.81
	Transmittance	8	86.67	5.13	79.15	6.1
<i>b</i> *	Reflectance	9	80.37	2.1	68.81	2.51
	Transmittance	6	68.73	2.62	58.3	2.91
Chroma	Reflectance	9	68.32	1.8	46.73	2.21
	Transmittance	1	5.395	2.91	2.057	2.93
Hue	Reflectance	2	59.82	0.598	57.59	0.605
	Transmittance	8	91.77	0.268	84.81	0.347

*L**, *a** and *b** prediction results were so close in both methods. *a** values describe the red color in *L a*b** color space. The transformation of strawberries from green to red during the ripening period is due to the change in the content of the anthocyanins. *a** values were the second highest validation results in reflectance (R²=82.19; RMSECV= 5.81) and transmittance methods (R²=79.15; RMSECV= 6.1).

800-1000 nm were the effective wavelength ranges for *L**, *a**, *b** and Hue to prediction in the transmittance method, respectively. Chroma in transmittance and *L** value for the reflection method (999-1333 nm) was the same wavelength ranges. *a** values, which 1332-1886 nm and 2260-2355 nm, were nearly similar to the hue effective wavelength ranges in reflectance mode in 1332-1545 nm and 2173-235. The corresponding peaks were 975, 1187, 1450, and 1924 nm in the reflectance mode and 815, 1067, and 1280 nm in the transmittance method. (Włodarska et. al., 2019) pointed out that O-H and C-H groups included leading absorption bands in 980, 1192, 1451, 1778 and 1928 nm, which are similar results in this work. Water, sugars, and polyphenolic compounds such as anthocyanins, which gave color to the strawberry, may contribute to this absorption. Changes in color values for the maturity stages are shown in Table 3. During maturity, stages were statistically significant for the color parameters. Statistically, significance was found between the harvest times for the *L** values. The results of *L** values indicated that effective during the harvest period for the brightness of the strawberries. *L** and *b** values decreased rapidly while *a** values increased during the ripening period at the field. Nearly same results were reported by Ménager et al. (2004). Also, Chroma and Hue showed a similar increasing reaction for the strawberry fruits. Nunes et. al. (2006) reported that the strawberry fruits ripen from green to reddish in nearly 12-13 days, depending on air temperature.

Table 3. Determination of color characteristics of strawberries during the ripening period.

	Day 0	Day 7	Day 14
<i>L</i>	54.325±3.592 a	39.191±6.553 b	31.459±3.667 c
<i>a</i> *	-5.729±3.166 c	18.697±4.688 b	23.97±3.781 a
<i>b</i> *	21.692±1.590 a	16.969±1.751 b	11.641±2.568 c
Chroma	22.627±1.942 b	25.499±3.479 a	26.109±3.556 a
Hue	-1.070±0.762 c	0.751±0.147 a	0.469±0.117 b

^{a-c}Means in the same row with different letters are significantly different (P<0.05)

Physical Measurements Prediction Results

TA, pH and SSC prediction results are shown in Table 4. TA and pH values were obtained closely in reflectance modes of R²= 35.99 (RMSECV=0.094) and R²=26.16 (RMSECV=0.0627). Compared to reflectance, the transmittance mode seemed lower prediction results in TA (R²=1.984; RMSECV=0.116) and SSC (R²=33.2; RMSECV=1.11). Also, calibration predictions obtained similar TA and SSC measurements in both modes. Besides that, good pH prediction results (R²=58.21; RMSECV=0.0472) were achieved in transmittance according to the reflectance (R²=26.16; RMSECV=0.0627).

Table 4. The summary of the calibration and validation results for TA, SSC and pH prediction values in reflectance and transmittance methods.

Features	Measurement Methods	Factors	Calibration		Validation	
			R ²	RMSEE	R ²	RMSECV
TA	Reflectance	10	99.62	0.0121	35.99	0.094
	Transmittance	2	33.08	0.106	1.984	0.116
SSC	Reflectance	10	99.55	0.152	50.66	0.951
	Transmittance	6	92.01	0.499	33.2	1.11
pH	Reflectance	9	97.96	0.0162	26.16	0.0627
	Transmittance	10	99.57	0.008	58.21	0.0472

The most effective wavelength ranges detected for TA were 1731-1836 nm and 2173-2355, nearly identical wavelengths for SSC in reflection. 800-1334 nm and 1639-1725 nm were the effective wavelength ranges for predicting the pH in transmission mode. During the maturity stage, 974, 1181, 1445, and 1922 nm were the main absorption peaks for the reflection, respectively. The wavelength at 974, 1181 and 1445 were effective peaks for determining the TA, pH and SSC prediction, similar to the reflection and transmittance measurement methods. These absorption wavelengths were essential for the organic molecules related to the C-H, O-H and N-H chemical bonds (Liu et al., 2019). Carbohydrates, such as sugars, corresponded to C-H-related sugar at 1165 nm. Also, peaks at 974, 1445 and 1922 were described as water content, including O-H-related water content in strawberries (Seki et al., 2023). The peaks at 1443-1416 for reflectance and transmission are defined as O-H and C-H combinations described as SSC or TA (Mancini et al., 2023).

Changes in the initial quality of strawberries samples were shown in Table 5 during the maturity stage. Acidity is an essential parameter in determining strawberries' taste and consumer attributes. Glucose, fructose and sucrose; sugar contents, constitute 99% of the sugar in strawberry fruit. In addition, this sugar content plays an essential role in customer satisfaction (Moing et al., 2001; Park et al., 2006). pH and SSC values increased during the maturity stage with statistically significant. Day 14 results for SSC values were significantly higher on day seven and day 0 while pH values were lower at day 0 compared to day seven and day 14. Nearly same results were decelerated for different strawberry cultivars in the maturity stage (Kafkas et al., 2007; Karlidag et al., 2009). During the ripening period invertase enzyme activity decreased so which caused the rise of the SSC levels for strawberries. Besides that after the respiration period, which continues throughout the ripening period in strawberries, the breakdown of organic acids into sugar may cause an increase in pH levels in the products. During the maturation period, the pH and SSC values enter an upward trend due to the decrease in malic and citric acids, which are essential organic acids in the respiratory function of the products (Basak et al., 2022).

Table 5. Determination of TA, SSC and pH properties of strawberries during the ripening period.

	Day 0	Day 7	Day 14
TA	1.452±0.144 ns	1.340±0.044 ns	1.433±0.116 ns
SSC	9.688±0.426 b	10.712±1.027 b	12.100±1.254 a
pH	3.597±0.012 b	3.692±0.049 a	3.702±0.086 a

^{a-c}Means in the same row with different letters are significantly different (P<0.05)

ns: There is no statistical difference (P>0.05).

Transmittance and Reflectance spectral measurements

The average spectrums of the strawberries can be seen in Fig. 2, where showing the differences in early, middle and late harvests, in reflectance mode. 972, 1179, 1443, 1784, 1923 and 2316 nm peaks were the significant peaks in reflection. Related absorption peaks are shown in Fig. 3 for the transmission mode which was 852, 970, 1161 and 1416 nm. 970-972, 1161-1179 and 1443-1416 nm peaks were described as water absorption peaks that contain O-H bonds (Williams & Norris, 1987). Similar wavelength results were described with C-H and O-H absorption in carbohydrates and water for 950-1000 nm, 1180-1200 nm and 1390-1610 nm wavelengths (Shen et al., 2018). At around 1800 nm sugar overtones and around 1900-1970 water peaks were obtained for plums (Sánchez et al., 2012) which were nearly same peaks for the strawberries in reflection mode. For transmittance spectra as shown in Fig 3. the average spectra for transmittance at day 0 are low when compared the day 14 between 1150-1450 nm wavelengths, since it is a strong water absorption band.

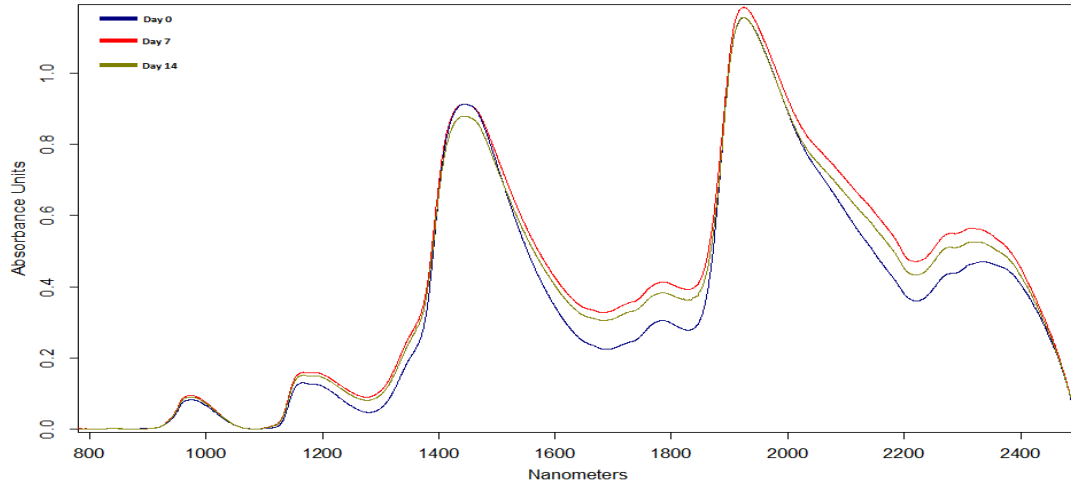


Figure 2. The average spectra of strawberries in reflectance mode during the ripening stage.

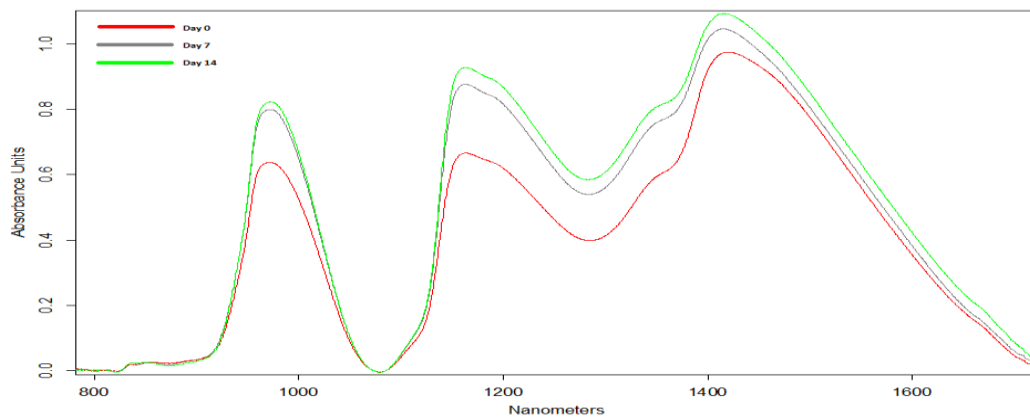


Figure 3. The average spectra of strawberries in transmittance mode during the ripening stage.

CONCLUSION

Our aim in this study is to predict some inner and outer quality characteristics of strawberry fruits during ripening by using FT-NIR spectroscopy. According to the results obtained in this direction, regarding color properties, the a^* value ($R^2=82.19$) showed the best prediction success in reflectance mode. In contrast, the lowest success rate was obtained in Chroma ($R^2=46.73$). Hue ($R^2=84.81$) values got the best prediction performance in transmittance mode. Transmittance and reflection modes successfully predicted strawberry fruits' color changes (from green to red) during the ripening period, as expected.

It was seen that the prediction success in TA, SSC and pH measurements remained at average levels. With the best prediction results during the analyzes, its performance was determined to be pH ($R^2=58.21$) in transmittance mode, while this performance was determined to be at SSC ($R^2=50.66$) in reflectance mode. So that pH and SSC prediction method can be improved to obtain higher results. As can be seen from the results, the prediction performance of color parameters in strawberry fruits with FT-NIR was higher during the ripening period. When both measurement methods were compared, it was concluded that the prediction success of the measurements made in transmittance mode was high. However, weaker results were obtained in predicting strawberries' internal properties (pH, SSC and TA) during the ripening period compared to the color properties.

Such new methods can be supported industrially and economically, as chemical analyses applied to agricultural products, especially in export, are reinforced and time-consuming. At the same time, they cause damage to the products. The manufacturer can determine the quality of the product in a shorter time and with traceability. At the same time, if he is cheating, he can have more precise and healthier information about the product purchased with the development of such new non-destructive methods. As a result, the FT-NIR spectroscopy technique may have the potential to be used in the non-destructive determination of quality characteristics during the ripening stages of sensitive products such as strawberries. More comprehensive studies will contribute to the literature when the results are evaluated.

Acknowledgments

This study was financially supported by The Scientific Research Coordination Unit of Çanakkale Onsekiz Mart University, Project number: FYL-2022-3997.


^aThis article was prepared from the master thesis conducted by the first author under the supervision of the second author.

Conflict of Interest Statement: The authors declare that they have no conflict of interest. Contribution Rate

Statement Summary of Researchers: The authors declare that they have contributed equally to the article.

AUTHOR ORCHID NUMBERS

İlknur YILMAZ  <https://orcid.org/0000-0002-0859-0223>

Mehmet BURAK BÜYÜKCAN  <https://orcid.org/0000-0001-9664-2945>

REFERENCES

- Basak, J.K., Madhavi, B.G.K., Paudel, B., Kim, N.E., Kim, H.T., 2022. Prediction of Total Soluble Solids and pH of Strawberry Fruits Using RGB, HSV and HSL Colour Spaces and Machine Learning Models. *Foods* 11. <https://doi.org/10.3390/foods11142086>
- Berardinelli, A., Cevoli, C., Silaghi, F.A., Fabbri, A., Ragni, L., Giunchi, A., Bassi, D., 2010. FT-NIR spectroscopy for the quality characterization of apricots (*Prunus Armeniaca* L.). *J Food Sci* 75. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01741.x>
- Buyukcan, M.B., Kavdir, I., 2017. Prediction of some internal quality parameters of apricot using FT-NIR spectroscopy. *Journal of Food Measurement and Characterization* 11, 651–659. <https://doi.org/10.1007/s11694-016-9434-9>
- Carlini, P., Massantini, R., Mencarelli, F., 2000. Vis-NIR measurement of soluble solids in cherry and apricot by PLS regression and wavelength selection. *J Agric Food Chem* 48, 5236–5242. <https://doi.org/10.1021/jf000408f>
- Gndodu, M.A., Gür, E., Eker, M., 2021. Comparison of aroma compounds and pomological characteristics of the fruits of “cv. Mondial gala” and local apple genotype “Gelin” cultivated in Çanakkale, Turkey. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 18, 10–20. <https://doi.org/10.33462/jotaf.630009>
- Guo, W., Fang, L., Liu, D., Wang, Z., 2015. Determination of soluble solids content and firmness of pears during ripening by using dielectric spectroscopy. *Comput Electron Agric* 117, 226–233. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.08.012>
- Huang, Y., Lu, R., Chen, K., 2018. Assessment of tomato soluble solids content and pH by spatially-resolved and conventional Vis/NIR spectroscopy. *J Food Eng* 236, 19–28. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.05.008>
- Kafkas, E., Koşar, M., Paydaş, S., Kafkas, S., Başer, K.H.C., 2007. Quality characteristics of strawberry genotypes at different maturation stages. *Food Chem* 100, 1229–1236. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.005>
- Karlıdag, H., Yildirim, E., Turan, M., 2009. Exogenous applications of salicylic acid affect quality and yield of strawberry grown under antifrost heated greenhouse conditions. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 172, 270–276. <https://doi.org/10.1002/jpln.200800058>
- Kavdir, I., Buyukcan, M.B., Lu, R., Kocabiyik, H., Seker, M., 2009. Prediction of olive quality using FT-NIR spectroscopy in reflectance and transmittance modes. *Biosyst Eng* 103, 304–312. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2009.04.014>
- Kumar, A., Joshi, R.C., Dutta, M.K., Jonak, M., Burget, R., 2021. Fruit-CNN: An Efficient Deep learning-based Fruit Classification and Quality Assessment for Precision Agriculture, in: *International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops*. IEEE Computer Society, pp. 60–65. <https://doi.org/10.1109/ICUMT54235.2021.9631643>
- Lewers, K.S., Newell, M.J., Park, E., Luo, Y., 2020. Consumer preference and physiochemical analyses of fresh strawberries from ten cultivars. *International Journal of Fruit Science* 20, 733–756. <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1768617>
- Li, B.J., Grierson, D., Shi, Y., Chen, K.S., 2022. Roles of abscisic acid in regulating ripening and quality of strawberry, a model non-climacteric fruit. *Hortic Res*. <https://doi.org/10.1093/hr/uhac089>

- Li, J., Huang, W., Zhao, C., Zhang, B., 2013. A comparative study for the quantitative determination of soluble solids content, pH and firmness of pears by Vis/NIR spectroscopy. *J Food Eng* 116, 324–332. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.11.007>
- Liu, Q., Wei, K., Xiao, H., Tu, S., Sun, K., Sun, Y., Pan, L., Tu, K., 2019. Near-infrared hyperspectral imaging rapidly detects the decay of postharvest strawberry based on water-soluble sugar analysis. *Food Anal Methods* 12, 936–946. <https://doi.org/10.1007/s12161-018-01430-2>
- Mancini, M., Mazzoni, L., Qaderi, R., Leoni, E., Tonanni, V., Gagliardi, F., Capocasa, F., Toscano, G., Mezzetti, B., 2023. Prediction of Soluble Solids Content by Means of NIR Spectroscopy and Relation with Botrytis cinerea Tolerance in Strawberry Cultivars. *Horticulturae* 9, 91. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010091>
- Ménager, I., Jost, M., Aubert, C., 2004. Changes in Physicochemical Characteristics and Volatile Constituents of Strawberry (Cv. Cigaline) during Maturation. *J Agric Food Chem* 52, 1248–1254. <https://doi.org/10.1021/jf0350919>
- Moing, A., Renaud, C., Gaudillère, M., Raymond, P., Roudeillac, P., Denoyes-Rothan, B., 2001. Biochemical Changes during Fruit Development of Four Strawberry Cultivars, *J. AMER. SOC. HORT. SCI.*
- Nagle, M., Mahayothee, B., Rungpichayapichet, P., Janjai, S., Müller, J., 2010. Effect of irrigation on near-infrared (NIR) based prediction of mango maturity. *Sci Hortic* 125, 771–774. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.04.044>
- Nunes, M.C.N., Brecht, J.K., Morais, A.M.M.B., Sargent, S.A., 2006. Physicochemical changes during strawberry development in the field compared with those that occur in harvested fruit during storage. *J Sci Food Agric* 86, 180–190. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2314>
- Olarewaju, O.O., Bertling, I., Magwaza, L.S., 2016. Non-destructive evaluation of avocado fruit maturity using near infrared spectroscopy and PLS regression models. *Sci Hortic* 199, 229–236. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.047>
- Özdemir, İ.S., Bureau, S., Öztürk, B., Seyhan, F., Aksoy, H., 2019. Effect of cultivar and season on the robustness of PLS models for soluble solid content prediction in apricots using FT-NIRS. *J Food Sci Technol* 56, 330–339. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3493-3>
- Park, J. Il, Lee, Y.K., Chung, W. Il, Lee, I.H., Choi, J.H., Lee, W.M., Ezura, H., Lee, S.P., Kim, I.J., 2006. Modification of sugar composition in strawberry fruit by antisense suppression of an ADP-glucose pyrophosphorylase. *Molecular Breeding* 17, 269–279. <https://doi.org/10.1007/s11032-005-5682-9>
- Rahman, M.M., Moniruzzaman, M., Ahmad, M.R., Sarker, B.C., Khurshid Alam, M., 2016. Maturity stages affect the postharvest quality and shelf-life of fruits of strawberry genotypes growing in subtropical regions. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 15, 28–37. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2014.05.002>
- Rodrigo, D., van Loey, A., Hendrickx, M., 2007. Combined thermal and high pressure colour degradation of tomato puree and strawberry juice. *J Food Eng* 79, 553–560. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.02.015>
- Saad, A.G., Azam, M.M., Amer, B.M.A., 2022. Quality Analysis Prediction and Discriminating Strawberry Maturity with a Hand-held Vis–NIR Spectrometer. *Food Anal Methods* 15, 689–699. <https://doi.org/10.1007/s12161-021-02166-2>
- Sánchez, M.T., De La Haba, M.J., Benítez-López, M., Fernández-Navales, J., Garrido-Varo, A., Pérez-Marín, D., 2012. Non-destructive characterization and quality control of intact strawberries based on NIR spectral data. *J Food Eng* 110, 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.12.003>
- Schmilovitch, ev, Mizrach, A., Hoffman, A., Egozi, H., Fuchs, Y., 2000. Determination of mango physiological indices by near-infrared spectrometry, *Postharvest Biology and Technology*.
- Seki, H., Ma, T., Murakami, H., Tsuchikawa, S., Inagaki, T., 2023. Visualization of Sugar Content Distribution of White Strawberry by Near-Infrared Hyperspectral Imaging. *Foods* 12. <https://doi.org/10.3390/foods12050931>
- Shen, F., Zhang, B., Cao, C., Jiang, X., 2018. On-line discrimination of storage shelf-life and prediction of post-harvest quality for strawberry fruit by visible and near infrared spectroscopy. *J Food Process Eng* 41. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12866>
- Skrovankova, S., Sumczynski, D., Mlcek, J., Jurikova, T., Sochor, J., 2015. Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *Int J Mol Sci*. <https://doi.org/10.3390/ijms161024673>
- Torres, I., Pérez-Marín, D., de la Haba, M.J., Sánchez, M.T., 2015. Fast and accurate quality assessment of Raf tomatoes using NIRS technology. *Postharvest Biol Technol* 107, 9–15. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.04.004>

- Weng, S., Yu, S., Dong, R., Pan, F., Liang, D., 2020. Nondestructive detection of storage time of strawberries using visible/near-infrared hyperspectral imaging. *Int J Food Prop* 23, 269–281. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1716793>
- Williams, P., Norris, K., 1987. Near-infrared technology in the agricultural and food industries. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Minnesota.
- Włodarska, K., Szulc, J., Khmelinskii, I., Sikorska, E., 2019. Non-destructive determination of strawberry fruit and juice quality parameters using ultraviolet, visible, and near-infrared spectroscopy. *J Sci Food Agric* 99, 5953–5961. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9870>

Farklı Kurutma Tekniklerinin Dört Farklı Trabzon Hurması Çeşidinin Kalite Parametreleri Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

Feyza Tosya¹, Sibel Bölek^{1*}, Feriha Göksu¹, Muhammed Ali Gökteş¹, Zeynep Özlü¹, Arzu Şen², Ertürk İnce², Nesrin Aktepe Tangu²

¹Department of Food Technology, Experimental Medicine Research and Application Center, University of Health Sciences, Istanbul,

²Atatürk Horticultural Central Research Institute, Yalova

*Corresponding author: sibel.bolek@sbu.edu.tr

Geliş Tarihi: 02.10.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 23.11.2023 Kabul Tarihi: 24.11.2023

ÖZ

Bu çalışmada, dört farklı kurutma tekniğinin (fırında kurutma, akışkan yatakta kurutma, vakumla kurutma ve dondurarak kurutma) dört farklı hurma çeşidinin (Rojo Brillante, Seedless, Hachiya, Türkiye) kalite parametreleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, renk değerleri ve rehidrasyon kapasitesi analizleri yapılmıştır. Tüm hurma çeşitleri farklı kurutma tekniklerinden benzer şekilde etkilenmiştir. Rojo Brillante çeşidi fizikokimyasal özellikler açısından üstün kurutulmuş ürünler vermiştir. Fırında kurutma hurmaların antioksidatif özelliklerini arttırmış ($70,36 \pm 0,25$), ancak bu yöntem rehidrasyon kapasitesinde ($2,17 \pm 0,05$) ve L^* değerlerinde ($38,06 \pm 0,90$) azalmaya neden olmuştur. Dondurarak kurutma ile fizikokimyasal özellikler açısından üstün kurutulmuş ürünler elde edilmiştir. Ancak vakumla kurutulan ürünler ile dondurularak kurutulan ürünler benzer kalite özelliklerine sahip olmuştur. Dondurarak kurutmanın yüksek işletme maliyeti nedeniyle, yüksek kalite özelliklerine sahip kurutulmuş hurma elde etmek için vakumlu kurutma, dondurarak kurutma yerine kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: Kurutma, Trabzon hurması, antioksidan aktivite

Comparison of Effects of Different Drying Methods on Quality Parameters of Four Different Persimmon Cultivars

ABSTRACT

In this study, influences of four different drying techniques (oven drying, fluidized bed drying, vacuum drying, and freeze drying) on quality parameters of four different persimmon cultivars (Rojo Brillante, Seedless, Hachiya, Türkiye) were investigated. For this aim, antioxidant activity, total phenolic content, color values, and rehydration capacity analyses were performed. All-persimmon cultivars were affected by different drying techniques similarly. Rojo Brillante cultivar gave superior dried products in terms of physicochemical properties. Oven drying increased antioxidative properties of persimmons (70.36 ± 0.25), but this method caused a decrease in rehydration capacity (2.17 ± 0.05) and L^* values (38.06 ± 0.90). Freeze drying gave superior dried products in terms of physicochemical properties. However, vacuum dried products and freeze-dried products had similar quality properties. Because of high operation cost of freeze drying, vacuum drying can be used to obtain dried persimmons with high quality properties.

Key words: Drying, persimmon, antioxidant activity

INTRODUCTION

Persimmon (*Diospyros kaki* L.) originated in China is now being grown all over the world due to its adaptation capability to subtropical and temperate climates (Sampaio et al., 2017). There are two common types of persimmon cultivars, astringent which are only edible when already ripe for example 'Hachiya' cultivar, and non-astringent which are edible even in unripe conditions such as 'Fuyu' cultivar. Strong astringency of persimmon is caused by the high content of soluble tannin which is also responsible for the enzymatic browning of persimmons (Chung et al., 2017). Persimmon has a plenty of bioactive compounds such as carotenoids, condensed tannins, gallic acid, ascorbic acid, and other phenolic compounds that display valuable antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, anti-hypertensive and anti-ageing characteristics (Zhao et al., 2021; Ge et al., 2017). On the other hand, persimmon is an easy-to-damaged fruit with low postharvest stability. While persimmons easily rot in a room temperature, they get chilling injury symptoms such as browning skin, softening, and discoloration under low temperatures most rapidly at 5–7 °C and slowest at 0 °C, (Besada et al., 2010; Saleem et al., 2020). Drying can increase the stability of fruits and vegetables by reducing the water activity which implies to microbial activity and physicochemical changes including moisture content, water activity, color and rehydration capacity (Jia et al., 2019). Also, it is effective way for reducing astringency caused by soluble tannin contents (Zhao et al., 2021). During the drying process, the astringency decreases, and the sugars come out forming white spots on the surface (Hyun et al., 2019; Milczarek et al., 2020). Different techniques are suggested to dry persimmon fruit. In Japan, persimmon is usually prepared by drying the peeled whole shape indirectly to the sun. This dried persimmon is called Hoshigaki, a whole dried 'Hachiya' type of persimmon, which is dried until the water activity (aw) reaches around 0.77–0.83 and becomes an intermediate moisture product. Growing in the late fall to winter season makes it difficult to use sun drying. Vacuum drying hot-air drying, microwave drying, and freeze drying techniques were studied for drying persimmon (Jia et al., 2019; Senadeera et al., 2020; Zhao et al., 2021). Hot-air or oven drying is the most generally used method but gives a high browning effect and nutrition loss due to exposure to oxygen and high temperature. Freeze drying gives the best retaining nutritional values but very high in cost and time-consuming (Jia et al., 2019). Fluidized bed dryer has a good performance on heat and mass transfer that gives uniform drying results (Kaleta et al., 2013). Vacuum drying is performed under low pressure conditions. A vacuum oven is primarily used for gentle and rapid drying, and it is especially beneficial to fruits and vegetables (Reis et al., 2022). A number of studies were performed for drying persimmon (Bozkir et al., 2019; Bölek & Obuz, 2014; Cárcel et al., 2007). However, these studies were investigated the influences of different drying methods on properties of only one persimmon cultivar.

This present study not only focused on the influences of drying techniques on quality properties of only one persimmon cultivar but also compared the influences of different drying methods on four different cultivars (Rojo Brillante, seedless, Hachiya, Türkay) of persimmons.

MATERIAL ve METHODS

Materials

Rojo Brillante, Hachiya, Seedless and Türkay persimmon cultivars were obtained from Atatürk Horticultural Central Research Institute (Yalova, Turkey) in October 2022. Persimmon fruits with homogeneous characteristics (same color and size) were selected and damaged fruits were removed. Persimmons were stored at room temperature until further analysis.

Drying Process

Persimmon fruits were dried using hot air drying, fluidized bed drying, freeze drying, and vacuum drying methods. Before drying, the fruits were peeled, then sliced into equal rings of 5 mm thickness. Hot air drying was performed by a laboratory-scale convective dryer (Daihan Scientific ThermoStable, OF-50 South Korea, Wonju). Sliced persimmon samples were dried at 70°C at an air velocity of 1.0 m/s for 6 hours. The freeze-drying process was performed by a freeze-dryer (Buchi L-200 Flawil, Switzerland) for 72 hours under a condenser temperature of -58 °C and a vacuum of 0.1 mbar. Persimmons were dried for 10 hours at 40°C and 0.15 bar absolute pressure using a vacuum drying cabinet (Daihan Scientific ThermoStable, OV-30). Drying in the fluidized bed dryer was carried out using a laboratory type fluidized bed dryer (Retsch-TG 200, Germany) at 60 °C at an air speed of 1.5 m/s for 3 hours.

pH measurement of persimmons

Persimmons were held in distilled water (10%, w/v) for 24 h at +4 °C. Rehydrated fruits were homogenized and filtered through filter paper. The pH values of aliquots were measured by a pH meter (Mettler Toledo, Schwerzenbach, Switzerland). The measurements were repeated three times.

Moisture content

Moisture contents of persimmons were measured with a moisture analyzer (Daihan Biomedical, MA-10 South Korea, Wonju) in three replicates.

Color analysis

A colorimeter (Konica-Minolta CR-400, Japan, Tokyo) was used to measure the surface colors of the samples. A white tile ($L^* = 93.3$, $a^* = 0.3162$ and $b^* = 0.3321$) was used as a reference for calibration. Analyzes were performed with three replications.

Rehydration capacity

Rehydration capacity was determined according to the method of Quintero et al. (1992). Distilled water was added to the dried samples at a fruit-water ratio of 1:30 (w/w). After waiting 24 hours at 4 °C, the samples were dried with a paper towel.. Rehydration capacity values were calculated according to the Eq 1.

$$RC (\%) = (md/mr) \times 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

RC: Rehydration capacity (%)

md: dried persimmons weight

mr: rehydrated persimmons weight

Total phenolic content (TPC)

Total phenolic contents (TPC) of persimmon samples were measured by Folin Ciocalteu method (Singleton and Rossi, 1965). The absorbances were read at 720 nm using a spectrophotometer (Thermo Scientific, Multiskan-Sky, USA, Massachusetts). Total phenolic content was calculated as mg gallic acid equivalent (GAE) per 100 g dry matter (mg GAE/100 g DM). Analyzes were performed with three replicates

Determination of antioxidant activity

Antioxidant activity was measured according to the the method of Brand-Williams et al. (1995). Different concentrations of persimmon extracts were prepared. One milliliter of each diluted extract was mixed with 5 mL of freshly prepared 0.1 μM methanolic solution of DPPH. The content was incubated in the dark for 30 minutes. Absorbance was read at 517 nm by a spectrophotometer (Thermo Scientific, Multiskan-Sky, USA, Massachusetts). Percent inhibition values were calculated according to Eq. 2.

$$\text{Inhibition (\%)} = [(Absblank - Abssample) / Absblank] \times 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

Absblank: absorbance value of blank sample

Abssample: absorbance values of date samples

Statistical analysis

SPSS software (version 16.0) was used in the statistical analysis of the data obtained from the experiment. All data were presented as mean \pm standard deviation. P value <0.05 was considered statistically significant. Differences were evaluated using analysis of variance (ANOVA) and mean values were compared using Duncan's multiple range test.

RESULTS and DISCUSSION**Drying Experiments**

At the end of the drying, the final moisture values of persimmons were about $9 \pm 0.5\%$ (w.b.). The moisture value of the persimmons decreased until a constant value reached with the increasing drying time. All samples were shown similar drying properties.

Color Properties of Persimmons

Color values of persimmon samples are given in Table 1. L^* refers to the lightness of the part ranging on a scale of 0 to 100. 0 is pure black (dark) and 100 is pure white (light). a^* refers to the red-green range. A Negative a^* value is green while a positive a^* value is red. b^* refers to blue-yellow range. A negative b^* value is blue while positive b^* value is yellow. The higher the b^* the more yellow it is. L^* , a^* and b^* values of Rojo Brillante, Hachiya, Seedless and Turkey cultivars were different from each other statistically significantly ($p < 0.05$). Freeze drying and vacuum drying techniques decreased L^* and b^* values of persimmons but this decrease was not significant for all persimmon cultivars ($p > 0.05$). Since the L^* value is analogous to the color observation made by the operator, L^* value is preferred for monitoring color development (Bolek & Ozdemir, 2017). Freeze drying and vacuum drying are considered as the reference process to obtain high-quality dried products in terms of color and nutritional properties. The color is preserved because of the absence of liquid water and the low temperatures required for these processes (Ratti, 2001). Similarly, Jia et al. (2019) found the highest L^* values in freeze dried persimmon chips among the dried persimmon chips with different drying technologies. Fluidized bed drying and oven drying decreased L^* and b^* values of persimmons significantly for

all persimmon cultivars ($p < 0.05$). This result could be attributed to the non-enzymatic browning reactions and thermal degradation during drying (Cerniřev, 2010; Udomkun et al., 2015). The a^* values of persimmon cultivars changed slightly during drying process.

Table 1. Color measurements of persimmons

Dryer Type	Persimmon Type	L*	a*	b*
Oven Dried	Rojo Brillante	38.06±0.90 ^{cd}	14.28±1.43 ^a	13.26±3.38 ^f
	Hachiya	44.55±0.20 ^c	13.88±0.78 ^{ab}	19.67±1.92 ^d
	Seedless	38.00±0.16 ^{cd}	10.65±1.60 ^c	16.75±5.67 ^e
	Turkay	49.23±0.14 ^b	15.53±1.60 ^a	22.75±3.05 ^{bc}
Vacuum Dried	Rojo Brillante	44.34±0.03 ^c	12.22±0.12 ^{ab}	17.59±0.70 ^e
	Hachiya	50.49±0.13 ^b	10.52±0.18 ^c	23.89±3.79 ^b
	Seedless	42.84±0.04 ^c	7.60±0.07 ^d	20.77±9.28 ^c
	Turkay	54.18±0.09 ^a	12.28±0.11 ^{ab}	26.15±2.64 ^a
Fluidised Bed	Rojo Brillante	41.34±0.10 ^d	12.83±0.05 ^{ab}	15.47±0.13 ^e
	Hachiya	47.74±0.21 ^c	10.90±0.07 ^c	21.62±0.11 ^c
	Seedless	40.32±0.19 ^{de}	7.46±0.11 ^d	18.77±0.08 ^d
	Turkay	52.64±0.12 ^b	12.68±0.16 ^{ab}	24.04±0.19 ^b
Freeze Dried	Rojo Brillante	44.70±0.05 ^c	12.14±0.38 ^{ab}	17.07±0.15 ^d
	Hachiya	50.85±0.12 ^b	10.44±0.22 ^c	23.52±0.11 ^b
	Seedless	43.36±0.24 ^c	7.32±0.58 ^d	20.79±0.09 ^c
	Turkay	55.01±0.18 ^a	12.25±0.01 ^{ab}	26.06±0.14 ^a
Fresh Fruit	Rojo Brillante	45.68±0.06 ^c	11.60±0.15 ^{bc}	18.57±12.05 ^d
	Hachiya	52.88±0.13 ^b	10.07±0.13 ^c	24.26±11.85 ^b
	Seedless	44.09±0.02 ^c	6.99±0.14 ^d	21.74±3.19 ^c
	Turkay	56.25±0.08 ^a	12.08±0.09 ^{ab}	26.95±8.57 ^a

Values are mean ± standard deviation of three separate determinations (n = 3) Values in the column with the same letter in superscript are not significant different from each other at $p < 0.05$.

pH and Rehydration Capacity of Persimmons

The pH and rehydration capacity values of persimmons are given in Table 2. The initial pH values of persimmon cultivars were different from each other significantly ($p < 0.05$). While Rojo Brillante cultivar has the highest pH value, Hachiya cultivar has the lowest pH value. Being directly affected the taste of fruits, pH is an important parameter needs to be taken into account during process. Drying processes affected the pH values of all persimmon cultivars significantly ($p < 0.05$). The highest pH drop was found in oven dried persimmon cultivars. This result could be explained by proportional change in organic acid content as a result of moisture removal (Dal & Karacabey, 2021).

Rehydration capacity is an important quality characteristic for dried products. If dried fruit reabsorbs the containing water prior to drying, it is taken into consideration as a high quality dried product. Rehydration behavior is considered as a measure of the induced damage in the fruit during drying (Marques, Prado & Freire, 2009). As seen in Table 2, while freeze dried persimmon cultivars had the highest rehydration capacity, oven dried persimmons had the lowest rehydration capacity values. The freeze drying and vacuum drying techniques had the almost same effect on rehydration capacities of persimmon cultivars. Jiang et al. (2014) compared the rehydration capacities of microwave vacuum dried, freeze dried and microwave freeze dried banana cubes and they found the highest rehydration capacity in freeze dried samples. On the other hand, Rojo Brillante cultivars had the highest rehydration capacity, Turkay cultivars had the lowest rehydration capacity for all drying experiments.

Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of Persimmons

Antioxidant activity and total phenolic contents of persimmon cultivars are given in Table 3. While Rojo Brillante cultivar had the highest antioxidant activity and total phenolic content values, Hachiya cultivar had the lowest antioxidant activity and total phenolic content. While freeze drying process did not change the antioxidant activity and total phenolic contents of persimmons significantly ($p > 0.05$), oven drying, and fluidized bed drying processes increased these values statistically significantly ($p < 0.05$). This may be due to formation of new phenolic compounds having antioxidant activity caused by non-enzymatic browning reactions occurring high temperatures (Soong & Barlow, 2004). Que et al. (2008) who compared hot air-drying and freeze-drying on antioxidant activities of pumpkin and Papoutsis et al. (2017) who investigated the effects of vacuum-drying,

hot air-drying and freeze-drying on antioxidant properties of lemon pomace aqueous extracts were also found similar results.

Table 2. pH and moisture content of persimmons

Dryer Type	Persimmon Type	pH	Rehydration capacity
Oven Dried	Rojo Brillante	5.60±0.04 ^c	2.95±0.01 ^d
	Hachiya	5.26±0.02 ^e	2.65±0.09 ^{de}
	Seedless	5.54±0.01 ^c	2.24±0.07 ^e
	Turkey	5.32±0.03 ^{de}	2.17±0.05 ^e
Vacuum Dried	Rojo Brillante	5.78±0.02 ^{ab}	3.38±0.03 ^c
	Hachiya	5.42±0.01 ^d	3.80±0.09 ^{bc}
	Seedless	5.74±0.06 ^b	4.01±0.04 ^{ab}
	Turkey	5.46±0.05 ^{cd}	4.07±0.05 ^{ab}
Fluidised Bed	Rojo Brillante	5.70±0.05 ^b	3.12±0.02 ^{cd}
	Hachiya	5.35±0.07 ^e	3.34±0.07 ^c
	Seedless	5.68±0.02 ^b	2.96±0.03 ^d
	Turkey	5.39±0.01 ^d	2.95±0.09 ^d
Freeze Dried	Rojo Brillante	5.80±0.01 ^{ab}	3.65±0.05 ^{bc}
	Hachiya	5.45±0.03 ^{cd}	3.96±0.04 ^b
	Seedless	5.77±0.05 ^b	4.35±0.11 ^a
	Turkey	5.50±0.01 ^c	4.25±0.09 ^a
Fresh Fruit	Rojo Brillante	5.86±0.04 ^a	
	Hachiya	5.51±0.09 ^c	
	Seedless	5.84±0.03 ^a	
	Turkey	5.55±0.06 ^c	

Values are mean ± standard deviation of three separate determinations (n = 3) Values in the column with the same letter in superscript are not significant different from each other at p<0.05.

Table 3. Antioxidant activity and Total phenolic content of persimmons

Dryer Type	Persimmon Type	Inhibition (%)	Total Phenolic Content (mg/kg GAE)
Oven Dried	Rojo Brillante	70.36±0.25 ^a	669.17±1.62 ^b
	Hachiya	68.73±0.85 ^a	318.61±2.99 ^g
	Seedless	63.82±1.52 ^{ab}	400.06±1.52 ^d
	Turkey	66.80±0.88 ^a	710.83±1.33 ^a
Vacuum Dried	Rojo Brillante	60.27±1.01 ^b	620.73±1.95 ^b
	Hachiya	59.74±1.33 ^b	265.39±2.50 ⁱ
	Seedless	53.19±1.02 ^c	352.89±1.19 ^f
	Turkey	60.02±0.54 ^b	640.33±1.82 ^b
Fluidised Bed	Rojo Brillante	64.88±0.70 ^{ab}	645.33±0.27 ^{ab}
	Hachiya	62.00±0.39 ^{ab}	290.33±0.30 ^h
	Seedless	55.35±0.22 ^{bc}	375.56±0.66 ^e
	Turkey	62.99±0.33 ^{ab}	678.90±0.92 ^{ab}
Freeze Dried	Rojo Brillante	58.12±0.91 ^b	635.28±0.96 ^c
	Hachiya	56.44±1.13 ^{bc}	252.30±0.93 ^j
	Seedless	51.22±0.89 ^d	345.90±1.13 ^f
	Turkey	57.42±0.95 ^b	625.88±0.64 ^c
Fresh Fruit	Rojo Brillante	56.94±1.15 ^{bc}	630.78±1.91 ^c
	Hachiya	55.25±0.97 ^{bc}	250.22±0.86 ^j
	Seedless	50.46±0.85 ^d	340.28±0.99 ^f
	Turkey	56.29±0.71 ^{bc}	623.33±1.49 ^c

Values are mean ± standard deviation of three separate determinations (n = 3) Values in the column with the same letter in superscript are not significant different from each other at p<0.05.









CONCLUSION

Results revealed that although freeze-drying is superior to other drying methods in preserving the all-persimmon cultivars, vacuum dried and freeze-dried persimmons showed similar physicochemical properties. Oven drying increased antioxidative properties of persimmons, but this method caused a decrease in rehydration capacity and L* values, which are important quality parameters for dried products. Fluidized bed drying and oven drying used hot air, so they gave similar dried products. Because of high operation cost of freeze drying, vacuum drying can be applied to produce dried persimmons with high quality properties. All-persimmon cultivars were affected similarly different drying methods. Rojo Brillante cultivar gave superior dried products in terms of physicochemical properties. Additional precautions such as SO₂ treatment and/or pH adjustment can be given superior dried products.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Feyza Tosya  <https://orcid.org/0000-0003-2649-6721>
Sibel Bölek  <https://orcid.org/0000-0003-4967-9416>
Feriha Göksu  <https://orcid.org/0000-0001-9601-1609>
Muhammed Ali Göktaş  <https://orcid.org/0000-0003-3864-5624>
Zeynep Özlü  <https://orcid.org/0000-0002-4816-5379>
Arzu Şen  <https://orcid.org/0000-0001-5670-1349>
Ertürk İnce  <https://orcid.org/0000-0001-6541-8908>
Nesrin Aktepe Sangu  <https://orcid.org/0000-0002-3287-4496>

KAYNAKLAR

- Amanor-Atiemoh, R., Zhou, C., Abdullaleef Taiye, M., Sarpong, F., Wahia, H., Amoa-Owusu, A., ... & Chen, L. (2020). Effect of ultrasound-ethanol pretreatment on drying kinetics, quality parameters, functional group, and amino acid profile of apple slices using pulsed vacuum drying. *Journal of Food Process Engineering*, 43(2), e13347.
- Besada, C., Jackman, R. C., Olsson, S., & Woolf, A. B. (2010). Response of 'Fuyu' persimmons to ethylene exposure before and during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 57(2), 124-131.
- Bolek, S., & Ozdemir, M. (2017). Optimization of roasting conditions of microwave roasted Pistacia terebinthus beans. *LWT*, 86, 327-336.
- Bozkir, H., Ergün, A. R., Serdar, E., Metin, G., & Baysal, T. (2019). Influence of ultrasound and osmotic dehydration pretreatments on drying and quality properties of persimmon fruit. *Ultrasonics sonochemistry*, 54, 135-141.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Bölek, S., & Obuz, E. (2014). Quality characteristics of Trabzon persimmon dried at several temperatures and pretreated by different methods. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(2), 242-249.
- Cárcel, J. A., García-Pérez, J. V., Riera, E., & Mulet, A. (2007). Influence of high-intensity ultrasound on drying kinetics of persimmon. *Drying Technology*, 25(1), 185-193.
- Cerrişev, S. (2010). Effects of conventional and multistage drying processing on non-enzymatic browning in tomato. *Journal of food engineering*, 96(1), 114-118.
- Chung, H.S., Kim, D.H., Kim, H.S., Lee, Y.G., Seong, J.H., Youn, K.S. and Moon, K.D., 2017. Quality comparison of dried slices processed from whole persimmons treated with different destringency methods. *Food science and biotechnology*, 26(2), pp.401-407.
- Dal, F. F., & Karacabey, E. (2021). Determination of The Physical, Physio-Chemical and Chemical Properties of Gilaburu Fruits (*Viburnum opulus*) Dried by Convective Drying Technique. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9, 2547-2551.

- Ge, Z., Zhang, M., Deng, X., Zhu, W., Li, K. and Li, C., 2017. Persimmon tannin promoted macrophage reverse cholesterol transport through inhibiting ERK1/2 and activating PPAR γ both in vitro and in vivo. *Journal of functional foods*, 38, pp.338-348.
- Hyun, J.E., Kim, J.Y., Kim, E.M., Kim, J.C. and Lee, S.Y., 2019. Changes in microbiological and physicochemical quality of dried persimmons (*Diospyros kaki* Thunb.) stored at various temperatures. *Journal of Food Quality*, 2019.
- Jia, Y., Khalifa, I., Hu, L., Zhu, W., Li, J., Li, K. and Li, C., 2019. Influence of three different drying techniques on persimmon chips' characteristics: A comparison study among hot-air, combined hot-air-microwave, and vacuum-freeze drying techniques. *Food and Bioproducts Processing*, 118, pp.67-76.
- Jiang, H., Zhang, M., Mujumdar, A. S., & Lim, R. X. (2014). Comparison of drying characteristic and uniformity of banana cubes dried by pulse-spouted microwave vacuum drying, freeze drying and microwave freeze drying. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(9), 1827-1834.
- Kaleta, A., Górnicki, K., Winiczenko, R. and Chojnacka, A., 2013. Evaluation of drying models of apple (var. Ligol) dried in a fluidized bed dryer. *Energy Conversion and Management*, 67, pp.179-185.
- Marques, L. G., Prado, M. M., & Freire, J. T. (2009). Rehydration characteristics of freeze-dried tropical fruits. *LWT-Food Science and Technology*, 42(7), 1232-1237.
- Milczarek, R.R., Vilches, A.M., Olsen, C.W., Breksa, A.P., Mackey, B.E. and Brandl, M.T., 2020. Physical, microbial, and chemical quality of hot-air-dried persimmon (*Diospyros kaki*) chips during storage. *Journal of Food Quality*, 2020.
- Pérez-Munuera, I., Hernando, I., Larrea, V., Besada, C., Arnal, L. and Salvador, A., 2009. Microstructural study of chilling injury alleviation by 1-methylcyclopropene in persimmon. *HortScience*, 44(3), pp.742-745.
- Papoutsis, K., Pristijono, P., Golding, J. B., Stathopoulos, C. E., Bowyer, M. C., Scarlett, C. J., & Vuong, Q. V. (2017). Effect of vacuum-drying, hot air-drying and freeze-drying on polyphenols and antioxidant capacity of lemon (*Citrus limon*) pomace aqueous extracts. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(4), 880-887.
- Que, F., Mao, L., Fang, X., & Wu, T. (2008). Comparison of hot air-drying and freeze-drying on the physicochemical properties and antioxidant activities of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) flours. *International journal of food science & technology*, 43(7), 1195-1201.
- Ratti, C. (2001). Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review. *Journal of food engineering*, 49(4), 311-319.
- Reis, F. R., Marques, C., de Moraes, A. C. S., & Masson, M. L. (2022). Trends in quality assessment and drying methods used for fruits and vegetables. *Food Control*, 109254.
- Quintero-Ramos, A., Bourne, M. C., & Anzaldúa-Morales, A. (1992). Texture and rehydration of dehydrated carrots as affected by low temperature blanching. *Journal of Food Science*, 57(5), 1127-1139.
- Saleem, M. S., Ejaz, S., Anjum, M. A., Nawaz, A., Naz, S., Hussain, S., ... & Canan, İ. (2020). Postharvest application of gum arabic edible coating delays ripening and maintains quality of persimmon fruits during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(8), e14583.
- Sampaio, R.M., Neto, J.P.M., Perez, V.H., Marcos, S.K., Boizan, M.A. and Da Silva, L.R., 2017. Mathematical modeling of drying kinetics of persimmon fruits (*Diospyros kaki* cv. Fuyu). *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1), p.e12789.
- Senadeera, W., Adiletta, G., Önal, B., Di Matteo, M. and Russo, P., 2020. Influence of different hot air-drying temperatures on drying kinetics, shrinkage, and colour of persimmon slices. *Foods*, 9(1), p.101.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Soong, Y. Y., & Barlow, P. J. (2004). Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. *Food chemistry*, 88(3), 411-417.
- Udomkun, P., Nagle, M., Mahayothee, B., Nohr, D., Koza, A., & Müller, J. (2015). Influence of air drying properties on non-enzymatic browning, major bio-active compounds and antioxidant capacity of osmotically pretreated papaya. *LWT-Food Science and Technology*, 60(2), 914-922.
- Zhao, C.C., Ameer, K. and Eun, J.B., 2021. Effects of various drying conditions and methods on drying kinetics and retention of bioactive compounds in sliced persimmon. *LWT*, 143, p.111149.

Toxic, Repellent, and Oviposition-Inhibiting Effects of Almina Diatomaceous Earth on *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae)

Hilal SUSURLUK^{1*} , Merve İLKATAN¹ 

¹Bursa Uludag University, Faculty of Agriculture, Plant Protection Department, 16059, Nilufer/Gorukle/BURSA

Corresponding Author: e-posta : hilalsusurluk@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.10.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 06.11.2023 Kabul Tarihi: 06.11.2023

ABSTRACT

Tetranychus urticae Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae) is one of the most important pests of agricultural fields worldwide. In this study, the leaf disc method was used to determine whether local diatomaceous earth (Almina) has a toxic, repellent, and oviposition-inhibiting effect on *T. urticae*. Adult females of *T. urticae* were placed on leaf discs immersed in 10%, 5%, 2.5%, and 1.25% concentrations (w/v) of diatomaceous earth. Considering the mortality rates after 24, 48, 72, and 96 hours, respectively, the highest mortality rate was 33.56% at 10% concentration. At the same concentrations, the highest repellent effects were found to be 64.54%, 42.10%, 20.35%, and 19.46% after 1 hour, respectively. Although the number of eggs laid by females increased over time at all concentrations, it was statistically less than the control at 10% and 5%. In light of the data obtained from this study, further studies are planned to increase the effectiveness of Almina diatomaceous earth by mixing it with botanical extracts or entomopathogens in the control of *T. urticae*.

Key words: : Diatomaceous earth, oviposition-inhibiting, repellent, *Tetranychus urticae*, toxicity

Tetranychus urticae Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae) üzerinde Almina diatom toprağının toksik, uzaklaştırıcı ve yumurtlama engelleyici etkileri

ÖZ

Tetranychus urticae Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae) dünya çapında tarım alanlarının en önemli zararlılarından biridir. Bu çalışmada, *T. urticae* üzerinde lokal bir diatom toprağının (Almina) toksik, uzaklaştırıcı, ve yumurta engelleyici etkisinin olup olmadığını anlamak için yaprak disk metodu kullanılmıştır. Diatom toprağının %10, %5, %2,5 ve %1,25 konsantrasyonlarına (w/v) daldırılan yaprak diskler üzerine *T. urticae* ergin dişileri yerleştirilmiştir. Sırasıyla 24, 48, 72 ve 96 saat sonraki ölüm oranlarına bakıldığında en yüksek ölüm oranı %10 konsantrasyonda %33,56 olarak belirlenmiştir. Aynı konsantrasyonlarda en yüksek uzaklaştırıcı etkiler sırasıyla 1 saat sonra % 64.54, % 42.10, % 20.35 ve % 19.46 olarak bulunmuştur. Tüm konsantrasyonlarda dişilerin bıraktıkları yumurta sayıları zamanla artış gösterse de, % 10 ve %5'te kontrole göre istatistiksel olarak daha az bulunmuştur. Bu çalışmadan elde edilen veriler ışığında, *T. urticae* ile mücadelede Almina diatom toprağının bitkisel ekstraktlar veya entomopatojenlerle karıştırılarak etkinliğinin artırılmasına yönelik daha ileri çalışmaların yapılması planlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Diatom toprağı, yumurtlamayı engelleme, uzaklaştırıcı, *Tetranychus urticae*, toksisite

INTRODUCTION

Tetranychus urticae Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae) is among the most important pests that damage fields and greenhouse crops worldwide. Adult and pre-adult periods damage plants by sucking plant sap. Its damage causes mostly yellowing and curling in mostly young leaves. Furthermore, nymphs and adults can form webs, and plants can be completely covered by these mite-inhabited webs. These symptoms cause either decreased product quality or loss of crop (Erdoğan et al., 2010). The short life cycle, being polyphagous, and many progenies in a short time complicate pest control. The use of acaricide is the most preferred pest control

method by growers. However, its biology and high reproductive capacity cause many problems, such as developing pesticide resistance (Van Leeuwen et al., 2010; Susurluk and Gürkan, 2022). Considering the harmful effects of pesticides on humans and the environment, as well as the pests' resistance to pesticides, it is inevitable to search for alternative control methods. Diatomaceous earth (DE) has the potential to be one of the most important materials used for this purpose. DE is the only mineral of biological origin. Since the 1930s, diatomaceous earth has been used as an effective insecticide substitute. Today, most DE is found in Europe, and Türkiye has great potential for DE resources (Çetin and Taş, 2012). DE is obtained from the fossilized sedimentary layers of diatoms with siliceous shells from phytoplankton living in lakes and seas. DE particles are thought to adhere to the insect cuticle and induce death by desiccation or dehydration in insects (Zeni et al., 2021). In addition, abrasions caused by DE particles on the insect cuticle with the insect's movement also indirectly cause the insect's death structure. The epicuticular layer in the insect cuticle limits insect water loss and prevents drying. DE adheres to the lipids in the epicuticle and prevents it from preventing water loss (Başkaya, 2020). Considering the effect of DE on arthropods, this practice is considered within the scope of physical control measures. The most important advantage of DE is that it is obtained from organic material; therefore, it is harmless to the environment and has low toxicity for other living organisms (Zeni et al., 2021; Özcan and Tunaz, 2022). Most of the studies evaluating the efficacy of DEs on economically important arthropods have been on stored product pests. DE has many commercial preparations such as Drycide, Insecto®, Perma Guard, Untreated, Silicosec, and Diafil 610, which are generally used around the world (Athanassiou et al., 2003; Ziaee and Khashaveh, 2007; Wakil et al., 2010; Alagöz and Sağlam, 2022). In studies with the Acarina order, different formulations of diatomaceous earth are generally focused on the families Dermanyssidae (Kilpinen and Steenberg, 2009; Steenberg and Kilpinen, 2014; Kilpinen and Steenberg, 2016; Alves et al., 2019; Alves et al., 2020; Ulrichs et al., 2020), and Macronyssidae (Mullens et al., 2012; Martin and Mullens, 2012; Murillo and Mullens, 2016). There are few studies on the effectiveness of DE on *T. urticae* (Shah and Appleby, 2019; Başkaya, 2020). This study aims to investigate the diatomaceous earth's potential in controlling *T. urticae*. For this, a local DE's acaricidal and repellent effects on *T. urticae*, its effect on reproductive potential, and its use in control were investigated.

MATERIALS AND METHODS

Tetranychus urticae

Tetranychus urticae culture was obtained from Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection in 2022. The climate rooms (25±2°C, 50-60% humidity, and 16 hours of light: 8 hours of darkness) of Bursa Uludag University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection were used to grow bean (*Phaseolus vulgaris* L.) (Fabales: Leguminosae) plants. This study was carried out at the same university in 2023. The plants were grown in small plastic pots (13 x 11) containing perlite and peat (ratio of 1:1) under the same conditions. Bean seeds (Magnum F₁) were obtained from May-Agro Ltd. Şti. (Antalya, Türkiye).

Diatomaceous earth product

Almina brand diatomaceous earth (Minalitya Madencilik A.Ş. Antalya, Türkiye) was used in the experiments. The basic material of Almina is obtained from a region with rich geothermal water resources. It is known that the diatom shells, which constitute the main component, are rod-like, generally round, and half-moon shaped, and the main raw material of diatoms is hydrated amorphous silica (SiO₂.nH₂O) with little clay (Figure 1). Mineral ratios according to total quantitative chemical analysis are 85.97% SiO₂, 0.66% CaO, 2.36% Al₂O₃, 2.61% Fe₂O₃, 0.91% MgO, 0.75% K₂O, <0.010 % Na₂O, and 0.28 % TiO₂ (Argetest, Yenimahalle, Ankara). The mean particle diameter is between 12-20 µm. In the experiments, diatomaceous earth was prepared by mixing it with distilled water.

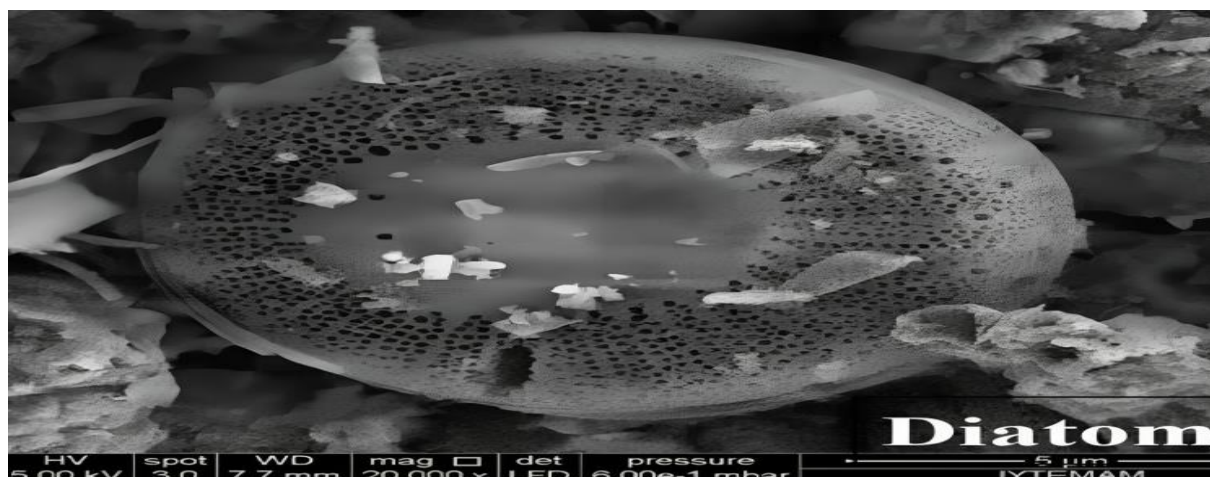


Figure 1. Scanning electron microscope image of Almina DE

Toxic effects of the diatomaceous earth on *Tetranychus urticae* females

The leaf disc method was used to determine the toxic effect of the DE on *T. urticae*. For this, 1.5 cm diameter discs were cut from the bean leaves by using a cork borer. The discs were immersed in different concentrations of the DE for 4-5 seconds and dried for about half an hour. The dried leaf discs were then placed in a 6 mm Petri dish containing moistened cotton discs. Then, at least 10 adult *T. urticae* females were placed on each leaf disc. The females used in the experiments are one- to three-day-old. Petri dishes were covered with parafilm after the lids were closed. Petri dishes were incubated in the above-mentioned climate chamber. The numbers of alive and dead were recorded after 24, 48, 72, and 96 hours, respectively. In the experiments, 10% (w/v), 5% (w/v), 2.5% (w/v), 1.25% (w/v), and 0% (w/v) (control) concentrations of DE were studied. The concentrations were determined by preliminary trials. Since Almina diatomaceous earth formed a thick layer at higher DE concentrations applied on the leaf discs, it took a long time for the leaf discs to dry, which affected the efficiency of the experiments. That's why 10% was chosen as the highest concentration. The experiments were carried out in 4 replications with at least ten adult females per replicate for each concentration. The experiment was repeated at least four times.

Repellent effects of the diatomaceous earth on *Tetranychus urticae* females

The method of Akyazı et al. (2015) was used with minor modifications to evaluate the repellency of the diatomaceous earth on *T. urticae*. For this experiment, discs of 1.5 cm in diameter were cut from the bean leaves with the help of a cork borer. Half of the discs were immersed in diatomaceous earth concentration and the other half in water for control purposes for 4-5 seconds and dried for half an hour. The discs were then placed in 6-mm Petri dishes with moistened cotton discs. Then, 30 adult females of *T. urticae* were placed on the midrib of each leaf disc, and the Petri dishes were covered with parafilm. In the experiments, the concentrations of 10% (w/v), 5% (w/v), 2.5% (w/v), and 1.25% (w/v) of the suspension were studied. The experiments were made with eight replications. The orientations of adult females were examined after 1, 2, and 24 hours, and counts were made. The repellent effect was calculated with the formula of Mozaffari et al. (2013). % Repellency = $(C-T/N) \times 100$ where T = number of mites (treatment), C = number of mites (control), and N = number of mites (total). According to Juliana and Su (1983), percent repellency values were classified from 0 to V (Table 1). Positive values indicate repellency.

Table 1. The mean repellency values (%) are assigned to repellency classes (Juliana and Su, 1983).

Repellency Class	Repellency (%)
0	>-0.1 to < 0.1
I	0.1 to 20
II	20.1 to 40
III	40.1 to 60
IV	60.1 to 80
V	80.1 to 100

Fecundity of *Tetranychus urticae* females on the DE-treated plant surface

The leaf disc method was used to determine the effects of the diatomaceous earth on the fecundity of adult females of *T. urticae*. For this purpose, females at the deutonymph chrysalis stage were collected from culture. As mentioned above, 1.5 cm-diameter discs were cut from bean leaves, and the discs were dipped in the above-mentioned concentrations of the DE, and dried. A deutonymph was placed on each of the discs and allowed to adult. Daily hatching eggs were then counted. For each concentration, the cumulative number of eggs laid by a female over 5 days was calculated. The percentage of emerged larvae was also recorded. The experiments were repeated 67, 89, 40, 41, and 16 times for the 10% (w/v), 5% (w/v), 2.5% (w/v), 1.25% (w/v), and 0% (w/v) (control) concentrations, respectively.

Statistical analysis

The cumulative mortality data means after 24, 48, 72, and 96 hours were analyzed by one-way ANOVA ($P < 0.05$), and differences between the means were separated using a Tukey multiple comparison test. Statistical analysis was performed using JMP 16.0.0 software. The mean numbers of the mites in both halves of diatomaceous earth-applied and untreated (control) bean leaf discs were separated using the t-test ($p < 0.05$). The average of the cumulative number of eggs laid by adult females during the first 5 consecutive days was subjected to analysis of variance (ANOVA) ($p < 0.05$), and the differences between characters were compared with student t-tests. Cumulative mortality and fecundity experiments were compared individually each time. All graphs were created using GraphPad Prism® Version 8.0.1.

RESULTS

Toxic effects of the diatomaceous earth on *Tetranychus urticae* females

The average mortality rates caused by different concentrations of diatomaceous earth in adult females of *T. urticae* are shown in Figure 2. Mortality rates observed after 24 hours at 10% and 5% concentrations were 15.01% and 8.01%, respectively, and were statistically significant compared to the control (Figure 2) ($F = 4.78$; $df = 7, 100$; $p < 0.0001$). The difference between 2.5% and 1.25% concentrations as well as with control was statistically similar. After 48 hours, mortality rates increased to 22.96%, 12.62%, 12.44%, and 1.73% at 10%, 5%, 2.5%, and 1.25% concentrations, respectively, and were significant except for the 1.25% concentration compared to the control group ($F = 8.23$; $df = 7, 91$; $p < 0.0001$). High to low mortality rates at the same concentrations after 72 hours were 26%, 27.89%, 22.5%, and 7.14%, respectively. At this time, the difference among the highest three concentrations was found statistically the same, but except for %1.25 concentration, higher mortality rates were observed than the control groups ($F = 59.58$; $df = 7, 51$; $p < 0.0001$). Accordingly, the highest mortality rates were found to be %33.56, %32.52, %26.66, and %26.66 after 96 hours of exposure at 10%, %5, %2.5, and %1.25 concentrations. The difference between the concentrations and their control groups was statistically important after the 96-hour exposure period ($F = 92.29$; $df = 7, 51$; $p < 0.0001$) but, except for %10, the other concentrations did not differ from each other statistically (Figure 2).

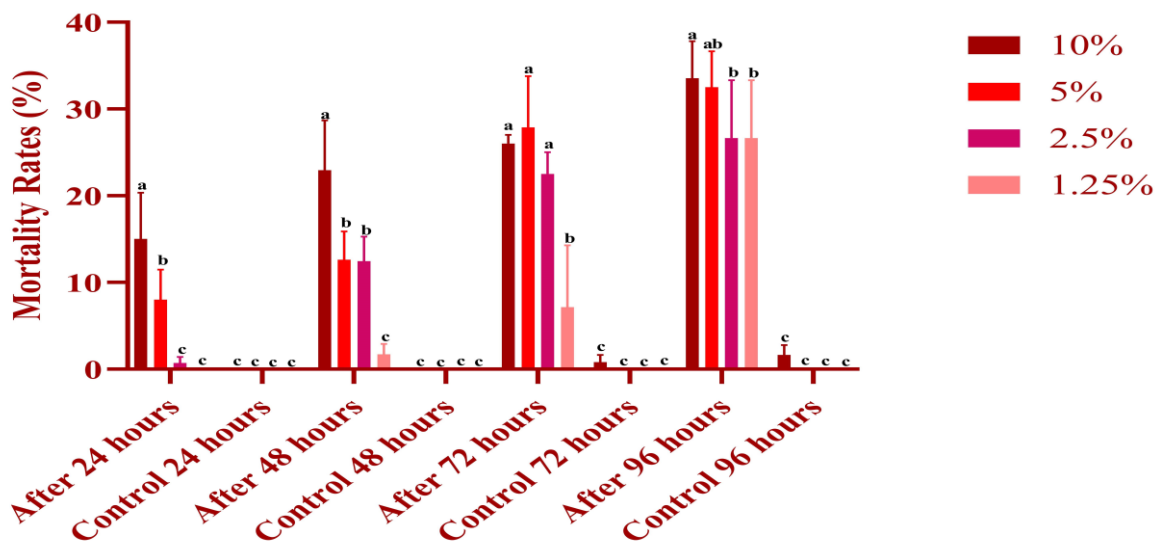


Figure 2. Average mortality rates (%) of different concentrations of diatomaceous earth on adult females of *Tetranychus urticae*. The difference between means showing the same letter for concentrations in each period and their control groups is not statistically significant ($p > 0.05$; student's t-test)

Repellent effect of the diatomaceous earth on *Tetranychus urticae* females

The repellent effects of Almina diatomaceous earth on *T. urticae* adult females after 1, 2, and 24 hours are shown in Table 2. The diatomaceous earth at 10% concentration showed 64.54%, 53.63%, and 51.81% repellent effects on *T. urticae* adult females after 1, 2, and 24 hours, respectively. At this concentration, the number of mites oriented to the control side of the leaf discs after 1, 2, and 24 hours was statistically higher than the number of mites oriented to the diatomaceous-treated side (Table 2). At 5% concentration, the repellent effect was found to be 42.10%, 26.67%, and 15.23%, respectively, at the same time. The repellent effect was statistically significant in the first 2 hours and decreased to class I at the end of 24 hours. After 1, 2, and 24 hours, the repellent effects were found to be 20.35%, 10.22%, and -6.66%, respectively, for 2.5%, 19.46%, -5.40%, and -21.62%, respectively, at 1.25% concentrations. At 2.5% and 1.25% concentrations, the repellent effect decreased over time, and even the opposite attracted adult females at the end of 24 hours (Table 2).

Table 2. Repellent effect (%) (1, 2, and 24 hours after treatment) of the diatomaceous earth on adult females of *Tetranychus urticae**.

Hours	Percentage of repellency and average number of mite orientations on leaves					
	Concentrations (%) (w/v)	Untreated	Treated	t value	p-value	Repellency % (Repellency class)
1 h	10	22.62±1.56	4.87±1.07	9.32	<0001*	64.54 (IV)
	5	20.25±1.89	8.25±1.27	5.24	<0001*	42.10 (III)
	2.5	17.00±0.53	11.25±0.79	5.99	<0001*	20.35 (II)
	1.25	16.87±1.58	11.37±1.28	2.69	=0.01*	19.46 (I)
2 h	10	21.12±1.82	6.37±1.45	6.32	<0001*	53.63 (III)
	5	16.62±2.41	9.62±1.75	2.34	=0.03*	26.67 (II)
	2.5	15.50±1.63	12.62±1.48	1.30	=0.21	10.22 (I)
	1.25	13.12±0.98	14.62±1.41	-0.86	=0.40	-5.40 (0)
24 h	10	20.87±2.01	6.62±1.19	6.08	<0001*	51.81 (III)
	5	15.12±1.95	11.12±1.38	1.66	=0.11	15.23 (I)
	2.5	13.12±1.20	15.00±1.50	-0.97	=0.34	-6.66 (0)
	1.25	10.87±1.65	16.87±2.31	-2.11	=0.05	-21.62 (0)

Means with () are significantly different between treated and untreated by t-test (mean ± S.E., p < 0.05); S.E. means the standard error.

Effects of the diatomaceous earth on the fecundity of *Tetranychus urticae* females

After 24 hours, the mean number of eggs laid at 10%, 5%, and 2.5% concentrations were 3.34, 4.07, and 4.25, respectively, and the difference between them was statistically insignificant, but the mean number of eggs laid at all four concentrations was significantly lower than the control (F= 8.50; df= 4, 295; p < 0.0001) (Figure 3). After 48 hours, there was no statistical difference between the number of eggs laid at 10% and 5% concentrations, and a statistically significant decrease was observed compared to the control (F = 8.60; df = 4, 275; p < 0.0001). The differences between the four concentrations applied after 72, 96, and 120 hours were not statistically significant compared to each other but were found to be significant compared to the control (Figure 3). The number of eggs laid by surviving female individuals at all applied concentrations increased

proportionally with the elapsed time (Figure 3). Looking at the larval emergence that emerged after 96 hours, it was observed that there were no significant differences in % larval emergence between the control and treatment groups (Table 3).

Table 3. Larval emergence (%) in the control and treatment groups after 24, 48, 72, 96, and 120 hours

Time	After 24 hours				
Concentrations	10%	5%	2.5%	1.25%	Control
Emerged Larva %	–	–	–	–	–
Time	After 48 hours				
Concentrations	10%	5%	2.5%	1.25%	Control
Emerged Larva %	–	–	–	–	–
Time	After 72 hours				
Concentrations	10%	5%	2.5%	1.25%	Control
Emerged Larva %	–	–	–	–	–
Time	After 96 hours				
Concentrations	10%	5%	2.5%	1.25%	
Emerged Larva %	0.29	0.20	–	–	
Emerged Larva % (control)	0.70	0.69	0.94	0.64	
Time	After 120 hours				
Concentrations	10%	5%	2.5%	1.25%	
Emerged Larva %	5.73	6.52	4.45	4.64	
Emerged Larva % (control)	5.67	4.75	5.19	5.61	

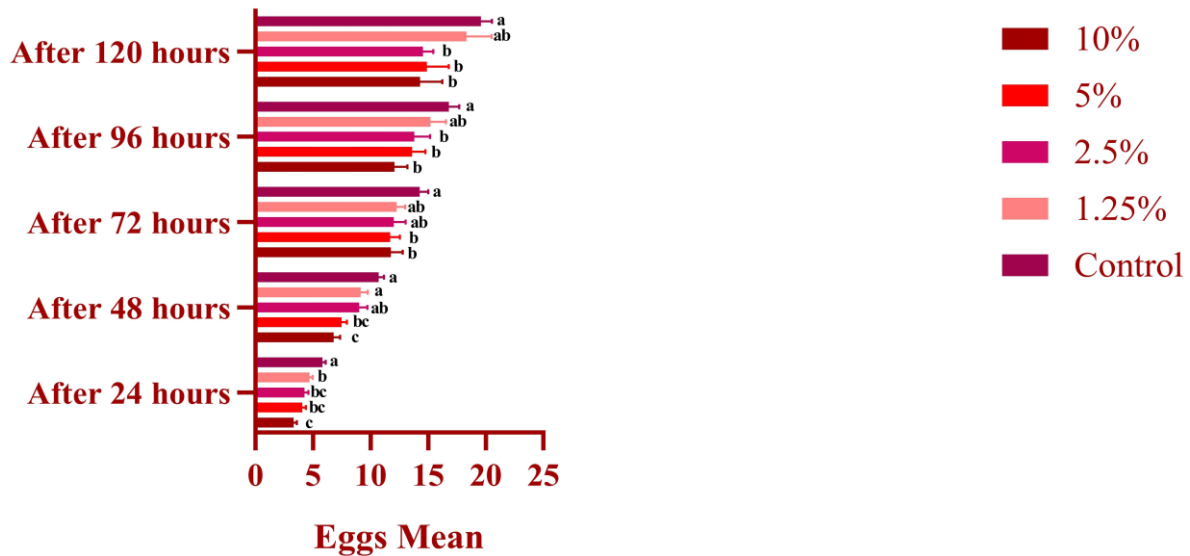


Figure 3. Effects of the diatomaceous earth on the fecundity of *Tetranychus urticae* females. The difference between means showing the same letter for concentrations in each period and their control groups is not statistically significant ($p > 0.05$; student's t-test)

DISCUSSION

In this study, the effectiveness of local diatomaceous earth on adult females of two-spotted spider mites was evaluated. With a general evaluation; a low toxic effect was found in the experiments. However, statistically more significant repellency activity was found at all four concentrations than in the control, especially for the first hour. The repellency effect increased with the increase in concentration but decreased as time progressed. When the effect of diatomaceous earth on the egg-laying of females was examined, at 10% and 5% concentrations, females laid fewer eggs than controls.

The insecticidal effect of DEs is generally related to their SiO₂ content (Iatrou et al., 2010). In this study, the SiO₂ content of Almina diatomaceous earth was found to be 85.97%. However, the toxicity percentages obtained are not compatible with the SiO₂ content. Again, low toxicity (24.6%) occurred in adult females of two-spotted spider mites in diatomaceous earth with a SiO₂ content of 67% (Shah and Appleby, 2019). Contrary to these results, the residual effects of 0.2%, 0.4%, and 0.8% concentrations of 10 µm diameter diatomaceous earth named Turco 0010 on *T. urticae* adult females were found to be 4%, 6%, and 15% after 24 h (Başkaya, 2020). The DE concentrations used in our study were considerably higher than the concentrations in the study of Başkaya (2020). However, lower mortality rates were obtained in the present study. Korunic (1997) explained that the effectiveness of DE depends primarily on the physical properties of its powder, not its chemical composition. This situation can be explained by the differences in the chemical and physical properties of the Almina diatomaceous earth used.

The cuticle characteristics of the insect species to which DE is applied affect its susceptibility to DE (Athanasios et al., 2005). Studies have shown that diatomaceous earth will damage the cuticles of soft-bodied organisms such as mites more quickly, so mites will have a higher mortality rate in a shorter period than insects (Kılıç, 2022). In this study, DE was used mixed with water. However, Kılıç (2022) tested the dust formulation of DE. The results obtained from this study show that both the species and the formulation types of DE are significant in effectiveness. In this study, the highest mortality rate was observed at 10% concentration (33.56%) at the 96th hour in four different concentrations applied on *T. urticae* adult females, and the mites who did not die continued their lives in the following days. The diatomaceous earth particles used in this study may not have adhered to the epicuticle layer and therefore did not cause water loss in the mites. Flanders (1941) stated that creatures that can recover the water lost, such as mites, are more resistant than insects that metabolize water from their food. Due to the size of a particle, the ejection of the dust from the cuticle with the movement of the insect can also reduce the mortality rate (Subramanyam and Roesli, 2000). In studies conducted with stored product mites, it has been reported that different DE formulations do not eliminate all mite populations (Collins and Cook, 2006a; Nesvorna and Hubert, 2014). In studies, an 8-24 mg/kg dose of Detia diatomaceous earth suppressed 50% of the population (Nesvorna and Hubert, 2014). The residual mortality rate in DE (Fisiocontrol) water-based suspension was 97.39% in all periods for *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) (Acari: Dermanyssidae), a parasitic mite species. The same type of diatomaceous earth combined with mechanical cleaning caused a 90% reduction in the mite population in 21 days (Alves et al., 2020). Again, when the powder De (Diamol) and the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) were applied together, it showed a synergistic effect and showed a mortality rate of 89.1% (Steenberg and Kilpinen, 2014). A dust formulation (Detech® Dust) of a local Turkish diatomaceous earth in *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank, 1781) (Acari: Acaridae), a cosmopolitan mite species, caused 100% mortality in an average of 24 hours (Kılıç, 2022). A water-soluble formulation of DE in all periods of *Onythyonyssus sylvarium* (Canestrini and Fanzago 1877) (Acari: Macronyssidae), a parasitic mite species, significantly decreased the mite population when applied only for 2 consecutive weeks (Mullens et al., 2012). Diatomaceous earth DE_cide showed 24.6% contact toxicity in adult females of *T. urticae* (Shah and Appleby, 2019). Similarly, granite dust showed an acaricidal effect of 8–16% in two-option experiments after contact with *T. urticae* (Faraone et al., 2020). Again, in studies with *Lepidoglyphus destructor* (Schrank, 1781) (Acarina: Glycyphagidae) and *Acarus siro* (L., 1758) (Acarina: Acaridae), it was stated that large variations were observed between repetitions in terms of diatomaceous earth activity (Collins and Cook, 2006a).

The effect of DEs on mites varies according to formulations, mite species, and biological periods (Nesvorna and Hubert, 2014). In this study, only adult females of the mite were used in the experiments. The sensitivity of the pre-adult period to the applied diatomaceous earth may be different. Similarly, in trials with *T. putrescentiae* (Acari: Acaridae), it was found that the adult period is more tolerant to diatomaceous earth applied than the pre-adult period (Iatrou et al., 2010). The more the insect moves, the more dust particles will stick to its body. As a result, the mortality rate of insects will be higher due to water loss. According to Rigaux et al. (2001), there was a direct relationship between insect activity and mortality when Protect-It diatomaceous earth was applied to different *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) strains. In this study, it was observed that in *T. urticae*, adult females moved less on diatom-treated leaf discs than the control. Fewer dust particles may have adhered to their bodies due to less movement, resulting in lower mortality rates. In addition, the insecticidal effects of diatomaceous earth may vary according to abiotic factors (temperature, applied concentration, and formulation form) (Şen et al., 2019). In general, studies on cereals have reported that water-based formulations of DE preparations have less effect than dust formulations (Fields and Korunic, 2000; Collins and Cook, 2006b; Wakil et al., 2006). The surface tension differences between DE particles in different formulations may affect the adhesion of particles to the insect cuticle. The fact that the DE

we used in our study is a water-wettable powder formulation may explain the low toxicity. However, more studies are needed to prove this.

According to our research, this is the first study on the repellent effect of diatomaceous earth in *T. urticae*, and there are very few studies on the repellent or attractant effect of DE on stored product pests. In this study, *T. urticae* adult females preferred to orient to the control side in the first hour when diatomaceous earth was applied to half of the bean leaf discs at 10%, 5%, 2.5%, and 1.25% concentrations. However, at 5%, 2.5%, and 1.25% concentrations, the repellent effect decreased over time, and the adult females moved to the diatomaceous-applied side of the leaf. The high repellent effect, which can be seen even at the end of the first 24 hours, especially at 10% concentration, is very important in terms of dispersal of the *T. urticae* population, moving to different hosts, and preventing damage. Korunic (2013) stated that DE dusts are insect repellent, and the quality of repellent depends on the dose. Similarly, it has been reported that a DE product called Mitex has a repellent effect on *T. castaneum* larvae (Hossain et al., 2010). It was also determined that Mitex controls both *T. castaneum* and *Sitophilus oryzae* L., 1763 (Col: Curculionidae) populations (Kabir et al., 2011). In our study, since 10% and 5% concentrations may be physically more repulsive, mites may have oriented to the control side of the leaf. Insects often tend to avoid dusty surfaces. Mites, too, may have moved away from the environment because the surface is dusty. The presented results are also compatible with Eastin and Burden (1960) and Ebeling (1971). The researchers considered that DE deposits are repellent for cockroaches. However, in an application made with granite rock powder material in *T. urticae*, foliar and soil applications of DE did not show a repellent effect, on the contrary (Faraone et al., 2020).

There are very few studies examining the effect of diatomaceous earth on the oviposition of *T. urticae* (Shah and Appleby, 2019). In the study of these researchers, diatomaceous earth applied to *T. urticae* females as contact and spray did not have a significant effect on female oviposition. In a 24-72 hours period, the number of eggs laid by females increased over time and the difference with the control group was found to be statistically the same (Shah and Appleby, 2019). In our study, egg-laying was evaluated for 120 hours and larval hatching was observed. Contrary to the study by Shah and Appleby (2019), the number of eggs laid by female individuals at 10% and 5% concentrations were found to be less in the first 120 hours of oviposition compared to the control. In all concentrations applied during this period, larvae hatching from eggs started to occur after 96 hours in the control and application groups. However, larvae hatching percentages did not differ greatly between applied concentrations and control.

As a result, further experiments will be required to determine why this DE on *T. urticae* has a low toxic effect. Additionally, in future studies, the same concentrations of this diatomaceous earth will be tested by mixing it with botanical extracts or entomopathogens. In conclusion, the moderate repellent effect, toxicity and reduced fecundity of Almina diatomaceous earth at 10% and 5% concentrations seem promising in the future as a physical control method in pest control programs for *T. urticae*.

Acknowledgments: The authors thank Alperen Kaan Bütüner (Bursa Uludag University, Faculty of Agriculture, and Plant Protection Department) for his advice and the statistical analysis.

Conflict of Interest Statement: The authors declare that they have no conflict of interest.

Contribution Rate Statement Summary of Researchers: H.S. investigation, writing, review, and editing; M.İ. investigation, writing, review, and editing.

Author Orchid Numbers

Hilal SUSURLUK: ORCID  : 0000-0002-8329-8855

Merve İLKATAN: ORCID  : 0009-0007-9999-5034

REFERENCES

Akyazi, R., Soysam, M. and Hassan, E. 2015. Toxic and repellent effects of *Prunus laurocerasus* L. (Rosaceae) extracts against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Turkish Journal of Entomology*, 39 (4): 367-380.

- Alagöz, V. and Sağlam, Ö. 2022. Insecticidal efficacy of some Turkish diatomaceous earth deposits against rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) on paddy. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 19 (2): 446-455.
- Alves, L. F. A., de Oliveira, D. G. P., Pares, R. B., Sparagano, O. A. E. and Godinho, R. P. 2020. Association of mechanical cleaning and a liquid preparation of diatomaceous earth in the management of poultry red mite, *Dermanyssus gallinae* (Mesostigmata: Dermanyssidae). *Experimental and Applied Acarology*, 81 (2): 215-222.
- Alves, L. F. A., Oliveira, D. G. P., Kasburg, C. R. and Nardelli, M. S. 2019. Acaricidal activity of inert powders against the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) (Mesostigmata: Dermanyssidae). *Archives of Veterinary Science*, 24 (2): 81-92.
- Athanassiou, C. G., Vayias, B. J., Dimizas, C. B., Kavallieratos, N. G., Papagregoriou, A.S. and Buchelos, C.Th. 2005. Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat: influence of dose rate, temperature and exposure interval. *Journal of Stored Products Research*, 41 (1): 47-55.
- Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Palyvos, N. E. and Buchelos, C. T. 2003. Three-dimensional distribution and sampling indices of insects and mites in horizontally stored wheat. *Applied Entomology and Zoology*, 38 (3): 413-426.
- Başkaya, M. 2020. Insecticidal, Acaricidal, and Synergistic Activity of Diatomaceous Earth. The Graduate School of Natural and Applied Science of Selçuk University the Degree of Master of Science in Department of Plant Protection, (Unpublished) MSc Thesis, Selçuklu, Konya, pp. 74.
- Çetin, M. and Taş, B. 2012. A natural mineral with Biological Origin: Diatomite. *Tübvav Bilim Dergisi*, 5 (2): 28-46.
- Collins, D. A. and Cook, D. A. 2006a. Laboratory studies evaluating the efficacy of diatomaceous earths, on treated surfaces, against stored-product insect and mite pests. *Journal of Stored Products Research*, 42 (1): 51-60.
- Collins, D. A. and Cook, D. A. 2006b. Laboratory evaluation of diatomaceous earths, when applied as dry dust and slurries to wooden surfaces, against stored-product insect and mite pests. *Journal of Stored Products Research*, 42 (1): 197-206.
- Eastin, J. L. and Burden, G. S. 1960. Tests with five silica dusts against German cockroaches. *Florida Entomologist*, 43 (3): 99-102.
- Ebeling, W. 1971. Sorptive dusts for pest control. *Annual Review of Entomology*, 16 (1): 123-158.
- Erdoğan, P., Saltan, G. and Sever, B. 2010. Acaricidal effect of *Capsicum annum* L. extracts on two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Tetranychidae). *Plant Protection Bulletin*, 50 (1): 35-43.
- Faraone, N., Evans, R., LeBlanc, J. and Hillier, N. K. 2020. Soil and foliar application of rock dust as natural control agent for two-spotted spider mites on tomato plants. *Scientific Reports*, 10 (1): 12108.
- Fields, P. and Korunic, Z. 2000. The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. *Journal of Stored Products Research*, 36 (1): 1-13.
- Flanders, S.F. (1941). Dust as an inhibiting factor in the reproduction of insects. *Journal of Economic Entomology*, 34 (3): 470-472.
- Hossain, M. M., Reza, A. M. S. and Parween, S. 2010. Age-related response of *Tribolium castaneum* (Herbst) larvae to diatomaceous earth at different exposure periods. *Journal of Bio-Science*, 18: 40-43.
- Iatrou, S. A., Kavallieratos, N. G., Palyvos, N. E., Buchelos, C. T. and Tomanović, S. 2010. Acaricidal effect of different diatomaceous earth formulations against *Tyrophagus putrescentiae* (Astigmata: Acaridae) on stored wheat. *Journal of Economic Entomology*, 103 (1): 190-196.
- Juliana, G. and Su, H. C. F. 1983. Laboratory studies on several plant materials as insect repellents for protection of cereal grains. *Journal of Economic Entomology*, 76 (1): 154-157.
- Kabir, S. M. H., Das, D. R., Faruki, S. I., Reza, A. S. R. and Parween, S. 2011. Control of population build-up of *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus oryzae* L. by diatomaceous earth. *Journal of the Asiatic Society of Bangladesh (Sci.)*, 37 (1): 15-23.
- Kilpinen, O. and Steenberg, T. 2009. Inert dusts and their effects on the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*). *Experimental and Applied Acarology*, 48 (1-2): 51-62.
- Kilpinen, O. and Steenberg, T. 2016. Repellent activity of desiccant dusts and conidia of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* when tested against poultry red mites (*Dermanyssus gallinae*) in laboratory experiments. *Experimental and Applied Acarology*, 70 (3): 329-341.
- Korunic, Z. (2013). Diatomaceous earths - Natural Insecticides. *Pesticides and Phytomedicine* (Belgrade), 28 (2): 77-95.

- Kılıç, N. 2022. Efficacy of dust and wetttable powder formulation of diatomaceous earth (Detech®) in the control of *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acari: Acaridae). *Insects*, 13 (10): 857.
- Martin, C. D. and Mullens, B. A. 2012. Housing and dustbathing effects on northern fowl mites (*Ornithonyssus sylviarum*) and chicken body lice (*Menacanthus stramineus*) on hens. *Medical and Veterinary Entomology*, 26 (3): 323-333.
- Mozaffari, F., Abbasipour, H., Garjan, A. S., Saboori, A. and Mahmoudvand, M. 2013. Toxicity and oviposition deterrence and repellency of *Mentha pulegium* (Lamiaceae) essential oils against *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 16 (5): 575-581.
- Mullens, B. A., Soto, D., Martin, C. D., Callahan, B. L. and Gerry, A. C. 2012. Northern fowl mite (*Ornithonyssus sylviarum*) control evaluations using liquid formulations of diatomaceous earth, kaolin, sulfur, azadirachtin, and *Beauveria bassiana* on caged laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 21 (1): 111-116.
- Murillo, A. C. and Mullens, B. A. 2016. Timing diatomaceous earth-filled dustbox use for management of northern fowl mites (Acari: Macronyssidae) in cage-free poultry systems. *Journal of Economic Entomology*, 109 (6): 2572-2579.
- Nesvorna, M. and Hubert, J. 2014. Effect of diatomaceous earth-treated wheat on population growth of stored product mites under laboratory test. *International Journal of Acarology*, 40 (4): 269-273.
- Özcan, K. and Tunaz, H. 2022. BGN-1 kodlu Türk Diatom Toprağının Alman Hamamböceği (*Blatella germanica* L.)'nin Erginlerine Karşı Ölüm Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25 (5): 1061-1067.
- Rigaux, M., Haubruge, E. and Fields, P. G. 2001. Mechanisms for tolerance to diatomaceous earth between strains of *Tribolium castaneum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 101 (1): 33-39.
- Şen, R., Işıkber, A. A., Bozkurt, H. and Sağlam, Ö. 2019. Effect of temperature on insecticidal efficiency of local diatomaceous earth against stored-grain insects. *Turkish Journal of Entomology*, 43 (4): 441-450.
- Shah, R. and Appleby, M. 2019. Testing the contact and residual toxicity of selected low-risk pesticides to *Tetranychus urticae* Koch and its Predators. *Sarhad Journal of Agriculture*, 35 (4): 1113-1121.
- Steenberg, T. and Kilpinen, O. 2014. Synergistic interaction between the fungus *Beauveria bassiana* and desiccant dusts applied against poultry red mites (*Dermanyssus gallinae*). *Experimental and Applied Acarology*, 62 (4): 511-524.
- Subramanyam, B. and Roesli, R. 2000. "Inert Dusts". In: *Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM* (Eds. B. Subramanyam & D. W. Hagstrum), Kluwer Academic Publishers, Boston, UK, 321-380.
- Susurluk, H. and Gürkan, M.O. 2022. The effects of lambda-cyhalothrin and bifenthrin resistance on the fitness of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Systematic and Applied Acarology*, 27 (3): 525-537.
- Ulrichs, C., Han, Y. J., Abdelhamid, M. T. and Mewis, I. 2020. Management of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*, using silica-based acaricides. *Experimental and Applied Acarology*, 82 (2): 243-254.
- Van Leeuwen, T., Vontas, J., Tsagkarakou, A., Dermauw, W. and Tirry, L. 2010. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 40 (8): 563-572.
- Wakil, W., Ashfaq, M., Shabbir, A., Javed, A. and Sagheer, M. 2006. Efficacy of diatomaceous earth (protect-it) as a protectant of stored wheat against *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). *Pakistan Entomologist*, 28 (2): 19-24.
- Wakil, W., Ashfaq, M., Ghazanfar, M. U. and Riasat, T. 2010. Susceptibility of stored-product insects to enhanced diatomaceous earth. *Journal of Stored Products Research*, 46 (4): 248-249.
- Zeni, V., Baliota, G.V., Benelli, G., Canale, A. and Athanassiou, C. G. 2021. Diatomaceous earth for arthropod pest control: Back to the future. *Molecules*, 26 (24): 7487.
- Ziaee, M. and Khashaveh, A. 2007. Effect of five diatomaceous earth formulations against *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) and *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). *Insect Science*, 14 (5): 359-365.

Farklı Tohum Yatağı Hazırlığı ile Taban Gübrelerin Nohut Verim ve Verim Ögeleri Üzerine Etkisi

Murat BALABAN^{1*}, Mehmet Sait ADAK²

¹Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara

*Sorumlu Yazar: mrtblbn@gmail.com.tr

Geliş Tarihi: 24.10.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 05.12.2023 Kabul Tarihi: 11.12.2023

ÖZ

Bu araştırma, 2020 ve 2021 yıllarında Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (TARM)'nin Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisinde kuru tarım koşullarında yürütülmüştür. Çalışmada, üç farklı toprak işleme [geleneksel (T₁), koruyucu (çizel)(T₂) ve anıza ekim (T₃)] ve dört farklı gübre uygulaması [gübresiz (G₀), DAP (G₁), 20-20-0 klasik kompoze (G₂) ve 15-20-0 organomineral (G₃)] yer almıştır. Nohut bitkisine ait bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, biyolojik verim, tane verimi, hasat indeksi ile 100 tane ağırlığı değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere göre 1. yılda en yüksek tane verimi 82.19 ve 81.92 kg/da ile sırasıyla T₁ ve T₂; en düşük tane verimi ise 28.75 kg/da ile T₃ toprak işleminde elde edilmiştir. İkinci yıl en düşük verim T₃ (85.30 kg/da) ve T₁ (89.04 kg/da) toprak işlemlerinden, en yüksek ise T₂ (113.27 kg/da) toprak işleminde alınmıştır. 100 tane ağırlığı istatistiki anlamda önemsiz bulunmuş ve yıllara göre sırasıyla 36.56-34.30 g olarak belirlenmiştir. Azot gübre uygulaması istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuş ve azotlu gübre uygulamadan yapılacak olan ekimin hem ekonomik hem de çevreyi koruma açısından daha anlamlı olacağı sonucuna varılmıştır. Nohut yetiştiriciliğinde yüksek tane verimi alabilmek için çizel ile ilk sürümün yapılacağı koruyucu toprak işleminin daha uygun olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: Nohut (*Cicer arietinum* L.), Verim, Toprak işleme, Gübreleme

Effect of Different Seed Bed Preparation and Base Fertilizers on Chickpea Yield and Yield Components

ABSTRACT

This research was conducted in dry farming conditions on the Research and Application Farm land of the Central Research Institute of Field Crops (TARM) in 2020 and 2021. In the study, three different soil treatments [conventional (T₁), protective (chisel) (T₂) and no tillage (T₃)] and four different fertilizer applications [fertilizer-free (G₀), DAP (G₁), 20-20-0 classical compound (G₂) and 15-20-0 organomineral (G₃)]. Plant height, first pod height, number of pods per plant, number of grains per plant, biological yield, grain yield, harvest index and 100 grain weight of chickpea were evaluated. According to the data obtained, the highest grain yield in the first year was T₁ and T₂, with 82.19 and 81.92 kg/da, respectively, The lowest grain yield was obtained in T₃ tillage with 28.75 kg/da. In the second year, the lowest yield was obtained from T₃ (85.30 kg/da) and T₁ (89.04 kg/da) tillage, and the highest was obtained from T₂ (113.27 kg/da) tillage. The 100 grain weight was found to be statistically insignificant and was determined as 36.56-34.30 g according to years, respectively. Nitrogen fertilizer application was found to be statistically insignificant and it was concluded that planting without nitrogen fertilizer application would be more meaningful in terms of both economic and environmental protection. It has been revealed that in order to obtain high grain yield in chickpea cultivation, protective soil cultivation with the first ploughing using a chisel is more suitable.

Key words: Chickpea (*Cicer arietinum* L.), Yield, Tillage, Fertilization

GİRİŞ

Nohudun dünyada baklagil üretiminde önemli bir ürün olmasının sebebi, yetersiz olan beslenmenin yanında dengeli beslenmeyi sağlayan, yüksek oranda protein içeren ve dünya genelinde yetiştirilebilen bir bitki olmasıdır.

Nohut, beslenme açısından önemli bir bitki olmasının yanında, yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgelerde ekim nöbetine girerek ürün çeşitliliği sağlayan bir bitkidir. Genellikle hububat-baklagil ekim nöbetinde buğday ve arpa ile ekim nöbetine girmektedir. Tahıl, nohutun yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgelerin ana ürünüdür. Üreticiler, ekim nöbeti içerisinde gelir kaybı yaşamadan, hem toprağı daha sürdürülebilir bir şekilde kullanmak hem de bitki farklılığı sağlamak için (farklı çeşit/tür, yazlık/kışlık) nohut yetiştirebilmektedirler.

Tahminlere göre 2050 yılında 9.7 milyarı bulacak olan (Bm 2015) dünya nüfusunda nohuta olan talep de artacaktır. Bu kapsamda, sürdürülebilir nohut üretimini gerçekleştirebilmenin başlıca yolları olarak; uygun yetiştirme tekniğı uygulamaları, kullanılan tarımsal girdilerin etkinliğini artırma, biyotik (hastalık, zararlı vs.) ve abiyotik (su, sıcaklık, besin maddeleri eksikliği vs.) stres faktörlerine tolerant çeşitler ve yenilikçi ekim nöbeti sistemleri gösterilmektedir (Fao 2012).

Bitkisel üretimde, yetiştiricilik yapabilmek için değişik girdiler kullanılır. Üretim sürecinde girdiler sürekli olarak artmaktadır. Kullanılan girdilerde dışa bağımlılığımız sonucunda döviz kurlarındaki artışlar neticesinde, nohut üretiminde kullanılan ilaç, gübre ve akaryakıt gibi ürünlerin maliyetlerinin artmasına ve üretimin zorlaşmasına neden olmaktadır. Üreticilerimiz bu zor şartlar altında üretimi gerçekleştirmek için bilinçli ya da bilinçsiz olarak değişik birçok materyali ekimden önceki ve sonraki uygulamalar olarak kullanmaktadır. Bu uygulamalar arasında taban gübrelemesi, yaprakdan gübreleme, hümitik asit uygulaması, organik gübreleme, kükürt ve diğer kimyasal içerikli birçok uygulama yer almaktadır.

Nohut tarımında yaygın olarak geleneksel toprak işleme uygulanmaktadır. Toprak sonbahar ya da ilkbahar da pulluk ile sürülmekte, kültivatör ve tırmık ile işlenerek uygun tohum yatağı hazırlanmaya çalışılmaktadır. Kullanımı daha az da olsa toprağı devirerek işleyen pulluk yerine koruyucu toprak işleme ile toprağı yırtarak işleyen çizel gibi aletler de kullanılmaktadır. Bu yöntemde tarla üzerinde belli bir miktar anız artığı kalmakta bu da toprağın erozyon gibi çevresel etkilere karşı daha korunabilir olmasını sağlamanın yanında, kar örtüsünü toprak üzerinde tutarak tarlanın su biriktirmesine de olumlu katkısı bulunmaktadır. Ayrıca daha az ya da sıfır toprak işlemeye olanak sağlayarak hem toprağı dış etkilere karşı koruyan hem de çiftçilere daha az maliyetli üretim olanağı sunan anıza ekim makinaları da son yıllarda artmıştır (TÜİK 2023).

İyi bir yetiştiricilik yapılabilmesi için, bitkininin istediğı toprak koşullarının, su ve besin maddelerinin uygun şekilde ve zamanda bitkiye sağlanması önemlidir. Genellikle kıraç arazilerde üretimi gerçekleştirilmeye çalışılan nohut bitkisinden; topraklarımızın kireçli olması, fiziksel yapısının yıllardır süre gelen toprak işleme ile bozulması, organik madde oranının az olması gibi nedenlerle düşük verimler elde edilmektedir. Ayrıca, bitkinin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini yeterince içermemesi ya da bu besin maddelerinin alınabilir formda olmaması ve biyolojik aktivitesinin de düşük olması ile özellikle de yetiştirme periyodunda ki yağış yetersizliği neticesinde stres koşulları altında verim alınmaya çalışılmaktadır. Bu zor koşullar altında yüksek verim alabilmek ve kaliteli ürün elde edebilmek için uygulanan, toprak işlemeyen bitki besin maddesi verilmesine, yabancı ot ve hastalıklarla mücadeleden hasada kadar birçok faktörün; doğru, yeterli ve zamanında uygulanmasının önemi ortaya çıkmaktadır.

Nohut yetiştiriciliğı genel olarak kurak bölgelerde ve kıraç arazi şartlarında yapılmaya çalışılmaktadır. Bu zor şartlar altında, bitkinin yüksek verim ve kaliteli ürün verecek yöntemlerin araştırılması önem arz etmektedir. Yapılan çalışmada; nohut yetiştiriciliğinde sürdürülebilir bir tarımsal üretim yönteminin belirlenmesi amacıyla, nohudun morfolojik ve fenolojik özellikleri ile verimine olan etkilerinin belirleneceğı; tohum yatağı hazırlığı için uygulanan 3 farklı toprak işleme yönteminin (geleneksel toprak işleme, koruyucu toprak işleme olarak; çizel ile toprağı yüzlek işleme ve anıza ekim) yanında her bir toprak işleme yönteminde 4 farklı taban gübre uygulaması (kontrol, DAP gübresi, 20.20.0 gübresi ve 15.20.0 organomineral gübre) yapılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Deneme, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsünün Gölbaşı İkizce'de yer alan Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisinde 2020 ve 2021 yılında kuru tarım koşullarında yürütülmüştür.

Deneme alanlarına ait, ekim öncesi alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları incelendiğinde, deneme alanı toprakları; killi-tınlı, hafif alkali yapıda, kireç bakımından çok fazla kireçli ve organik madde oranı düşüktür. Alınabilir fosfor oranı ilk yıl ki deneme alanında yüksek, ikinci yılki deneme alanında çok düşük düzeyde çıkmıştır. Alınabilir potasyum miktarı ise her iki yıl deneme alanları için yüksek çıkmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Deneme alanlarına ait toprak analiz sonuçları

Yıl	Derinlik (cm)	Suyla doygunluk (%)	Bünye sınıfı	EC (dS/m)	pH	Kireç (%)	Organik madde (%)	Alınabilir fosfor (P ₂ O ₅) (kg/da)	Alınabilir potasyum (K ₂ O) (kg/da)
2019-20	0-30	60	CL	0.73	7.61	31.7	1.62	10.9	66
2020-21	0-30	57	CL	0.65	7.64	25.2	1.34	1.7	101

*Toprak örneklerine ait analizler Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsünde yapılmıştır.

Deneme bölgesine ait meteorolojik veriler değerlendirildiğinde (Çizelge 2) araştırmanın ilk yılında tohum ekiminin yapıldığı nisan ayından ağustos ayına kadar düşen yağış miktarının 154.5 mm olarak gerçekleştiği ve uzun yıllar ortalamasının (105.5 mm) üzerinde bir yağışın alındığı görülmektedir. Nisan ayında gerçekleşen yağış miktarı uzun yıllar ortalamasından yüksek olmakla beraber mayıs ayında ise uzun yıllar ortalamasına yaklaşmıştır. Haziran ayında ise bir günde yaklaşık 30-40 mm düşen aşırı yağış, bitki ihtiyacı açısından dağılımı iyi olmadığından, bitkinin gelişmesine fazladan bir katkısının olmadığı düşünülmektedir.

Çizelge 2. Denemenin kurulduğu lokasyonun iklim verileri

Dönemi/Aylar	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Toplam	
Toplam yağış (mm)	2019-2020	9.2	35.2	21.4	17.4	33.2	14.2	39.0	40.6	74.3	0.6	285.1
	2020-2021	20.0	2.4	10.2	44.2	0.0	45.4	15.8	17.4	34.6	0.0	190
	Uzun yıllar*	30.7	24.8	35.6	28.2	29.3	41.6	22.8	49.0	25.4	8.3	287.4
Ort. sıcaklık (°C)	2019-2020	12.0	6.7	0.9	-2.2	0.5	5.6	8.2	13.3	17.3		
	2020-2021	15.7	4.5	4.0	1.6	2.4	3.2	10.4	16.7	17.1	23.2	
	Uzun yıllar*	11.7	6.1	1.5	-1.1	2.0	6.0	9.9	14.8	18.7	21.4	
Ort. nispi nem (%)	2019-2020	54.6	64.4	83.6	74.8	70.9	60.7	54.8	55.9	53.7		
	2020-2021	61.0	77.4	86.7	91.6	76.3	75.8	68.6	52.7	69.9	45.5	
	Uzun yıllar*	59.0	69.4	80.8	79.1	73.5	62.7	56.8	59.1	56.3	47.6	

İklim verileri : * Uzun yıllar verileri 1950-2019 yıllarını kapsamaktadır.

Denemenin 2. yılında ise, ekiliş üzerine (nisan-temmuz) düşen yağış miktarının 67.8 mm ile uzun yıllar ortalamasının çok altında olduğu görülmektedir. Deneme kurulduktan sonra nisan ayında alınan yağış miktarı uzun yıllar ortalaması civarında olsa da, mayıs ayında uzun yıllar ortalamasından daha düşük yağış gerçekleşmiştir. Sıcaklık değerleri bakımından yağış miktarının düşük olduğu mayıs ayı aynı zamanda ortalama sıcaklık değerlerinin de uzun yıllardan daha yüksek gerçekleştiği bir ay olmuştur.

Tarım alet ve makineleri

Toprak işleme için; kulaklı pulluk, kazayağı+tırmık kombinasyonu, çizel, ekimi gerçekleştirmek için; kombine anıza ekim makinası ve kombine hububat ekim makinası ve hasat için ise parsel biçerdöveri kullanılmıştır. Kullanılan makinalara ait teknik özellikler çizelge 3'te verilmiştir.

Deneme deseni:

Araştırma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Ana parsellerde toprak işleme, alt parsellerde ise gübre uygulamaları yer almıştır. Deneme alanında, her bir alt parsel 75 m² (en: 5 m x boy: 15 m) olacak şekilde planlama yapılmıştır.

Toprak işleme uygulamaları;

T₁ :Geleneksel Toprak işleme (pulluk, kazayağı+tırmık alet kombinasyonu, kombine hububat ekim makinesi)

Koruyucu toprak işlemler;

T₂: Çizel, kazayağı+tırmık alet kombinasyonu, kombine hububat ekim makinesi

T₃: Anıza ekim (anıza ekim makinesi)

T₁ uygulamasında ilk toprak işleme sonbaharda, T₂ uygulamasında ise ilkbaharda gerçekleştirilmiştir. T₂ uygulamasında ilk sürümün yapıldığı zaman T₃ parsellerine kimyasal nadas uygulaması olarak total herbisit uygulanmıştır. Ekimden önce T₁ ve T₂ parsellerine kazayağı+ tırmık alet kombinasyonu ile 2.sürümler gerçekleştirilmiş ve tohum yatağı hazırlığı tamamlamıştır.

Gübre Uygulamaları:

G₀: Kontrol

G₁: DAP gübresi

G₂: 20.20.0 gübresi

G₃: 15.20.0 organomineral gübresi

Gübre uygulamaları 6.9 kg/da fosfor (P₂O₅) ve 2.7 kg/da azot (N) olacak şekilde tabana uygulanmıştır. Daha sonra herhangi bir gübre uygulaması yapılmamıştır.

Çizelge 3. Tarım alet ve makinelerinin teknik özellikleri

Alet-Makine	İş genişliği (m)	Çalışma hızı (km h ⁻¹)	İş derinliği (cm)
Kulaklı pulluk (4 gövdeli)	1.4	5	20
Kazayağı+tırmık kombinasyonu	3.25	7	12
Çizel (9 ayaklı)	2.7	6	15
Kombine anıza ekim makinesi (16 sıralı, 15 cm sıra arası, diskli, çekilir tip)	2.4	8	6
Kombine hububat ekim makinesi (12 sıralı, 14 cm sıra arası, diskli, asılır tip)	1.68	8	6
Traktör	Marka New Holland	Model NH T5050	Gücü 95 BG-4x4 çeker

Ekim ve Bakım:

Metrekareye 45 adet tohum gelecek şekilde nohut ekimleri gerçekleştirilmiştir. Ekimde makinaların ekici gözlerinin birer tanesi kapatılarak T₁ ve T₂ uygulamalarında 28 cm, T₃ uygulamasında ise 30 cm sıra aralığında ekim yapılmıştır. Ekimden önce tohumlar nohuta özel Rhizobium bakterileri ile aşılanmıştır. Ekim işlemi; birinci yıl 7.04.2020 tarihinde, ikinci yıl ise 13.04.2021 tarihinde gerçekleştirilmiştir.

Denemenin ekiminden sonra, deneme alanı geniş ve dar yapraklı otlara karşı ilaçlanmıştır [(240 g/l Isoxaflutole + 240 g/l Cyprosulfamide) ve 50 g/l Quizalofop-p-ethyl].

Bitkilere çiçeklenme öncesi dönemde, hem nohut yaprak sineği için kimyasal ilaç (25 g/l Deltamethrin) hem de antraknoz hastalığını önlemek amacıyla mantar ilacı (12 % Pyraclostrobin, 25 % Boscalid) uygulanmıştır.

Çalışmada verim ve verim unsurları değerlendirilmiştir. Bu anlamda bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, biyolojik verim, tane verimi ve 100 tane ağırlığı ölçüm ve gözlemleri alınmıştır.

Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analiz:

JMP istatistik programı ile tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonucunda istatistiksel olarak önemli bulunan parametrelerin istatistiksel gruplandırılması AÖF testine göre yapılmıştır (Düzgüneş vd. 1987, Açıköz 1988).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapılan birleştirilmiş varyans analiz sonucunda, yıllar arasında istatistiksel anlamda önemlilik bulunduğu için yıllar ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Bitki boyu

Bitki boyu ait değerler incelendiğinde (Çizelge 4), bitki boyunun denemenin ilk yılında araştırma konularından olan toprak işlemlerden istatistiki önem düzeyinde ($p \leq 0.05$) etkilendiği ve en yüksek bitki boyu geleneksel (T_1) ve koruyucu toprak işlemede (T_2), en düşük değer ise anıza ekim (T_3) işleminde meydana gelmiştir. Bitki boyu, bitkinin genetik kapasitesinin yanında agronomik uygulamalar ve çevresel faktörlerden de (iklim koşulları, toprak yapısı) etkilenen bir özelliktir. Araştırmamız da sıfır toprak işleme neticesinde gerçekleşen birim alandaki daha düşük bitki sayısı (T_1 : 37.3; T_2 : 31.85 ve T_3 : 15.67 adet/m²) bitkinin boylanmasını azaltmıştır. 2020 yılında en yüksek bitki boyu T_1 ve T_2 toprak işlemlerinden (28.95 ve 28.15 cm), en düşük bitki boyu ise T_3 (22.61 cm) işleminden elde edilmiştir. Gübre uygulamalarının bitki boyuna etkisi ise önemsiz çıkmıştır.

Denemenin ikinci yılında, gübre uygulamalarının bitki boyuna etkisi istatistiki ($p \leq 0.05$) önem düzeyinde anlamlı farklılık oluşturmuştur. En yüksek bitki boyu değerleri G_1 ve G_2 uygulamalarından (34.53 ve 34.07 cm), en düşük değer ise G_0 uygulamasından (32.67 cm) elde edilmiştir. Toprak işleme uygulamalarının bitki boyuna etkisi istatistiki önem düzeyinde ($p \leq 0.05$) bir farklılık meydana getirmemiştir. Toprak işleme x gübre uygulamaları bitki boyuna ($p \leq 0.05$) istatistiki önem düzeyinde etkili olmuştur. En yüksek bitki boyu değeri T_3 x G_2 (36.53 cm) uygulamasından, en düşük değer ise T_1 x G_2 (31.53 cm) uygulamasından elde edilmiştir. Meral vd. (1998)'nin yaptığı çalışmada, azot dozlarının bitki boyuna olumlu etkisinin olduğu belirtilmiştir. Çalışmada tabana azot uygulanmayan kontrol parselinde (G_0) en düşük bitki boyu oluşumuna neden olmuştur.

Çizelge 4. Bitki Boyu (cm)

Gübre Uyg.	Yıllar							
	2020				2021			
	T_1	T_2	T_3	Ort.	T_1	T_2	T_3	Ort.
G_0	29.97	29.30	23.13	27.46	32.4 de	33.27 cde	32.33 de	32.67 b
G_1	29.57	26.47	24.20	26.74	32.93 de	35.6 ab	35.07 abc	34.53 a
G_2	29.10	29.00	22.13	26.74	31.53 e	34.13 bcd	36.53 a	34.07 a
G_3	27.17	27.87	21.00	25.35	32.8 de	34.33 bcd	33.47 cde	33.53 ab
Ortalama	28.95 a	28.15 a	22.61 b	26.58	32.42	34.33	34.35	33.70
LSD (0.05) Toprak İşleme		*3.75					Ö.D	
LSD (0.05) Gübre uyg.		Ö.D					*1.22	
LSD (0.05) Toprak İşlm.* Gübre Uyg.		Ö.D					*2.11	
CV(%)		7.09					3.65	

** %1 düzeyinde önemli; *%5 düzeyinde önemli; ÖD: önemli değil; CV: değişim katsayısı; LSD: asgari önemli fark

İlk bakla yüksekliği

İlk bakla yüksekliği, bitkinin genetik kapasitesi ve agronomik uygulamalar ile çevre koşullarına göre oluşan bitki boyundan ve çiçeklenme dönemindeki hastalık/zararlı durumlarından etkilenmektedir.

İlk bakla yüksekliğine ilişkin ortalama değerler çizelge 5'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, 2020 yılında toprak işlemler ilk bakla yüksekliğine istatistiki ($p \leq 0.05$) önem düzeyinde etkili olmuştur. En yüksek ilk bakla yüksekliği değerleri geleneksel (T_1) ve koruyucu toprak işlemlerden (T_2) (11.56 ve 10.54 cm) elde edilmiş olup, en düşük değer ise anıza ekim (T_3) (7.06 cm) işleminden elde edilmiştir. Gübre uygulamalarının ilk bakla

yüksekliğine etkisi ise önemsiz çıkmıştır. Çalışma sonucunda, farklı toprak işlemler neticesinde meydana gelen farklı ilk bakla yükseklikleri kuşkusuz ki bitki boyu ile orantılı olarak düşük gerçekleşmiştir.

Denemenin ikinci yılında araştırma konuları, ilk bakla yüksekliği üzerine istatistiki önem düzeyinde ($p \leq 0.05$) bir farklılık oluşturmamıştır. Deneme ortalaması olarak ilk bakla yüksekliği 18.09 cm olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 5. İlk bakla yüksekliği (cm)

	Yıllar							
	2020				2021			
	Toprak İşleme							
Gübre Uyg.	T ₁	T ₂	T ₃	Ort.	T ₁	T ₂	T ₃	Ort.
G ₀	12.00	11.27	7.87	10.38	18.20	18.53	16.80	17.84
G ₁	10.67	10.43	6.50	9.20	18.13	18.93	16.07	17.71
G ₂	12.37	9.87	7.57	9.93	17.27	19.93	20.27	19.16
G ₃	11.23	10.62	6.33	9.40	18.07	18.33	16,53	17.64
Ortalama	11.56 a	10.54 a	7.06 b	9.73	17.92	18.93	17.42	18.09
LSD (0.05) Toprak İşleme			*2.28				Ö.D	
LSD (0.05) Gübre uyg.			Ö.D				Ö.D	
LSD (0.05) Toprak İşlm.* Gübre Uyg.			Ö.D				Ö.D	
CV(%)			14.51				9.53	

** %1 düzeyinde önemli; *%5 düzeyinde önemli; ÖD: önemli değil; CV: değişim katsayısı; LSD: asgari önemli fark

Bitkide bakla sayısı

Bitkide bakla sayısına ilişkin ortalamalar çizelge 6 'da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, 2020 yılında toprak işleme ve toprak işleme x gübre uygulamalarının bitkide bakla sayısına ($p \leq 0.05$) istatistiki önem düzeyinde etkili olduğu görülmüştür. Toprak işleme yöntemlerinde en yüksek bakla sayısı T₂ ve T₃ işlemlerinden (29.59 ve 32.62 adet/bitki), en düşük değer ise T₁ işleminden (23.01 adet/bitki) elde edilmiştir. Toprak işleme x gübre uygulamalarında en yüksek bakla sayısı T₃ x G₃ uygulamasından (37.7 adet/bitki), en düşük değer T₁ x G₀ (18.93 adet/bitki) uygulamasından elde edilmiştir.

Araştırma neticesinde meydana gelen bitkide bakla sayısı değerleri Quddus vd. (2020)'nin yaptığı çalışmadan daha düşük gerçekleşmekle beraber sıfır toprak işleme neticesinde elde edilen bitkide en fazla bakla sayısı değerleri, bizim çalışmamız ile benzerlik göstermiştir. Araştırmada, sıfır toprak işlemede daha düşük gerçekleşen birim alandaki bitki sayısı, bitkilerin gelişmek için daha çok alan bulmasına olanak sağlamış ve bitkiler daha geniş bir habitus oluşturmuştur. Bunun neticesinde bitkide daha çok bakla oluşmuştur.

Araştırmanın ikinci yılında, toprak işleme yöntemlerinin bakla sayısı üzerine ($p \leq 0.05$) istatistiki önem düzeyinde bir farklılık meydana getirmediği görülmüştür. Gübre uygulamalarının ise bakla sayısına ($p \leq 0.05$) istatistiki önem düzeyinde etkili olduğu görülmüştür. En yüksek bakla sayısı G₂ (29.26 adet/bitki) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalar istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Bitkide bakla

sayısı, bitkinin genetik özellikleriyle beraber çiçeklenme durumu ve o dönemdeki hastalık-zararlı ve iklim faktörlerinden (yağış, sıcaklık, nem, rüzgar) etkilenmektedir.

Karasu vd. (2009)'nin yaptığı çalışmada bakteri aşılama ve azot dozu uygulamalarının bitkide bakla sayısına önemli bir etki oluşturmadığı bildirilmiş olup elde edilen bakla sayısı değerleri çalışmamız ile uyum göstermiştir. Küçükbalbay ve Akbolat (2015) ve Kayan vd.(2017)'nin yaptığı çalışmada ise farklı toprak işleme yöntemlerinin bitkide bakla sayısına önemli bir etki oluşturmadığı bildirilmiştir.

Çizelge 6. Bitkide bakla sayısı (adet)

	Yıllar							
	2020				2021			
	Toprak İşleme							
Gübre Uyg.	T ₁	T ₂	T ₃	Ort.	T ₁	T ₂	T ₃	Ort.
	18.93 e	28.4 bcd	32.0 abc	26.44	21.20	27.60	28.13	25.64 b
G ₀	24.93 de	26.6 cd	32.7 abc	28.08	21.33	27.47	25.17	24.66 b
G ₁	24.40 de	34.37 ab	28.1 bcd	28.96	28.90	32.77	26.10	29.26 a
G ₂	23.80 de	29.0 bcd	37.7 a	30.17	20.30	25.27	29.23	24.93 b
G ₃	23.01 b	29.59 a	32.62 a	28.41	22.93	28.28	27.16	26.12
Ortalama								
LSD (0.05) Toprak İşleme		*6.55				Ö.D		
LSD (0.05) Gübre uyg.		Ö.D				*3.54		
LSD (0.05) Toprak İşlm.* Gübre Uyg.		*6.45				Ö.D		
		13.24				13.7		
CV(%)								

** %1 düzeyinde önemli; *%5 düzeyinde önemli; ÖD: önemli değil; CV: değişim katsayısı; LSD: asgari önemli fark

Bitkide tane sayısı

Bitkide tane sayısına ilişkin ortalama değerler çizelge 7'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, 2020 yılında toprak işleme ve toprak işleme x gübre uygulamalarının bitkide tane sayısına ($p \leq 0.05$) istatistiki önem düzeyinde etkili olduğu görülmüştür. Toprak işleme yöntemlerinde en yüksek bitkide tane sayısı T₃ işleminden (38.36 adet), en düşük değer ise T₁ toprak işlemesinden (26.97 adet) elde edilmiştir. Toprak işleme x gübre uygulamalarında en yüksek bitkide tane sayısı T₃ x G₃ uygulamasından (44.10 adet), en düşük T₁ x G₀ (21.03 adet) uygulamasından elde edilmiştir. Araştırmamız neticesinde meydana gelen bitkide bakla sayısı ile doğru orantılı olarak bitkide tane sayısı değerleri meydana gelmiştir. Toprak işleme yöntemlerine göre, bitkide bakla sayısı değerlerinden sırasıyla % 17, 16 ve 17.56 daha fazla bitkide tane sayısı oluşmuş ve bu durum bazı baklalarda çift tane olduğunu göstermektedir. Araştırma sonucunda elde edilen bitkide tane sayısı değerleri, Karasu vd. (2009), Korkmaz ve Kayan (2010) ve Biçer (2014)'in çalışmalarından yüksek, Kasap ve Dursun (2013) ve Salehi vd. (2017)'nin çalışmaları ile benzer sonuçlar elde etmiştir.

Araştırmanın ikinci yılında, araştırma konularının bitkide tane sayısına istatistiki önem düzeyinde ($p \leq 0.05$) etkili olmadığı görülmektedir. Deneme ortalaması olarak bitkide tane sayısı 29.03 adet olarak gerçekleşmiştir. Bitkide tane sayısını; bakla sayısı ve baklaların doluluk oranı belirlemektedir. Bazı çeşitler baklada tek tane oluşumunu sağlarken bazı çeşitlerde birden fazla tanelik söz konusu olabilmektedir. Genel olarak birden fazla meydana gelen tanelerde tohum iriliği azaldığından piyasa koşulları için istenmeyen özellik olarak görülmektedir. Kayan vd.(2017) nin yaptığı çalışmada da bitkide tane sayısına toprak işlemlerin istatistiki olarak önemli etki oluşturmadığı belirtilmiştir.

Çizelge 7. Bitkide tane sayısı (adet)

	Yıllar							
	2020				2021			
	Toprak İşleme							
Gübre Uyg.	T ₁	T ₂	T ₃	Ort.	T ₁	T ₂	T ₃	Ort.
	21.03 e	33.3 bcd	37.80ab	30,71	22.93	30.07	30.91	27.97
G ₀			c					
G ₁	29.03 d	30.83 cd	38.27 ab	32.71	28.31	34.73	26.77	29.93
G ₂	30.00 d	39.37 ab	33.3bcd	34.21	28.05	32.88	30.57	30.50
G ₃	27.80 de	34.1 bcd	44.10 a	35.33	22.58	29.10	31.40	27.69
G ₃	26.97 b	34.40 ab	38.36 a	33.24	25.47	31.70	29.91	29.03
Ortalama								
LSD (0.05) Toprak İşleme		*7.90					Ö.D	
LSD (0.05) Gübre uyg.		Ö.D					Ö.D	
LSD (0.05) Toprak İşlm.* Gübre Uyg.		*7.37					Ö.D	
CV(%)		12.93					18.47	

** %1 düzeyinde önemli; *%5 düzeyinde önemli; ÖD: önemli değil; CV: değişim katsayısı; LSD: asgari önemli fark

Biyolojik verim

Biyolojik verime ilişkin ortalama değerler çizelge 8’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, 2020 yılında toprak işlemlerin biyolojik verim değerine etkisinin ($p \leq 0.01$) istatistiki önem düzeyinde olduğu görülmüştür. Toprak işleme yöntemlerinde en yüksek biyolojik verim değeri T₁ ve T₂ toprak işlemlerinden (452.18 ve 427.78 kg/da), en düşük değer ise T₃ işleminden (163.09 kg/da) elde edilmiştir.

Araştırmamızda elde edilen biyolojik verim değerleri, birim alanda yer alan bitki sayısından etkilenmiş olup, en düşük değer, birim alanda bitki sayısının en düşük gerçekleştiği sıfır toprak işleme neticesinde meydana gelmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde biyolojik verim değerlerimizin Salehi vd. (2017)’nin çalışmasında ki gibi sıfır toprak işleme neticesinde en düşük, koruyucu ve geleneksel toprak işlemlerde ise çalışmamızla benzer sonuçlarda biyolojik verim değerlerinin elde edildiği görülmektedir.

Araştırmanın ikinci yılında, toprak işleme yöntemlerinin biyolojik verim değerine ($p \leq 0.05$) istatistiki önem düzeyinde etkili olduğu görülmüştür. Toprak işlemlerde en yüksek biyolojik verim değeri koruyucu toprak işleme olan T₂ işleminden (501.89 kg/da), en düşük değerler ise geleneksel toprak işleme (T₁) ve anıza ekim (T₃) işleminden (394.64 ve 440.56 kg/da) elde edilmiştir.

Biyolojik verim değerleri, birim alandaki bitki sayısı ile beraber bitkinin habitusunun sonucudur. Araştırmamızın 2. yılında, toprak işleme yöntemleri neticesinde istatistiki önem düzeyinde olmasa da geleneksel toprak işlemeye göre daha yüksek bitki boyu ile beraber, bitkide en çok bakla ve tane sayıları koruyucu toprak işlemeyen (T₂) elde edilmiştir. Bunu sırasıyla, anıza ekim (T₃) ve en düşük olarak da geleneksel toprak işleme takip etmiştir. Bitkinin tane verimini oluşturan toprak üste etmenler biyolojik verimine de benzer etkiyi göstermiştir.

Gübre uygulamalarının, biyolojik verim değerine istatistiki önem düzeyinde ($p \leq 0.05$) bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Bizim çalışmamızın aksine, Akdağ (1990)’ın yaptığı çalışmada azot dozları ve bakteri uygulamasının biyolojik verimi arttırdığı, Yağmur ve Engin (2005)’in yaptığı çalışmada bakteri aşılamanın biyolojik verime önemli etki etmediği ama azotlu gübrelemenin olumlu etkisinin olduğu belirtilmiştir. Bu farklılıkların olası sebepleri olarak bakteri aşılama sonucunda bitkinin yeterince azot ihtiyacını karşılaması ve/veya azotlu gübrelerin etkinliğinin ortaya çıkmaması söylenebilir (Adak 2021).

Çizelge 8. Biyolojik verim (kg/da)

	Yıllar							
	2020				2021			
	Toprak İşleme							
Gübre Uyg.	T ₁	T ₂	T ₃	Ort.	T ₁	T ₂	T ₃	Ort.
G ₀	447.62	415.87	176.78	346.76	376.67	471.51	366.27	404.81
G ₁	417.86	517.06	173.19	369.37	422.48	560.32	486.75	489.85
G ₂	443.65	454.76	129.73	342.72	360.67	448.37	481.23	430.09
G ₃	401.98	421.03	172.66	331.89	418.73	527.38	428.00	458.04
Ortalama	427.78 a	452.18 a	163.09 b	347.68	394.6 b	501.89 a	440.56 b	445.70
LSD (0.05) Toprak İşleme		**84.57				*70.45		
LSD (0.05) Gübre uyg.		Ö.D				Ö.D		
LSD (0.05) Toprak İşlm.* Gübre Uyg.		Ö.D				Ö.D		
CV(%)		15.69				19.31		

** %1 düzeyinde önemli; *%5 düzeyinde önemli; ÖD: önemli değil; CV: değişim katsayısı; LSD: asgari önemli fark

Tane verimi

Araştırmanın birinci yılında, toprak işleme yöntemlerinin tane verimi üzerine etkisi ($p \leq 0.01$), toprak işleme x gübre uygulamalarının istatistiki önem düzeyinde ($p \leq 0.05$) etkili olduğu görülmüştür (Çizelge 9). Gübre uygulamaları arasında istatistiksel anlamda fark bulunmamıştır. Toprak işleme yöntemlerinde en yüksek tane verimi geleneksel (T₁) ve koruyucu toprak işlemeden (T₂) (81.92 ve 82.19 kg/da), en düşük değer ise anıza ekim (T₃) işleminden (28.75 kg/da) elde edilmiştir. Toprak işleme x gübre uygulamasında, en yüksek tane verimi T₁ x G₀ uygulamasından (97.68 kg/da), en düşük tane verimi ise T₃ x G_{0,1,2,3} uygulamalarından elde edilmiştir.

Nohutta tane verimini; birim alandaki bitki sayısı ile beraber, bitkideki bakla, tane sayısı ve tane iriliği etkilemektedir. Araştırmamızda en yüksek tane verimleri, birim alanda anıza ekime (T₃) göre daha yüksek bitki sayısının meydana geldiği geleneksel ve koruyucu toprak işlemeden (T₂) elde edilmiştir. Araştırmada toprak işleme x gübre uygulamalarında, kontrol olan ve hiç gübre (azot) atılmayan T₁ x G₀ uygulaması en yüksek verimin alındığı uygulama olmuştur.

Tabana verilen azotlu gübrenin etkinliği; gübre formu, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı, sıcaklığı ile toprak biyolojisine ve iklim koşullarına (sıcaklık, nem, yağış) bağlıdır. Çalışmamızda tüm parsellere tohumla aşılama yöntemi ile *Rhizobium* bakterisi aşılması yapmamızın da bitkinin ihtiyaç duyduğu azotun belli bir kısmını karşılamada yararlı olduğunu düşünülebilir. Kağan (2012)'in yaptığı çalışmadaki sadece azot uygulamasının düşük verim değeri vermesi ve bakteriyel uygulamasının tane verimine olumlu katkısının olması da bizim çalışmamızdaki geleneksel toprak işleme (T₁) x taban gübresiz (G₀) ekimle elde edilen en yüksek verim değerini almasına benzer sonucu oluşturmuştur.

Çizelge 9. Tane verimi (kg/da)

Gübre Uyg.	Yıllar							
	2020				2021			
	Toprak İşleme							
	T ₁	T ₂	T ₃	Ort.	T ₁	T ₂	T ₃	Ort.
G ₀	97.68 a	77.92 bc	32.71d	69.44	90.18	105.56	76.27	90.67
G ₁	66.30 c	81.68 b	27.12 d	58.37	73.86	112.54	81.14	89.18
G ₂	85,85 ab	81.52 b	24.15 d	63.84	90.89	123.37	96.64	103.63
G ₃	77.86 bc	87.66 ab	31.00 d	65.50	101.26	111.60	87.15	100.00
Ortalama	81.92 a	82.19 a	28.75 b	64.29	89.04 b	113.27 a	85.30 b	95.87
LSD (0.05) Toprak İşleme		**24.64				**13.37		
LSD (0.05) Gübre uyg.		Ö.D				Ö.D		
LSD (0.05) Toprak İşlm.* Gübre Uyg.		*14.77				Ö.D		
CV(%)		13.40				14.65		

** %1 düzeyinde önemli; *%5 düzeyinde önemli; ÖD: önemli değil; CV: değişim katsayısı; LSD: asgari önemli fark

Araştırmanın ikinci yılında, toprak işleme yöntemlerinin tane verimine ($p \leq 0.01$) istatistiki önem düzeyinde etkili olduğu görülmüştür. Toprak işleme yöntemlerinde en yüksek verim değeri T₂ toprak işlemesinden (113.27 kg/da), en düşük değer ise T₁ ve T₃ toprak işlemlerinden (89.04 ve 85.30 kg/da) elde edilmiştir. Barzegar vd. (2003)'nin yaptığı çalışmada bizim çalışmamızla benzer olarak, koruyucu toprak işleme (T₂) yönteminin geleneksel toprak işlemeye göre daha yüksek tane verimi sağladığı bildirilmiştir. Yau vd. (2010)'nin nohutta yapmış olduğu çalışmada da bizim çalışmamızla benzer olarak koruyucu toprak işleme (T₂) en yüksek tane veriminin alındığı, geleneksel toprak işlemenin ve anıza ekimin ise istatistiki olarak aynı önem düzeyinde olduğu bildirilmiştir.

Hasat indeksi

Hasat indeksi değeri, bitkinin toprak üstü kısmının ne kadarının tane verimi olarak bize yansıdığına bir göstergesidir. Hasat indeksini yüksek olması, bitkinin gelişim için ihtiyaç duyduğu ışık, su ve besin elementi gibi temel ihtiyaçları daha yüksek oranda tane üretimine yansıttığını gösterir. Tabi bu sonuç bitki çeşidi (genetik kapasite) ile beraber agronomik uygulamalar ile iklim faktörlerinden etkilenmektedir.

Araştırmamızda, 3 farklı toprak işleme ve 4 farklı gübre uygulamasının hasat indeksi değeri üzerine etkisini gösteren tablo çizelge 10'da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde 2020 (%18.66) ve 2021 (%22.09) yılında hasat indeksi değeri üzerine araştırma konularının istatistiki önem düzeyinde ($p \leq 0.05$) bir etkisi olmamıştır. Bizim çalışmamızdaki gibi Meral vd. (1998)'nin yaptığı çalışmada, azot dozları ve bakteri aşılmasının hasat indeksi üzerine önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir.

Çizelge 10. Hasat indeksi (%)

Gübre Uyg.	Yıllar							
	2020				2021			
	T ₁	T ₂	T ₃	Ort.	T ₁	T ₂	T ₃	Ort.
	Toprak İşleme							
G₀	21.89	18.85	18.71	19.82	24.78	17.38	25.25	22.47
G₁	16.03	15.74	16.16	15.98	24.02	22.93	20.01	22.32
G₂	19.33	17.91	18.62	18.62	27.76	21.95	21.24	23.65
G₃	19.42	20.53	20.75	20.23	17.18	20.35	22.23	19.92
Ortalama	19.17	18.26	18.56	18.66	23.43	20.65	22.18	22.09
LSD (0.05) Toprak İşleme			Ö.D				Ö.D	
LSD (0.05) Gübre uyg.			Ö.D				Ö.D	
LSD (0.05) Toprak İşlm.* Gübre Uyg.			Ö.D				Ö.D	
CV(%)		18.37					19.99	

** %1 düzeyinde önemli; *%5 düzeyinde önemli; ÖD: önemli değil; CV: değişim katsayısı; LSD: asgari önemli fark

100 tane ağırlığı

Araştırma konularının 100 tane ağırlığı üzerine etkisini gösteren sonuçlar çizelge 11’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde 2020 (36.56 g) ve 2021 (34.30 g) yılında 100 tane ağırlığı üzerine araştırma konuları istatistikî önem düzeyinde ($p \leq 0.05$) etkili olmamıştır.

Çizelge 11. 100 tane ağırlığı (g)

Gübre Uyg.	Yıllar							
	2020				2021			
	T ₁	T ₂	T ₃	Ort.	T ₁	T ₂	T ₃	Ort.
	Toprak İşleme							
G₀	37.16	36.84	36.52	36.84	34.15	34.86	35.08	34.70
G₁	35.62	37.16	36.92	36.57	34.27	34.42	33.70	34.13
G₂	36.40	37.38	36.40	36.73	34.35	34.05	33.80	34.07
G₃	36.21	36.04	36.09	36.11	34.62	34.47	33.78	34.29
Ortalama	36.35	36.86	36.48	36.56	34.35	34.45	34.09	34.30
LSD (0.05) Toprak İşleme			Ö.D				Ö.D	
LSD (0.05) Gübre uyg.			Ö.D				Ö.D	
LSD (0.05) Toprak İşlm.* Gübre Uyg.			Ö.D				Ö.D	
CV(%)		1.89					2.13	

** %1 düzeyinde önemli; *%5 düzeyinde önemli; ÖD: önemli değil; CV: değişim katsayısı; LSD: asgari önemli fark

SONUÇ ve ÖNERİLER

Orta Anadolu koşullarında nohut yetiştiriciliğinde farklı toprak işleme yöntemleri ve gübre uygulamalarının nohut verim ve verim öğeleri üzerine etkisini tespit etmek amacıyla iki yıl süresince yapılan araştırmaya sonuçlarına göre, gübre uygulamalarında; kontrol ve farklı taban gübreli ekimlerin, nohut verimine istatistiki önemde olumlu bir katkısı olmamıştır. Nohudun köklerinde ortak yaşayan bakteriler aracılığı ile azot fiksasyonu yapan bir bitki olması nedeniyle kendi ihtiyaç duyduğu azotun bir kısmını karşıladığı ve/veya tabana verilen azotlu gübrelerin etkinliğinin ortaya çıkmadığı düşünülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre araştırmamızın yürütüldüğü benzer ekoloji ve toprak koşullarında yapılan nohut yetiştiriciliğinde taban gübresi verilmeden yapılacak üretimlerde taban gübreli ekim gibi benzer verim değerlerinin elde edilebileceği ortaya konulmuştur. Ayrıca tabana uygulanacak kimyasal gübrelerden kaynaklanan toprak ve çevre kirliliğinin azaltılmasının yanında taban gübre kullanılmaması sonucunda üreticiler açısından daha düşük üretim maliyeti de sağlayacaktır.

Araştırmada, çizel (T₂) ile ilk sürümün yapıldığı toprak işleme yöntemi her iki yılda da en yüksek tane veriminin alındığı bir üretim yöntemi olarak ön plana çıkmıştır. T₂ uygulamasının, geleneksel toprak işlemeye (pulluk) göre; topraklarımızın hem fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapılarının bozulmasının daha az olması hem de toprağı erozyona karşı koruması, su tutuma kapasitesini arttırması, topraklardan daha az organik madde kaybına neden olması gibi özellikleri ile kuru tarımın yapıldığı bölgelerde nohut tarımında uygulanmasında fayda olan bir toprak işleme yöntemi olduğu belirlenmiştir.

Anıza ekim yöntemi; mevcut iklim koşulları altında başarılı bir bitki çıkışının sağlanması ile geleneksel toprak işleme ile benzer verim değerlerinin elde edilebileceği bir yöntem olarak görülmektedir. Anıza ekim yönteminde toprak işlenmediğinden dolayı oluşabilecek, su ve rüzgar erozyonu, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak bozulmasının diğer toprak işlemlere göre daha az olması gibi olumlu sonuçları ile toprağı koruyacak ve sürdürülebilir tarımsal üretime katkı sağlayacak özellikle kurak bölgelerde başarı ile yürütülebilecek bir ekim yöntemi olarak görülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma yazar Murat BALABAN'ın doktora tezinden hazırlanmıştır. Doktora tezinin yürütülmesinde, 21L0447006 numaralı projeye destek veren Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederim.


Yazar Katkısı

Yazarlar makalenin hazırlanmasında eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Murat BALABAN  <https://orcid.org/0000-0002-0237-4060>

Mehmet Sait ADAK  <https://orcid.org/0000-0002-0154-3328>

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, N. 1998. Tarımda Araştırma Ve Deneme Metodları. Ege Üniv. Ziraat Fak. Ders Kitabı Yayın no:478, İzmir.
- Adak, M.S. 2021, Yemelik Baklagiller, Yayın no:1652, Ders Kitabı No: 603, Ankara Üniversitesi Yayınları No:699, 312 S., Ankara.
- Akdağ, C. 1990. Bakteri (Rhizobium Ssp.) aşılama, azot dozları ve ekim sıklığının nohut (Cicer arietinum L.)'un verim ve verim unsurlarına etkileri. Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü. Tokat.
- Bm, 2015. World Population Projected To Reach 9.7 Billion By 2050. Web Sitesi: <http://www.un.org/en/development/desa/news/population/2015-report.html>, Erişim Tarihi: 07.03.2019.
- Barzegar, A. R., Asoodar, M. A., Khadish, A., Hashemi, A. M. ve Herbert, S. J. 2003. Soil physical characteristics and chickpea yield responses to tillage treatments. Soil And Tillage Research, 71(1): 49-57.
- Biçer, B. T. 2014. Some agronomic studies in chickpea (Cicer arietinum L.) and lentil (lens culinaris medik) .Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi,1 (1), 42-51. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/turkjans/issue/13306/160733>.

- Düzgüneş, O., Kesici, O., Kavuncu, F. ve Gürbüz, İ. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik metodları-2). Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ders Kitabı, Yayın no:1021, 295s, Ankara.
- Fao, 2012. Web Sitesi: [www.fao.org/docs/eims/upload/306175/Briefing Paper \(3\)-Wheat Initiative - H%C3%A9l%C3%A8ne Lucas.pdf](http://www.fao.org/docs/eims/upload/306175/Briefing_Paper_(3)-Wheat_Initiative_-_H%C3%A9l%C3%A8ne_Lucas.pdf), Erişim Tarihi: 06.03.2019.
- İklim verileri. Tarm, 2022. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü İklim Verisi Kayıtları.
- Karasu, A., Öz, M., Doğan, R., 2009. The effect of bacterial inoculation and different nitrogen doses on yield and yield components of some chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.). *African Journal of Biotechnology*. 8 (1), 59-64.
- Kasap, A. ve Dursun. 2013. Nohut tarımında farklı toprak işleme yöntemlerinin ürün verimi ve bazı verim unsurlarına etkilerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30 (1): 70-83.
- Kayan, N., Kutlu, İ., Ayter Arpacıoğlu, N. G., & Adak, M. S., (2017). Effects of Different Tillage Systems and Soil Residual Nitrogen on Chickpea Yield and Yield Components in Rotation with Wheat under Dry Farming Areas. *International Journal Of Agriculture And Biology*, vol.19, no.3, 517-522.
- Korkmaz, Y.ve Kayan, N. 2010. Farklı ekim ve yabancı ot kontrol yöntemlerinin nohutta (*Cicer arietinum* L.) verim ve verim öğelerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* (2010) 23(2): 157-162.
- Küçükcalbay, M., Akbolat, D. 2015. Nohut yetiştiriciliğinde farklı toprak işleme ve ekim yöntemlerinin incelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 10 (2):1-10.
- Meral, N., Çiftçi, C.Y. ve Ünver, S. 1998. Bakteri aşılması ve değişik azot dozlarının nohut (*Cicer arietinum* L.) un verim ve verim öğelerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* (7), 1.
- Quddus, A., Naser, H.M., Siddiky, A., Ali, R., Mondol, A.I. and Islam, A. 2020. Impact of zero tillage and tillage practice in chickpea production. *Journal of Agricultural Science*; Vol. 12, No. 4; ISSN 1916-9752 E-ISSN 1916-9760.
- Salehi, S., Rokhzadi, A., Abdolahi, A., Mohammadi, K. and Nourmohammadi, G. 2017. Effect of soil tillage systems on chickpea yield and moisture of soil. *Biosci. Biotech. Res. Comm.* 10(3): 404-409.
- Tuik, 2023. Web sitesi: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>. Erişim tarihi: 10.03.2023
- Yağmur, M. ve Engin, M. 2005. Farklı fosfor ve azot dozları ile bakteri (*Rhizobium ciceri*) aşılamanın nohut (*Cicer arietinum* L.) un tane verimi ve bazı verim öğeleri ile ham protein oranı üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, 15(2): 93-102.
- Yau, S.K., Sidahmed, M. and Haidar, M. 2010. Conservation versus conventional tillage on performance of three different crops. *Agron. J.* 102:269–276.

**Doğu Anadolu Bölgesi İçin Yeni Bir Kayıt *Heterischnus ridibundus* (Costa, 1885)
(Hymenoptera: Ichneumonidae: Ichneumoninae)**

Yeşim BULAK KORKMAZ^{1*} , Saliha ÇORUH¹ 

¹Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 25240 Erzurum, Türkiye

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author): yesim.bulak@atauni.edu.tr

Geliş Tarihi: 20.10.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 20.12.2023 Kabul Tarihi: 20.12.2023

ÖZ

Heterischnus ridibundus (Costa, 1885), Doğu Anadolu için yeni kayıttır ve Türkiye'nin Kuzeydoğu Anadolu (İğdır) bölgesinden toplanmıştır. Şu ana kadar tanımlanan *Heterischnus* cinsine ait türlerin mevsimsel dağılımı, yayılışları bilgileri ve Türkiye'den türlerin ilk kaydı ve referans bilgileri sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Hymenoptera, Ichneumonidae, *Heterischnus*, Türkiye.

***Heterischnus ridibundus* (Costa, 1885) (Hymenoptera: Ichneumonidae: Ichneumoninae),
a new record for the Eastern Anatolia, Türkiye**

ABSTRACT

Heterischnus ridibundus (Costa, 1885), a new record for Eastern Anatolia, is collected from Northeastern Anatolia (İğdır) in Türkiye. The species is figured and the species which of the genus *Heterischnus* identified so far, is presented seasonal composition, distributional information, the first record of the species from Türkiye and reference information.

Key words: Hymenoptera, Ichneumonidae, *Heterischnus*, Türkiye.

INTRODUCTION

Darwin wasps (Ichneumonidae) are among the most diverse and abundant parasitoids. Biologically, most ichneumonoids are primary parasitoids, with both solitary and gregarious endo- and ectoparasitoidism usually of Holometabola larvae, especially Lepidoptera (Polaszek and Vilhemsen, 2023). These insects play a crucial role in the functioning of agricultural ecosystems and maintaining the equilibrium in arthropod populations (LaSalle and Gauld, 1993). Their role as bioindicators of land-use and human impact is well known (Idris et al., 2014).

The subfamily Ichneumoninae is the second largest subfamily of Ichneumonidae, with 437 genera and with 4355 described species (Yu et al., 2016). They are usually large, conspicuously colored insects. They have a 5-sided areole, a dorsoventrally flattened abdomen, and a short or absent sternaulus. Another feature is that the clypeus is cut to expose the labium (Bernardo et al., 2021).

The genus *Heterischnus* Wesm., 1859 is a genus of parasitoid wasps belonging to the subfamily Ichneumoninae. The species of this genus are found in Europe and Northern America. This genus is represented by 58 species in the world. Till 1995 (Kolarov, 1995), only 65 ichneumoninae species belonging to 27 genera have been documented. After 1995, with the below mentioned contributions (Özdemir, 1996; Kolarov et al., 1997; Yurtcan et al., 1999; Çoruh et al., 2002; Kolarov et al., 2002; Özbek et al., 2003; Çoruh et al., 2005; Kolarov, 2007; Çoruh and Özbek, 2008; Çoruh and Kesdek, 2008; Riedel, 2008; Gürbüz et al., 2008; Yurtcan and Okyar, 2008; Riedel et al., 2010; Çoruh et al., 2011; Eroğlu et al., 2011; Riedel et al., 2011; Çoruh et al., 2011;

Çoruh and Özbek, 2013; Çoruh et al., 2014; Kolarov et al. 2014a,b, Özdan, 2014; Çoruh, 2017; Riedel et al., 2018; Çoruh et al., 2019; Bulak Korkmaz and Çoruh, 2022; Çoruh et al., 2022; Doğru, 2022; İnciklioğlu, 2022; Kaplan and Riedel, 2022) the numbers of Ichneumoninae fauna of Türkiye reached to 242 species and 61 genera.

The aim of this paper is to examine all the species in the genus *Heterischnus* Horstmann, and to give general information by figuring the *Heterischnus ridibundus* (Costa, 1885), new for the Eastern Anatolia region of Türkiye.

MATERIAL AND METHODS

Iğdır is a city in the easternmost point of Türkiye, close to the Armenia, Nakhchivan Autonomous Republic and Iranian border and located at an altitude of 850 m. This study was carried out in apricot orchards in Iğdır Province (Figure 1).

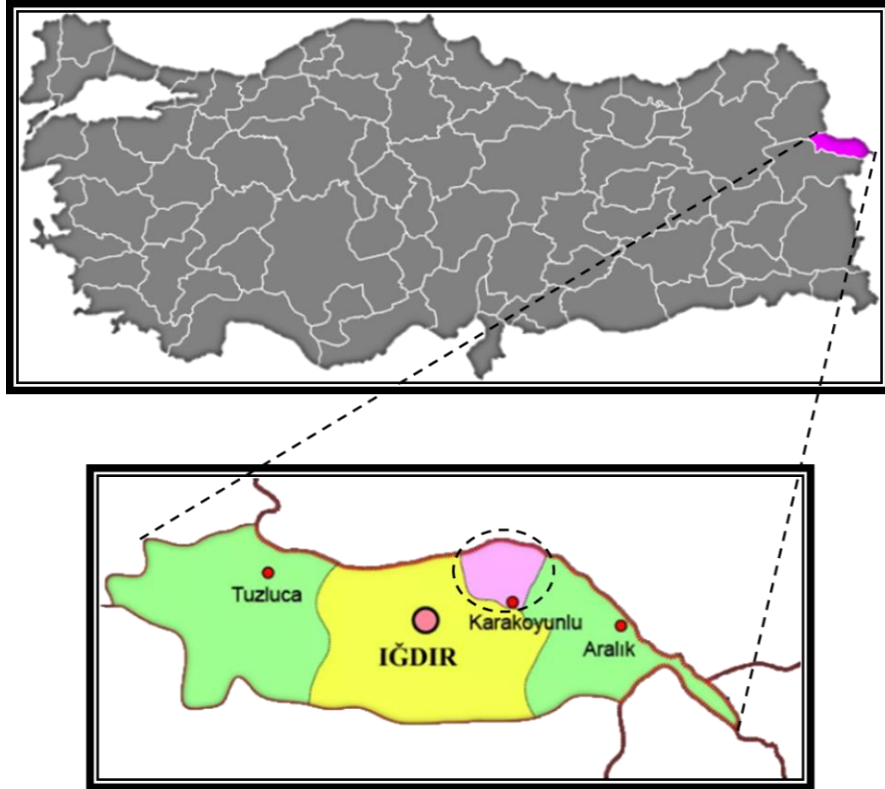


Figure 1. Location map of Iğdır Province

The example in this study was collected first week of October, Karakoyunlu district using the knocking (impact) method. This method, a branch from each of the trees was selected from four directions and at different heights, and each branch was hit three times with a stick, causing the insects on the branches to fall on the square-shaped Japanese umbrella.

The collected specimen was killed with ethyl acetate and prepared and labeled according to taxonomic rules and regulations. It is deposited in the Entomology Museum Erzurum, Türkiye (EMET). General distributions and associated plants of the species were taken from Yu et al. (2016).

RESULTS AND DISCUSSION

Subfamily: Ichneumoninae Latreille, 1802

Genus *Heterischnus* Wesmael, 1859

Heterischnus Wesmael, 1859: 83. Type species: *Ichneumon pulex* Müeller. Monotypic.

Rhexidermus Förster, 1869: 192. Type species: *Rhexidermus japonicus* Ashmead. Monotypy by inclusion in Ashmead (1906).

Posocentrus Provancher, 1875: 273. Type species: *Posocentrus huardi* Provancher. Monotypic.

Ischnopsidea Viereck, 1914: 77. Type species: *Ichneumon thoracicus* Gravenhorst. Monotypic and original designation.

Aethiopischnus Heinrich, 1938: 127. Type species: *Aethiopischnus olsoufieffi* Heinrich. Monotypic and original designation.

Heterischnus is easily recognized by the following characteristic features: unidentate, falciform mandible; epistomal suture distinct; basal flagellomeres slender and elongate; scutellum moderately narrow, convex, and distinctly elevated above metanotum; areolet of the fore wing is closed hind coxa simple; thyridium wide. 11 species belonging to *Heterischnus* have been identified in Türkiye so far.

Table 1. *Heterischnus* list of Türkiye

Data of collected species: Individual numbers (IN), vertical distribution (VD), seasonal dynamics (SD), geographical regions (GR), zoogeographical regions (ZR), first record of Türkiye (FRT) of specimens						
Names of Taxa	IN	VD	SD	GR	ZR	FRT
SUBFAMILY ICHNEUMONINAE LATREILLE, 1802						
GENUS <i>HETERISCHNUS</i> WESMAEL, 1859						
<i>Heterischnus anomalus</i> (Wesmael, 1857)	4	A, E, G	M, J, Jl, Aug	BSR, EAR	E, WP	Özbek et al., 2003
<i>Heterischnus bicolorator</i> (Aubert, 1965)	1	H	Jl	BSR	P	Riedel et al., 2018
<i>Heterischnus coxator</i> (Thomson, 1891)	1	H	Jl	BSR	E, WP	Riedel et al., 2018
<i>Heterischnus excavatus</i> (Constantineanu, 1959)	5	A, B	J	BSR	E, WP	Kolarov et al., 2014
<i>Heterischnus filiformis</i> (Gravenhorst, 1829)	1	F	M	EAR	E, WP	Riedel et al., 2018
<i>Heterischnus nigricollis</i> (Wesmael, 1845)	1	G	Aug	EAR	P	Riedel et al., 2018
<i>Heterischnus pictipes</i> (Kriechbaumer, 1894)	1	C	J	EAR	E, WP	Riedel et al., 2018
<i>Heterischnus pulex</i> (Müller, 1776)	1	C	J	EAR	E, WP	Riedel et al., 2018
<i>Heterischnus ridibundus</i> (Costa, 1885)	9	A,	M, Aug	BSR, MR	E, WP	Yurtcan et al., 1999
<i>Heterischnus schachtii</i> Diller, 1995	2	G	J	EAR	E, WP	Kolarov et al., 2014
<i>Heterischnus truncator</i> (Fabricius, 1798)	20	A, B, D, H	J, Jl, Aug, N	BSR, EAR, MR, MtR	P	Kolarov, 1989
Vertical distribution (VD) (metre): A: 0-500 m, B: 501-750 m, C: 751-1000 m, D: 1001-1250 m, E: 1251- 1500 m, F: 1501-1750 m, G: 1751-2000 m, H: 2001-2500 m. Seasonal dynamics (SD): M: May, J: June, Jl: July, Aug: August, N: November. Geographical regions (GR): BSR: Black Sea Region, EAR: Eastern Anatolia Region, MR: Marmara Region, MtR: Mediterranean Region. Zoogeographical regions (ZR): E: Europe, P: Palaearctic, WP: Western Palaearctic.						

Table 2. Provinces and references of collected species in Türkiye

Names of Taxa	Distributions in Türkiye	Reference (s)
SUBFAMILY ICHNEUMONINAE LATREILLE, 1802		
GENUS HETERISCHNUS WESMAEL, 1859		
<i>Heterischnus anomalus</i> (Wesmael, 1857)	Artvin, Erzurum, Trabzon	Özbek et al., 2003; Çoruh et al., 2014; Çoruh, 2017; Çoruh et al., 2019; Kolarov et al., 2020
<i>Heterischnus bicolorator</i> (Aubert, 1965)	Erzurum	Riedel et al., 2018
<i>Heterischnus coxator</i> (Thomson, 1891)	Rize	Riedel et al., 2018
<i>Heterischnus excavatus</i> (Constantineanu, 1959)	Erzurum, Giresun, Rize	Kolarov et al., 2014; Çoruh et al., 2016; Çoruh, 2017
<i>Heterischnus filiformis</i> (Gravenhorst, 1829)	Bingöl, Kars	Riedel et al., 2018; Kaplan and Riedel, 2022
<i>Heterischnus nigricollis</i> (Wesmael, 1845)	Erzurum	Riedel et al., 2018
<i>Heterischnus pictipes</i> (Kriechbaumer, 1894)	Iğdır	Riedel et al., 2018
<i>Heterischnus pulex</i> (Müller, 1776)	Erzurum	Riedel et al., 2018; Kolarov et al., 2020
<i>Heterischnus ridibundus</i> (Costa, 1885)	Artvin, Edirne, Kırklareli, Tekirdağ	Yurtcan et al., 1999; Çoruh 2017; Riedel et al., 2018
<i>Heterischnus schachtii</i> Diller, 1995	Erzurum	Kolarov et al., 2014; Çoruh 2017
<i>Heterischnus truncator</i> (Fabricius, 1798)	Çanakkale, Erzurum, Giresun, Isparta, İstanbul, Kırklareli, Rize, Trabzon, Tekirdağ	Kolarov, 1989; Kolarov 1995; Kolarov et al., 1997; Yurtcan et al., 1999; Özbek et al., 2003; Özdan 2014; Kolarov et al., 2014b; Çoruh et al., 2014; Çoruh et al., 2016; Çoruh et al., 2019; Özdan and Gürbüz 2019

***Heterischnus ridibundus* (Costa, 1885)**

Material examined: Iğdır: Karakoyunlu, Fatih, 39°58.856' N, 044°09.964' E, 844 m, 02.X.2013, 1 ♀, leg: Y. Bulak Korkmaz (Figure 2).

Remark: This species collected from *Prunus armeniaca* L.

Distribution: Algeria, Bulgaria, Czechoslovakia, France, France-main, Germany, Greece, Greece-main, Italy, Poland, Spain, Switzerland and Türkiye. In Türkiye known from Artvin, Edirne, Kırklareli and Tekirdağ provinces. With this study, Iğdır was added to the provinces where the species is distributed in Türkiye.

References from Türkiye Yurtcan et al., 1999 and Riedel et al., 2018.

Heterischnus Wesmael, 1859 a genus of the Ichneumoninae subfamily, evaluated in this study. Totally, 11 *Heterischnus* species (Table 1) have been recorded so far in Türkiye. Currently, the number of Ichneumoninae species is 242, and the number of Ichneumonidae species is 1442.

Heterischnus specimens were collected from different localities from Anatolia. In total, there are 46 specimens of eleven species belonging to genus *Heterischnus*, till now. When the species existing in Anatolia are analyzed, it is seen that, *Heterischnus truncator* (Fabricius) is the most abundant species, with 20 specimens. *Heterischnus bicolorator* (Aubert), *H. coxator* (Thomson, 1891), *H. filiformis* (Gravenhorst), *H. nigricollis* (Wesmael), *H. pictipes* (Kriechbaumer) and *H. pulex* (Müller) are collected as a single specimen in Anatolia. *Heterischnus ridibundus* (Costa), the subject of the study, which was represented by nine individuals until now, are reached 10 individuals with this present.

According to Table 1, While *H. truncator* collected from four different altitudes, *Heterischnus anomalus* collected from three altitude. Eight of the total species collected from a single altitude range. It is a fact the most species were from the range of 0-500 m. *H. ridibundus* has been collected from only one altitudinal range (0-500 m) so far, while the present species are collected from 844 m altitude.

Seasonal activities of insects are very important. The specimens the study was evaluated also in this respect. These species were generally collected May, June, July, August, and November months in general. However, June and July had more dense populations (Table 1). As seen in table 1, eight species collected in a single month. Nevertheless, *H. truncator*, collected in four different months in a year. It was observed that *H. truncator* has a very high adaptations different altitude and different climate conditions. While *Heterischnus*

ridibundus was collected in May and August in previous studies, it was collected in October in this study. This is the first time the species sampled in October.

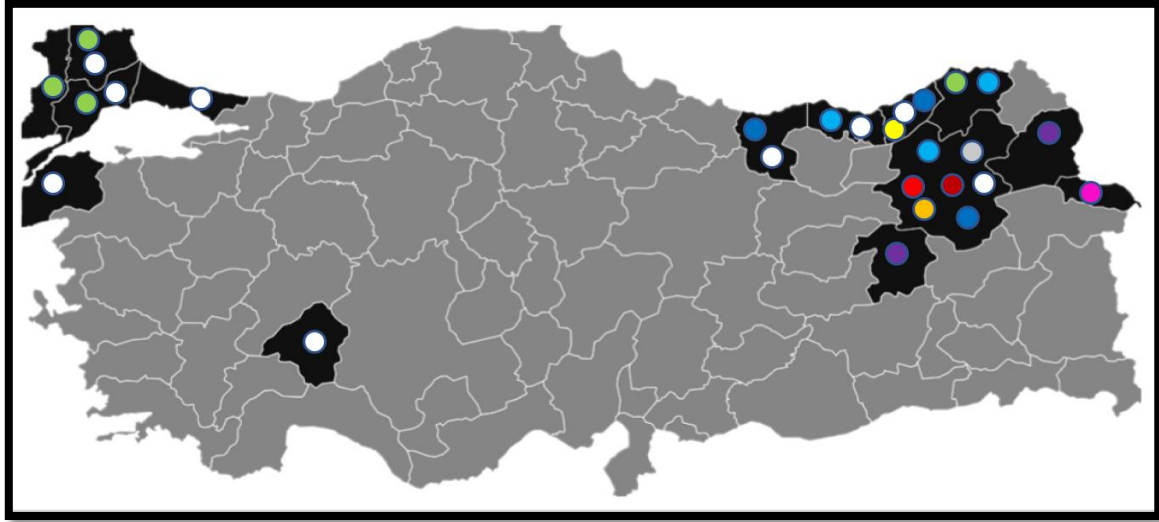


Figure 2. *Heterischnus ridibundus* (Original)

The research covers four geographic regions of Türkiye (Table 1 and Figure 1). When table 1 is detailed it becomes is clear that, *H. truncator* found also four different regions. While *H. ridibundus* collected from the Black Sea and Marmara regions in previous studies, in this study it collected from Eastern Anatolia. The species is a new record for all but two regions. The names of provinces where the samples collected are summarized in Table 2 (Figure 3).

The study material was also analyzed according to their distributions in the world. While all the species are found in the Western Palearctic and Europe, 3 species are found in Palaarctic region. *Heterischnus schachtii* is currently only found in Türkiye and therefore the species is endemic. *H. ridibundus* is distributed in Algeria, Bulgaria, Czechoslovakia, France, Germany, Greece, Italy, Poland, Sardinia, Spain, Switzerlandand and Türkiye so far.

In conclusion, it can be said that every new faunistic data that will be found and recorded will help future studies and researchers dedicated to Ichneumonids.



<i>Heterischnus anomalus</i> (Wesmael, 1857)	●	<i>Heterischnus pictipes</i> (Kriechbaumer, 1894)	●
<i>Heterischnus bicolorator</i> (Aubert, 1965)	●	<i>Heterischnus pulex</i> (Müller, 1776)	○
<i>Heterischnus coxator</i> (Thomson, 1891)	●	<i>Heterischnus ridibundus</i> (Costa, 1885)	●
<i>Heterischnus excavates</i> (Constantineanu, 1959)	●	<i>Heterischnus schachtii</i> Diller, 1995	●
<i>Heterischnus filiformis</i> (Gravenhorst, 1829)	●	<i>Heterischnus truncator</i> (Fabricius, 1798)	○
<i>Heterischnus nigricollis</i> (Wesmael, 1845)		●	


Figure 3. Distribution of *Heterischnus* in Türkiye

Conflict of Interest Statement: The authors declare that they have no conflict of interest.

Contribution Rate Statement Summary of Researchers: The authors declare that they have contributed equally to the article.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Yeşim BULAK KORKMAZ  <https://orcid.org/0000-0002-2645-5391>

Saliha ÇORUH  <https://orcid.org/0000-0002-6822-6677>

REFERENCES

- Bernardo, F. S., David, B. W., Pascal, R., Andrew, M.R.B., Robert, K. and Seán, G. B. 2021. Phylogenomics of Ichneumoninae reveals pervasive morphological convergence and the shortcomings of previous classifications. *Systematic Entomology*, 46 (3): 704-724.
- Bulak Korkmaz, Y. and Çoruh, S. 2022. Contribution to the knowledge of the Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Iğdır province the East of Türkiye. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 7(3), 274-283.
- Çoruh, S., Özbek H. and Kolarov J. 2002. New and Rare Taxa of Ichneumonidae (Hymenoptera) from Turkey. *Journal of the Entomological Research Society*, 4 (1), 1-4.
- Çoruh, S., Özbek H. and Kolarov J. 2005. A contribution to the knowledge of Ichneumonidae (Hymenoptera) from Turkey. *Journal of the Entomological Research Society*, 7 (3), 53-57.
- Çoruh, S. and Kesdek, M. 2008. Ichneumonidae (Hymenoptera) collected from under stone in Eastern Anatolia Region of Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, 3 (2): 763–764.
- Çoruh, S. and Özbek H. 2008. New and rare Ichneumonidae (Hymenoptera) species from Turkey. *Zoology in the Middle East*, 43, 114-116.

- Çoruh, S., Özbek, H. and Riedel, M. 2011. An additional contribution to the Ichneumoninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) fauna of Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 35 (4): 603-613.
- Çoruh, S. and Özbek, H. 2013. New and little known some Ichneumonidae species (Hymenoptera) from Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, 8 (1): 135-139.
- Çoruh, S., Kolarov, J. and Özbek, H. 2014. The fauna of Ichneumonidae (Hymenoptera) of eastern Turkey with zoogeographical remarks and host data. *Journal of Insect Biodiversity*, 2(16), 1-21.
- Çoruh, S., Kolarov, J. and Çoruh, İ. 2016. A study of Ichneumonidae (Hymenoptera) from northeastern Anatolia II, with new records. *Türk. Entomol. Derg.*,40(3), 265-280.
- Çoruh, S. 2017. Taxonomical and biogeographical evaluation of the subfamily Ichneumoninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) in Turkey. *Entomofauna*, 38: 425-476.
- Çoruh, S., Kolarov, J. and Ercelep, Ö. S. 2019. A Contribution to the Ichneumoninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) of Trabzon, Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, 14 (2): 584-590.
- Çoruh, S., Tezcan, S. and Gülperçin, N. 2022. Contribution to the knowledge of the Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Western Turkey with first record of Phygadeuan geniculatus for Turkish fauna. *Munis Entomology & Zoology*, 17 (2): 1112-1119.
- Doğru, T. 2022. Türkiye’de Konakları Saptanmış Ichneumonidae (Hymenoptera) Türleri. Yüksek Lisans Tezi,Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 136 s. [In Turkish].
- Eroğlu, F., Kırac, A. and Birol, O. 2011. A Faunistic study on Ichneumonidae (Hymenoptera) in Türkmen Mountain, Turkey. *Linzer Biologische Beiträge*, 43(2), 1219-1228.
- Gürbüz, M.F. Ljubomirov, T. Kolarov, J. Yurtcan, M. Tabur, A. Çoruh, S. and Buncukçu, A. 2008. Investigation of the Ichneumonidae, Ampulicidae, Crabronidae and Sphecidae (Hymenoptera, Insect) Fauna in Natural Protection Zones of East Mediterranean Region in Turkey. *Tübitak TBAGU/ 168(106T189)*.
- Idris A. B. Sajap, A.S. Noor Farikha, H. Yaakob, A.B. and Ruslan, M.Y. 2001. Preliminary study on diversity and abundance of Ichneumonids and Braconids (Insecta: Hymenoptera) at the Ayer Hitam Forest Reserve. *Pertanika Journal Tropical Agriculture Science*, 24(1), 43-48.
- İncikioğlu, H. 2022. Trakya Bölgesi Ichneumonidae (Hymenoptera) Kontrol Listesinin Oluşturulması. Yüksek Lisans Tezi,Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 188 s. [In Turkish].
- Kaplan, E. and Riedel, M. 2022. New and additional records from Bingol and Diyarbakır provinces for the Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna. *Transactions of the American Entomological Society*, 148 (1): 35-49.
- Kolarov, J. 1995. A catalogue of the Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera). *Entomofauna*, 7(16), 137-188.
- Kolarov, J., Beyarslan, A. and Yurtcan M. 1997. Ichneumonidae (Hymenoptera) from The Gökçeada and Bozcaada Islands-Turkey. *Acta Entomologica Bulgarica*, 3-4, 13-15.
- Kolarov, J., Yurtcan M. and Beyarslan A. 2002. Ichneumonidae Species of the Turkish Aegean Region. In: International symposium: Parasitic Wasps: Evolution, Systematics, Biodiversity and Biological Control, 14-17 May 2001 (Eds. George Melika and Csaba Thuroczy), Agroinform, Hungary, 299-305.
- Kolarov, J. 2007. A catalogue of the Ichneumonidae from Greece (Hymenoptera). *Entomofauna*, 28,405-428.
- Kolarov, J., Çoruh, İ. And Çoruh, S. 2014a. Ichneumonidae (Hymenoptera) from Anatolia. I. *Linzer Biologische Beiträge*, 46 (2): 1517-1524.
- Kolarov, J., Çoruh, S. and Çoruh, İ. 2014b. Ichneumonidae (Hymenoptera) from Anatolia III. *Turkish Journal of Entomology*, 38 (4): 377-388.
- Kolarov, J., Çoruh, S. and Çoruh, İ. 2020. Ichneumonidae (Hymenoptera) species from Anatolia, Part III. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 51 (2): 168-175.
- LaSalle J. and Gauld, I. D. 1993. “Hymenoptera: Their Biodiversity, and Their Impact on the Diversity of Other Organisms, 1–26”. In: Hymenoptera and Biodiversity (Eds. LaSalle J, and I. D. Gauld). CAB International, Wallingford, 348 pp.
- Özbek, H., Çoruh S. and Kolarov J. 2003. A Contribution to the Ichneumonidae fauna of Turkey. Subfamily Ichneumoninae (Hymenoptera). *Entomofauna*, 10:157-164.
- Özdan, A. 2014. Gelincik Dağı Tabiat Parkı ve Kovada Gölü Milli Parkı (Isparta) Ichneumonidae (Hymenoptera) Faunası. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Özdan, A. and Gürbüz, M. F. 2019. Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Kovada Lake National Park, Isparta, Turkey1. *Turkish Journal of Entomology*, 43 (3): 301-312.
- Özdemir, Y. 1996. Species of ichneumonid wasps of the subfamilies Banchinae and Ichneumoninae (Hym.: Ichneumonidae) from Central Anatolia. *Bulletin of Plant Protection*, 36 (3-4): 91-103.
- Polaszek, A. and Vilhemsen, L. 2023. Biodiversity of hymenopteran parasitoids. *Current Opinion in Insect Science*, 56: 1-7.

- Riedel M. 2008. Die Coelichneumon-Arten (Hymenoptera: Ichneumonidae; Ichneumoninae des biologiezentrums Linz, Austria. *Linzer Biologische Beiträge*, 40: 1539-1859.
- Riedel, M., Çoruh S. and Özbek H. 2010. Contribution to the Ichneumoninae Hymenoptera, Ichneumonidae) fauna of Turkey, with description of three new species. *Turkish Journal of Entomology*, 34 (2): 133-156.
- Riedel M., Çoruh, S. and Özbek, H. 2011. New Records and Little-Known Ichneumoninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) from Turkey, with Description of the Male of *Melanichneumon glaucatorlops* Heinrich *Journal of The Entomological Research Society*, 13 (2): 105-112.
- Riedel, M., Diller E. and Çoruh, S. 2018. New Contributions to the Ichneumoninae (Hymenoptera, Ichneumonidae) from Turkey. *Journal of the Entomological Research Society*, 20 (1): 57-70, 2018.
- Yu, D. S. K., Achterberg, C. Van and Horstmann, K. 2016. Taxapad 2016, Ichneumonoidea 2015. Database on flash-drive. www.taxapad.com, Nepean, Ontario, Canada. <http://www.taxapad.com>
- Yurtcan, M., Beyarslan, A. and Kolarov, J. 1999. Investigations on the Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Turkey V. Diplazontinae and Ichneumoninae. *Acta Entomologica Bulgarica*, 5(1): 34-36.
- Yurtcan, M. and Okyar Z. 2008. *Nothris verbascella* (Denis-Schifferrmüller, 1775) (Lepidoptera: Gelechiidae) from Turkey and its two new ichneumonid parasitoids, *Entomological News*, 119 (3): 318-321.

Bingöl- Erzurum Karayolu Güzergâhının Görsel Kalite Açısından Değerlendirilmesi[&]

Ahmet CAF^{1*} , Hasan YILMAZ² 

¹Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Bingöl

²Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Erzurum

*Sorumlu Yazar: acaf@bingol.edu.tr

Geliş Tarihi: 27.10.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 22.12.2023 Kabul Tarihi: 26.12.2023

ÖZ

Bu çalışmada; Kuzey illerimizle güney ve güneydoğu illerimiz arasında en kestirme yol güzergâhı olan ve karayolu ulaşımında yoğun olarak kullanılmaya başlayan, Bingöl-Erzurum D950 karayolu güzergâhındaki koridorları tespit etmek, tespit edilen bu koridorlardaki peyzaj karakterlerini belirlemek, güzergâhın görsel peyzaj kalitesini ortaya koymak ve manzara yolu bileşenlerini belirlemek sureti ile doğal ve kültürel peyzaj değerlendirmesini yapmak amaçlanmıştır. Doğal ve kültürel çeşitliliğinin yanında, manzara güzelliğine sahip olan Bingöl-Erzurum D950 devlet karayolu güzergâhında yarı standart anket ve görsel kalite anketi olmak üzere toplam iki adet anket yapılmıştır. Yarı standart anket, güzergâhı kullanan 60 yolcu ile yapılmıştır. Görsel kalite anketi ise Bingöl Üniversitesi bünyesindeki akademisyen, memur ve öğrenci olmak üzere toplam 208 kişiye uygulanmıştır. Bingöl-Erzurum karayolu, Bingöl-Karlıova (BK) ve Karlıova-Erzurum (KE) koridorları olmak üzere iki koridora ayrılmıştır. Her koridoru temsilen 12 fotoğraf toplamda 24 fotoğraf seçilmiştir. Seçilen fotoğraflar görsel kalite analizinde kullanılmıştır. Seçilen fotoğraflara, doğallık, çeşitlilik, gizem, manzara güzelliği, uyum, ilginçlik, güven, canlılık, heyecan ve özgün parametrelerinin her biri için 1 ile 5 (1,2,3,4,5) aralığında puanlandırma yapılması istenmiştir. Anket sonuçlarına frekans analizi ve T-testi uygulanmıştır. Koridorlar arasında görsel kalite açısından anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiş ve 3.69 ortalama ile Bingöl-Karlıova (BK) koridoru birinci, 3.30 ortalama ile Karlıova-Erzurum (KE) koridoru ikinci sırada yer almıştır. Yapılan anket sonuçlarına göre önerilere yer verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Görsel peyzaj kalite analizi, manzara yolu, Bingöl-Erzurum karayolu güzergâhı

Assessment of the Visual Quality of the Bingöl-Erzurum Highway Route

ABSTRACT

The purpose is to identify the corridors on the Bingöl-Erzurum D950 highway route, which is the most direct route between our northern provinces and our southern and southeastern provinces, and has recently been heavily used for road transport. The aim is also to determine the landscape characteristics in these identified corridors, to reveal the visual landscape quality of the route, and to evaluate the natural and cultural landscape by identifying the scenic route components. Alongside its natural and cultural diversity, the Bingöl-Erzurum D950 state highway, known for its scenic beauty, has been surveyed with two different methods: a semi-standard survey and a visual quality survey. The semi-standard survey was conducted with 60 passengers who used the route. The visual quality survey was applied to a total of 208 individuals, comprising academics, staff, and students of Bingöl University. The Bingöl-Erzurum highway has been divided into two corridors: Bingöl-Karlıova (BK) and Karlıova-Erzurum (KE). Twelve photos representing each corridor, totaling 24 photos, have been selected. These selected photos were used in the visual quality analysis. For the selected photos, participants were asked to score for each of the parameters such as naturalness, diversity, mystery, scenic beauty, harmony, intrigue, trust, vitality, excitement, and uniqueness within a range of 1 to 5 (1,2,3,4,5). The

survey results were subjected to frequency analysis and T-test. It was determined that there was a significant difference in terms of visual quality between the corridors. With an average of 3.69, the Bingöl-Karlıova (BK) corridor ranked first, followed by the Karlıova-Erzurum (KE) corridor with an average of 3.30, ranking second. Suggestions are given according to the survey results.

Key words: Visual landscape quality analysis, scenic route, Bingöl-Erzurum highway route

GİRİŞ

Cumhuriyetin ilk yıllarından itibaren özellikle ulaşım sektörü başta olmak üzere turizmle ilgili sektörler canlanmıştır. Atatürk tarafından, turizmle ilgili örgütlenme faaliyetlerini sürdürmek üzere “Seyyabın Cemiyeti” kurulmuştur. Sonraki yıllarda Türk Ofis adıyla kurulan bir büro devlet turizm faaliyetlerinin sorumluluğunu üstlenmiştir. 1957’den itibaren ise turizm sektörü bakanlık düzeyinde ele alınmaya başlanmıştır (Anonim 2013a). Uluslararası turizm, Türkiye’nin yakın bir zamanda tanıştığı bir olgudur. Ülkemize gelen yabancı turist sayısı çok uzun yıllar düşük bir düzeyde olmuştur. 1950’de 30.000’den bile daha az ziyaretçi çeken ülkemiz, turizmin dünyada büyük bir gelişme süreci içine girmesi ile ve bunun ülkemize de yansımalarıyla, hızlı bir gelişme göstererek 1959’da bu sayı 166.000 ziyaretçiye ulaşmıştır. 1965’de ilk kez yarım milyonunu geçmiştir. Ülkemize gelen ziyaretçi sayısının 2.000.000’u geçmesi, kitlesel turizm olayı ile tanışmanın ancak 1980’li yılların ortalarında olduğu ve bu tür bir turizmin de ancak 10–12 yıllık bir geçmişe sahip olduğu gözlenmektedir. 1988’de dünya turizminde gözükken olumlu değişiklikler Türkiye’ye de yansımış ve gelen turist sayısı bir yıl içinde %46.7’lik bir artışla ilk kez 4.000.000’u aşmış, 1990’da da 5.000.000’u aşmıştır. 1990’dan sonra Türkiye uluslararası turizmde önemli bir yer edinmeye başlayarak dünyada en çok turist ve turizm geliri çeken ilk 20 ülke arasında yer almayı başarmıştır. Ülkemize gelen turist sayısı 1997 yılında 10.000.000 sınırına ulaşmıştır.

Dünya Turizm Örgütü (DTÖ)’nün elde ettiği verilere göre ülkemiz, 2012 yılında 35.700.000 uluslararası gelen turist sayısı ile İngiltere’yi geçerek, Avrupa’da 4. sıraya Dünya genelinde ise 6. sıraya yükselmiştir (Anonim 2012a). Turizm denince akla gelen deniz, güneş, kum üçgeninin hakim olduğu alışılmış turizm son yıllarda turizm anlayışının dışına çıkmakta ve alternatif turizm çeşitlerine olan talep giderek artış göstermektedir. Turizm sektörünün hızla büyümesi ve çeşitlenmesi, turizm-çevre ilişkisinin önem kazanması ile alternatif turizmin bir dalı olan “Ekoturizm”, ülkemizin gelecekteki başlıca turizm kaynaklarından biri olarak önem kazanmıştır. Dünyanın birçok ülkesinde turistik hiçbir değer taşımayan ya da çok az değer taşıyan birçok bölgenin, organik doku veya doğal güzellikler çok iyi korunarak ya da bazı görsel ilaveler ve peyzaj çalışmaları ile turistlerin akımına uğradığı görülmektedir. Aynı şekilde, ülkemizdeki pek çok yöre, bu açıdan dünya turizmiyle yarışabilecek düzeydedir. Burada yapılması gereken, tarihi doku ve yeterli altyapı ile birlikte turizm açısından potansiyel teşkil eden yeşil alanlar, sulak alanlar, biyolojik çeşitlilik açısından zengin pek çok doğal güzelliklerin yeterince korunarak uyum içerisinde sergilenbilmesidir (Akpınar ve Bulut 2010). Bu amaçla ortaya çıkan ekolojik dengenin korunması amaçlı sürdürülebilirlik kavramı turizm faaliyetlerinin doğal ve kültürel kaynaklar üzerindeki olumsuz etkilerinin fark edilmesi, turizmin kendi geleceğini tehlikeye attığının anlaşılmasıyla, daha uzun vadeli kullanıma dayanan, doğa turizmi, düşük etkili turizm, yumuşak turizm, doğal yaşam turizmi, yeşil turizm, çevreye dost turizm, özel ilgi turizmi, uygun turizm, sorumlu turizm, ortaklığa dayalı turizm, kırsal turizm, sürdürülebilir turizm, alternatif turizm, ekoturizm gibi farklı isimlerle anılan ve hepsinin de temelde dayanağı aynı olan turizm türleri ortaya çıkmıştır (Uçkun ve Türkay 2003; Akşit 2007).

Alternatif turizm anlayışı beraberinde “Sorumlu-turizm”, “soft-turizm” vb. gibi kavramlara işaret etmektedir. Bu kavramlar, grup halinde ve paket şeklinde seyahat edilen, benzer yiyecek ve içeceklerin tüketildiği, fabrikasyon diye de isimlendirilebilecek bir anlayışın dışında bir turizmi anlatmaktadır. Bu kavramlar, çevreye karşı sorumlu, yerel halkın kalkınmasına katkı sağlamayı ve sosyal kültürel olumsuz etkileri minimize etmeyi hedefler ve sürdürülebilir turizm şemsiyesi altında değerlendirilebilir. Çünkü sürdürülebilir turizm; turizmin çevreye ve ekonomiye yapabilecekleriyle ilgili bilinci artırmayı, kalkınmada eşitliği desteklemeyi, ev sahibi toplumun yaşam kalitesinin artırılmasını, ziyaretçilere yüksek kalite sağlamayı hedeflemekte ve bu amaçlarla birlikte çevrenin kalitesini sürdürmeyi ve artırmayı hedefleyen bir anlayıştır. Örneğin, İtalya’ya gelen turistlerin onda biri yavaş hareketin başkenti sayılacak Toskana bölgesine ziyaret gerçekleştirmektedir. Bu bölgeye gelen turistler bölgeye özgü ürünleri tüketmekte, o bölgenin yaşam biçimine uyum sağlamakta ve alışılmış kent yaşamının etkisini hafifletmeye çalışmaktadır. Bu tür alternatiflerin sunulması turizm hareketlerini etkilemekte ve kitle turizminden farklı olarak yeni bir bakış açısı kazandırmaktadır (Anonim 2013b). Karayolu ulaşımının; insanoğlunun toplayıcılıktan üreticiliğe geçtiği ilk dönemlerde başlamış olduğu düşünülmektedir. Karayolu taşımacılığı 19. yüzyılın sonunda otomobilin icadı ile önem kazanmaya başlamıştır. Bilindiği üzere karayolu projeleri, genellikle karayolunu kullananların veya bu hizmetten yararlananların, ekonomik, sosyal ve kültürel düzeyini yükseltmek amacıyla gerçekleştirilmektedir. Karayolu kapasitesinin, artırılması ve üst yapının

iyileştirilmesi, seyahat süresini azaltmakta ve işletme maliyetlerini düşürmektedir (Altan ve Önsoy 1985; Selimoğlu 1994; Anonim 1994). Ancak karayolu projelerinin bu olumlu katkılarının yanında, civardaki topluluklar ve doğal çevre üzerinde de belirgin bazı olumsuz etkilerde bulunduğu bilinmektedir. Nitekim insanlar ve çevre, karayolu çalışmalarından doğrudan veya dolaylı olarak etkilenmektedir. Örneğin, alıştıkları ulaşım yollarının yok olması, gürültü ve hava kirliliğinin artması ve trafik kazalarındaki artış bu olumsuz etkilerin başında gelmektedir. Bunun yanı sıra karayolunun doğal çevrede meydana getirdiği yıkım başta toprak ve su erozyonu olmak üzere kendini göstermekte ve yine akarsu ve yeraltı sularında değişiklikler yaparak canlı yaşamlarını olumsuz yönde etkilemektedir (Anonim 1994).

Dünyada karayolu peyzaj planlama çalışmaları ile ilgili ilk örnekler; 1930'larda başlamıştır. Bu tarihlerde karayollarında meydana gelen erozyonu önlemek için peyzaj mimarları ve orman mühendisleri bağ kütükleri ve ağaççıkların kullanılması olanaklarını incelemişlerdir. Özgen (1982)'e göre bu konudaki çalışmalar karayolunun çevreye uyandırılması amacıyla başlatılmıştır. Karayolunun çevreye uyumu çalışmaları komşu peyzajdan karayolunun görünümü olarak tanımlanmış, giderek bu çalışmalar yoldan peyzajın görünümünü de içermeye başlamıştır. Yol ağaçlandırmaları ise kültüre, yöresel koşullara ve davranışlara bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Örneğin, Bayraktar (1980)'e göre 18. yüzyılın başlarında, Fransız krallığında önemli derecede söz sahibi olan karayolu mühendisi Gautier, yolu çok fazla gölgelendirdiğinden ve yolun çabuk kurumasına engel olduğundan yol kenarında bulunan ağaç ve çalı formlarının kesilmesini uygun bulmuştur. Ancak Rönesans devri ve özellikle Fransız Barok stilinde ise, buna tamamen karşıt bir anlayış ve uygulama hakim olmuştur. Barok üslubuna uygun radyal yollar beş sıralı ağaçları ile şehirleri kat edip kırsal kesimlere ulaşmıştır. "Alle" olarak adlandırılan, iki tarafı düzgün sıralı yollar, bu devir ve adı geçen üslup ile başlamıştır (Selimoğlu, 1994). 19. asır Avrupa'sında yol ağacı manzarayı güzelleştirmeyi ve toza engel olmayı amaçlıyordu. Bu amaç için uzun süre meyve ağaçlarından yararlanılmıştır (Koç 1979). ABD'de 1965 yılında çıkarılan "Karayolları Güzelleştirme Kanunu" ve 1966'da uygulanmaya başlanan "Park Yolu ve Manzara Yolları Programı" ile karayolu koridoru seçiminde ticari ve ekonomik kriterlerin yanında estetik değerlerde dikkate alınmıştır. Bu süreçte karayollarının ulaşım dışında rekreasyon ve turizm yönünden de değerlendirilmesi gerektiği anlayışını gündeme getirmiştir (Anonymous 1999).

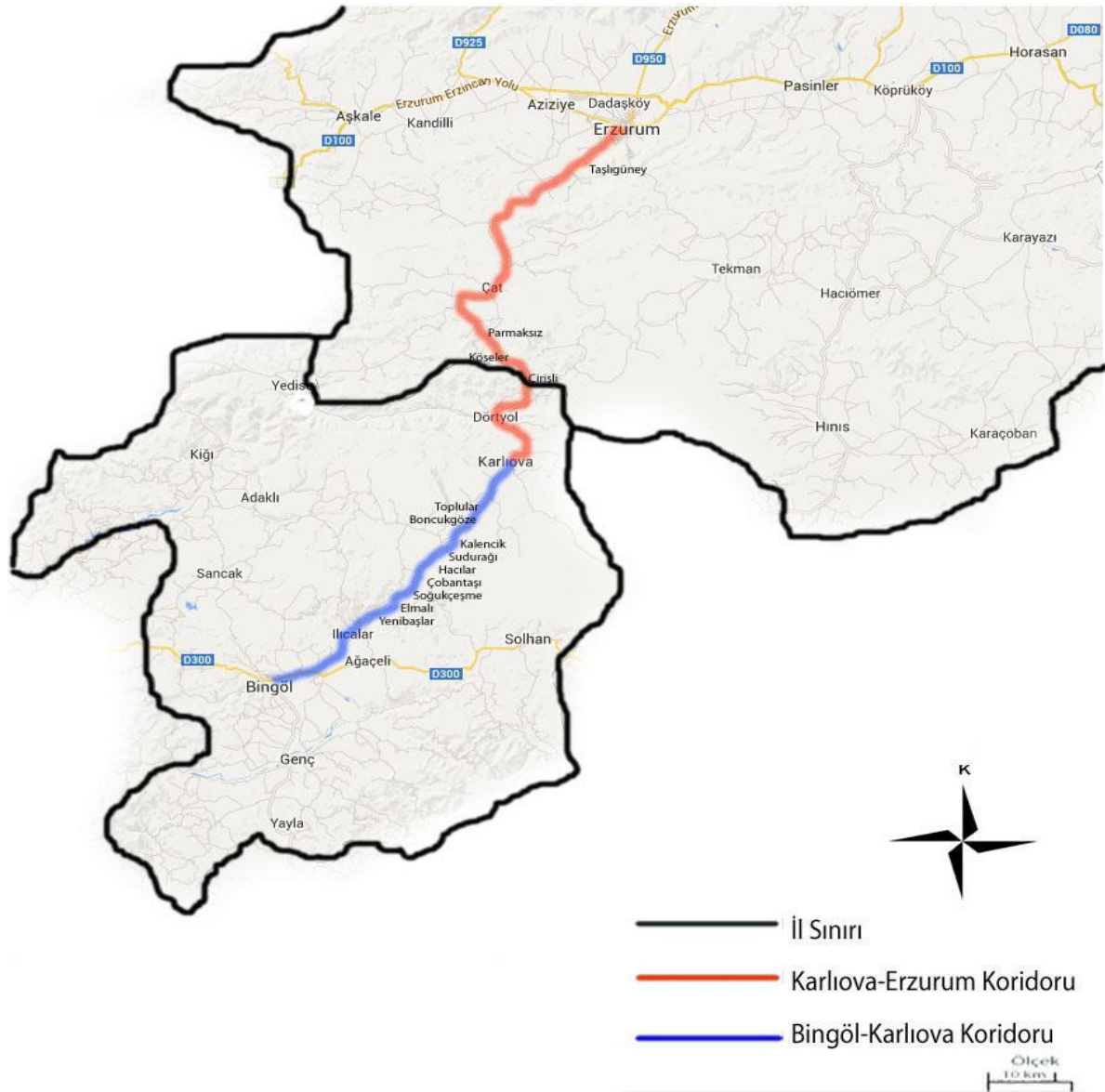
Ülkemizde yapılan karayolu peyzaj planlama ile ilgili ilk çalışma; Saatçioğlu'nun (1960), yol kenarı ağaçlarının silvikültürel ve estetik özelliklerini incelediği çalışmadır. Daha sonra Akdoğan (1967), Ankara-İstanbul karayolu peyzaj planlamasının özelliklerini ve ilkelerini saptamıştır. Ege kıyılarının peyzaj ve rekreasyon planlaması konusunda yaptığı araştırmada Bayraktar (1975), karayolları peyzaj planlamasına da yer vermiştir. İlk geniş kapsamlı peyzaj uygulama projesi Pamay ve arkadaşları tarafından Boğaz İçi Çevre Yolları'nın bazı kesimleri için yapılmıştır (Bayraktar, 1980). Daha sonra Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Karayolu Peyzaj Planlaması'nın değişik yönlerini içeren bir seminer hazırlanmış ve bildirileri yayınlanmıştır (Anonim 1979). Yine Acar (1993), Trabzon-Rize arası karayolu ve yakın çevresinin doğal, sosyo-kültürel ve görsel değerlerinin peyzaj gelişimindeki rolü ve peyzaj planlama açısından incelenmesi üzerine yaptığı araştırmada; karayolu ve yakın çevresinde planlı bir peyzaj gelişimi sağlayabilmek için yolun "manzara yolu" olarak değerlendirme olanaklarını araştırmıştır. Altunal (1998) ise, karayolları ağaçlandırma çalışmalarının kritiği yapmış, karayolları ağaçlandırmasında tür seçiminin üzerinde durmuştur. Manzaranın görsel açıdan değerlendirilmesinde, görüş uzaklığı, gözlem süresi, gözlemci sayısı, gözlemcinin bakış pozisyonu, havanın açık veya kapalı olması etkilidir. Manzaranın değerlendirilmesinde, gözlemcilerin ilgi alanları da önemlidir. Farklı insanların farklı özel aktivitelerle ilgilenmesi manzaraya bakış açısını ve yorumlamalarını etkiler. Peyzaj karakteri kavramı bir alanın imajını kapsar. Çeşitliliği ve uyumu içeren manzaralar, yüksek peyzaj değerinden dolayı en büyük potansiyeldir. Mevcut peyzaj karakteri manzaranın ve bir yerin estetik imajı ile birlikte tanımlanabilir. Manzara çekiciliği peyzaj bütünlüğü için önemlidir. Bir peyzajın manzara çekiciliğinin ölçülmesi; bitki örtüsü özellikleri, su karakterleri, arazi şekillerine dayanır. Çevresel faktörler ve doğal olaylar manzara çekiciliğini oluşturur (Anonymous 2001). Görsel peyzaj kalitesi "bir peyzajın göreceli olarak estetik kusursuzluğu" olarak da tanımlanabilir ve gözlemcinin beğenisi aracılığı ile ölçülebilir (Elinç 2011). "Görsel kalitenin ölçülmesi" kaynağa bir değer biçilmesini gerektirir. Kaplan ve Hepcan (2004)'a göre görsel (etki) değerlendirme çalışmaları, bir yerin ya da güzergahın görsel niteliklerini, mekân kurgusunu ve de sosyal yaşamını algısal temelde (göz başta olmak üzere tüm duyu organlarıyla) fonksiyonel bir ilişki içinde değerlendirmeye dayanmaktadır. Buradaki söz konusu değerlendirme ekonomik olmaktan öte, kullanıcının değer yargılarına göre belirlenen ve felsefi bir olgu olan estetik değerdir. Akılcı ve sağlıklı bir peyzaj planlama çalışmasında, plancı kendi estetik değerlerinin yorumundan önce, toplumun mevcut kaynak üzerindeki estetik yorumunu ortaya çıkarmak ve planlamalarda dikkate almak zorundadır (Erdönmez ve Kaptanoğlu 2007).

Kane (1981)'e göre görsel kalite analizi yapmanın gerekçeleri; Kültürel mirasımızın bir parçası olarak korunması gereken alanlarda ve bölgelerde, öncelikli koruma alanlarının belirlenmesine ve listelenmesine yardımcı olmak, araştırma alanlarını ve bölgelerini estetik yönden karşılaştıran bir yöntem ortaya koymak, özel

alanlarda peyzajın kalitesindeki olumsuz değişimlerin takibini periyodik değerlendirme yöntemleri ile saptamak, peyzajdaki değişimleri ve belirli türdeki insan aktivitelerinin etkilerini belirlemek için çalışma öncesi ve sonrası yapılacak işlemleri ortaya koyan bir yöntem sağlamak, çevresel tercihler için çok önemli olan algılanabilir faktörleri ve fiziksel peyzaj bileşenlerini ayıklamak ve tanımlamak, mümkün olduğu durumlarda belirli bir peyzajın estetik yönden cazip olup olmadığını nedenlerini ayrıntılı olarak yazabilmek, teknik kuramı, anlama yetilerimizin işleyişini, çeşitli sosyal gruplar arasındaki farkları, eğitim farklılıklarını daha iyi anlamak için, farklı kültürlerden ve çeşitli alt gruplardan (kadın/erkek, genç/yaşlı, ziyaretçi/yerli ve benzeri) peyzaj tercihlerini belirlemek üzere veriler toplamaktır.

MATERYAL ve METOT

Çalışma alanı olarak Bingöl-Karlıova-Erzurum D950 nolu devlet karayolu seçilmiştir. Güzergah, Bingöl, Karlıova, Çat ve Erzurum arasındadır. Bingöl, Karlıova, Çat ve Erzurum güzergahı 182 km'dir. Çalışma güzergahı ise, Bingöl-Kervansaray mevki ile Erzurum-Taşlıgüney arası olup toplamda 154 kilometredir (Şekil 1).



Şekil 1. Bingöl-Karlıova-Erzurum güzergâh haritası

Bingöl;

Bingöl İli Doğu Anadolu Bölgesi Yukarı Fırat bölümünde yer alır. Doğusu Muş, Kuzeyi Erzurum ve Erzincan, Batısı Tunceli ve Elazığ, Güneyi ise Diyarbakır İlleri ile çevrilidir. Bingöl İli 41°-20' ve 39°-56° doğu boylamları ile 39°-31' ve 36°-28° kuzey enlemleri arasında yer alır. İlin merkezi dışında Adaklı, Genç, Karlıova, Kiğı, Solhan, Yayladere ve Yedisu olmak üzere 7 ilçesi bulunmaktadır. İl Merkezi denizden 1151 metre

yükseklikte Çapakçur Ovası'nın kuzeybatı köşesinde Murat suyunu Genç İlçesi civarında kavuşan Göynük suyunun bir koluna hakim düzlük üzerinde kurulmuştur. Elazığ – Tatvan yolu üzerindeki Bingöl, daha önceleri burada vadi içinde kurulu iken şehrin 1950'lerden sonra hızla gelişmesi sonucunda hakim olan düzlüğe taşınmıştır.

İl sınırları içinde arazi oldukça engebeli ve yüksek olup tepelik alanlar çok geniş bir yer kaplar. İlin dört tarafı dağlar ile çevrilidir. Bölgedeki başlıca dağlar; Bingöl Dağı (3250), Genç Dağı (2940m.), Şeytan Dağı (2906m.) ve Şerafettin Dağı (2544m.)'dir. Akarsu bakımından da zengin kaynaklara sahip olan Bingöl ili; Peri suyu, Murat Nehri ve Göynük Suyu gibi önemli akarsulara sahiptir. İl sınırları içerisinde buzullar tarafından açılmış sirk adı verilen bol sayıda küçük göl vardır. Gölbahri, Kerkis Gölü, Sar Gölü, Harem Gölü, Karlı Göl bu göllerden bazılarıdır. Doğu Anadolu'nun en zengin orman alanlarına sahip illerinden biri olan Bingöl ilinde Meşe (*Quercus ssp.*) ormanları yaygındır. Ormanlık alanlar 1900 m. yüksekliğe kadar yayılış gösterirler. Ormanların uzun süre tahrip edilmesi sonucu ormanlık alanlar yerini step bitki örtüsüne bırakmıştır (Anonim 2013d).

Karlıova;

Karlıova ilçesi, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nde, Bingöl ilinin kuzeydoğusunda, Bingöl ve Şeytan Dağları'nın arasındaki ovada kurulmuştur. Kuzeyinde Erzurum-Çat, kuzeydoğusunda Erzurum-Tekman, güneyinde Bingöl-Solhan, güneydoğusunda Muş-Varto, batısında Bingöl-Kiğı ilçeleri ile güneybatısında Bingöl il merkezi ile çevrilmiştir. Karlıova ilçesi 41° 02' doğu boylamı ile 39° 21' kuzey enleminin kesiştiği noktada yer alır. Karlıova 1392 km yüzölçümüne sahip olup Bingöl ilinin %16.6'sını kapsar. İlçe Bingöl iline 75 km mesafededir. İlçenin deniz seviyesinden yüksekliği 1940m'dir. Dağlar ve engebeli araziler büyük bir alan kaplamaktadır. Düzlük alanlar ancak %7,5 civarındadır. İlçe topraklarının %83'ü dağlarla kaplıdır. Bu dağların yüksekliği şöyledir: Bingöl Dağı (3250m.), Şerafettin Dağı (2544 m.), Şeytan Dağı (2906m.) ve Çavresi Dağı (2793m.) Bu dağların dışında Kartal ve Hırhal gibi dağlar da bulunmaktadır. Şerafettin dağı ile Çavresi Dağı'nın birbirinden uzaklaşarak genişlediği alanda Karlıova Ovası meydana gelmiştir. Göynük Suyu ve Peri Suyu bu ovayı çeşitli yönlerde bölmüştür. Ayrıca ilçe topraklarının büyük bir kısmı yayla ve platolarla kaplıdır (Anonim 2013e).

Çat;

Erzurum ilinin güneyinde yer alan Palandöken dağların güney batısındaki 1960 metre rakıma sahip, volkanik ve kayalık, etrafı tepelerle çevrili bir arazi görünümü arz eden yüksek platoların geniş alanlara yayıldığı, fazlaca düzgün arazinin olmadığı kısmen çorak ve tuzlu topraklara sahip bir yapıda olan ilçenin, doğusunda Tekman ilçesi, Batısında Tercan ilçesi, Kuzeyinde Erzurum ili ve Güneyde Bingöl İli, Karlıova ve Yedisu ilçeleri ile çevrilidir. 1986 yılında hizmete giren Erzurum - Bingöl Karayolu Çat'tan geçmektedir. Erzurum iline 52 Km. ve Bingöl ilinin Karlıova ilçesine 61 Km. uzaklıktadır. Yüzölçümü 1386 km² olup, Palandöken dağları eteklerinden gelen Tuzluca ve Ağa köyü çayları ilçeyi iki taraftan çevirir. İklim olarak tipik karasal iklim özelliği taşıyan Çat ilçesinde kış ayları şiddetli olup, yaz ayları sıcak ve kurak geçer. Yağmur genelde bahar aylarında yağar. Kış aylarında ısı derecesi -10°C ila -18°C olup, zaman zaman -35°C, -40°C bulur. Ekonomik yönden fazla gelişme göstermeyen ilçede, geçim hayvancılıkla sağlanmaktadır (Anonim 2013f).

Erzurum;

Erzurum ili 25.066 km² araziye sahip iki bölgede birden toprakları bulunan ve arazi bakımından Türkiye'nin 4. büyük ili konumundadır. Kuzeyinde İspir, Narman, Oltu, Olur, Pazaryolu, Tortum ve Uzundere ilçelerinin toprakları Doğu Karadeniz bölgesi sınırları içerisinde kalmaktadır. Geriye kalan bölüm ise Doğu Anadolu bölgesi sınırlarında yer alır. Erzurum ili, genel olarak yüksek arazilerden oluşur. Örneğin platoların deniz seviyesine göre yükseklikleri 2000 m' yi bulur, bunların üstünde yer alan dağların yükseklikleri ise, 3000 m. ve daha yüksektir. Platolar ve dağlar arasında, yükseklikleri yaklaşık 1500 ila 1800 metrelere ulaşan depresyon ovalarıyla oluklar yerleşmiştir. Karasu-Aras Dağlarının bazı dağ kütleleri, Erzurum ili arazisini güneyde engebelenmiştir. Bunların en önemlileri, Erzurum kenti ve Erzurum ovası (825 km²) güneyinde yer almakta olan Palandöken Dağları (Büyük Ejder 3176 m.) ve Pasinler Ovası (540 km²) güneyinde yer alan Şahveled Dağları (Çakmak Dağı 3063 m.) olup, Bingöl Dağlarının kuzey yarısı da yine Erzurum ili sınırları içinde kalmaktadır. İl topraklarını kuzeyden engebelenenmiş olan dağlarsa, Kuzey Anadolu Dağlarının ikinci sırasına bağlı yükseltilerdir. Bunların başlıcaları, İspir ve Erzurum arasında yer alan Mescit Dağları (en yüksek nokta 3239 m), onların doğusundaki Kargapazarı Dağları (Dumlu Dağı 3169 m.) ve bir kısmı Kars ili sınırları içinde kalan Allahuekber Dağlarıdır. Söz konusu edilen bu kuzey ve güneydeki dağların arasına, iki önemli depresyon ovası yerleşmiştir. Bunlar Erzurum kentinin de kenarında kurulmuş olduğu Erzurum ovası ve Hasankale ovası olup, her iki ovayı birbirinden, 2030 m. yükseklikteki Deveboynu beli ayırır. Bunlardan Erzurum ovasının en alçak kesimi 1850 m, Hasankale ovasınıki ise, 1650 m. kadardır (Anonim 2013g).

Bingöl-Karlıova-Erzurum güzergâhının manzarasının görsel kalitesi değerlendirebilmek için, güzergâh iki koridora ayrılmıştır. Birinci koridor Bingöl-Karlıova arası, ikinci koridor Karlıova-Erzurum arası olarak belirlenmiştir. Birinci koridor olan Bingöl-Karlıova arası 61 km olup, koridordaki tek ilçe Karlıova olup çok sayıda köy yer almaktadır. Koridorda Bingöl Dağı (3250 m), Şerafettin Dağı (2544 m), Şeytan Dağı (2906 m) gibi yüksek dağlar bulunmaktadır. Koridor boyunca Elmalı Deresi ve Göynük Suyuna rastlanmaktadır. Yine koridorun 20. kilometresinde termal suları ile ön planda olan Ilıcalar beldesi (Şekil 3.19) ve 35. kilometresinde Soğuk Çeşme Köyündeki bahçe restoranları yöresel yemekleri (Kavurma ve Tava) ile koridordaki görülmesi, ziyaret edilmesi gereken yerlerdir (Şekil 3.20). İkinci koridor olan Karlıova-Erzurum güzergâhı 93 km'dir. İkinci koridor doğal ve kültürel yapı bakımından Bingöl-Erzurum arasında bir geçiş bölgesi niteliğindedir. 1. bölgede çoğunlukla meşe (*Quercus ssp.*) ormanları hakimken, yaban armudu (*Pyrus ssp.*), alıç (*Crataegus ssp.*), kavak (*Populus ssp.*), huş (*Betula ssp.*) elma (*Malus ssp.*), erik (*Prunus ssp.*), söğüt (*Salix ssp.*), ılgın (*Tamarix ssp.*), bulut ağacı (*Cotinus ssp.*), kadıntuzluğu (*Berberis ssp.*), dişbudak (*Fraxinus ssp.*) türlerine de rastlanılmaktadır. 2. Bölgede step bitki örtüsü ve gevenler (*Astragalus ssp.*) hakimken, meşe (*Quercus ssp.*), ardıç (*Juniperus ssp.*), söğüt (*Salix ssp.*), kavak (*Populus ssp.*), ılgın (*Tamarix ssp.*), huş (*Betula ssp.*) türlerine de rastlamak mümkündür. Bingöl ilinin en uzun akarsuyu olan Peri Suyu ikinci koridorda güzel manzara örneklerini sunmaktadır. Yine birinci koridorda 1150 m'lerde olan rakım güzergâhı boyunca 2000 rakımlara doğru çıkmakta ve ikinci koridorda etkisini tamamen göstermektedir.

Metot

Çalışma amacı belirlendikten sonra literatür taraması yapılmış, akabinde araştırma güzergâhının doğal ve kültürel değerleri ile mevcut rekreasyon değerleri belirlenerek güzergâh iki koridora ayrılmıştır. Araştırma güzergâhını kullanan kişilere güzergâhta otobüste seyahat esnasında taleplerinin tespiti için anket uygulaması yapılmıştır (Şekil 3). Çalışma güzergâhı doğal ve kültürel özellikleri göz önüne alınarak iki koridora ayrılmıştır. Görsel peyzaj kalitesini belirleyen kriterler oluşturulduktan sonra çekilen yaklaşık 1200 fotoğraf arasından her koridoru temsilen 12'şer fotoğraf, toplamda 24 fotoğraf seçilmiştir. Karayolu güzergâhı Bingöl-Karlıova (BK) koridoru ve Karlıova-Erzurum (KE) koridoru olmak üzere 2 koridora ayrılmıştır. Her bir koridor kendi içinde ortak, diğer koridorlardan farklı doğal ve kültürel özellikleri taşımaktadır. Bingöl-Karlıova koridorunda iklim daha ılıman bitki örtüsü sıklık ve çeşitlilik bakımından daha zenginken, ikinci koridor olan Karlıova-Erzurum koridorunda ise yüksek rakımdan dolayı dağlar, step bitki örtüsü ve sulak alanlar ön plandadır. Çalışma güzergâhını kullananların taleplerini tespit etmek için Bingöl-Karlıova-Erzurum güzergâhını kullanan yolcular ile otobüste yolculuk esnasında gidiş ve dönüşte toplam 60 (51geçerli) kişiye 15 soruluk yarı standart anket uygulaması yapılmıştır. Anket soruları kişisel özellikleri, alanla ilgili soruları ve genel soruları içermektedir. Alanla ilgili sorular, Bingöl-Karlıova-Erzurum güzergâhını ne sıklıkla kullanıldığını, hangi mevsimlerde seyahat etmek istediklerini, güzergâhtaki manzara kalitesi hakkındaki görüşlerini, güzergâhta yolculuk yapmaktan ne oranda hoşlandıklarını ve güzergâhtaki sosyal tesislerin ya da diğer eksiklikleri belirlemeye yöneliktir. Yapılan bu anketin istatistiksel değerlendirmesinde frekans analizi uygulanmıştır.

Peyzaj Özellikleri	Görsel kalite değerlendirilmesi yapılan fotoğraflar																			
	BK1.....BK12										EK1.....EK12									
	Puan aralığı: 1,2,3,4,5																			
Doğallık																				
Çeşitlilik																				
Gizem																				
Manzara																				
Uyum																				
İlginçlik																				
Güven																				
Canlılık																				
Heyecan																				
Özgünlük																				

Şekil 2. Fotoğrafların görsel kalite değerlendirilmesinde dikkate alınan peyzaj özellikleri

Bingöl-Karlıova-Erzurum karayolu güzergâhının manzara yolu olarak değerlendirilmesi amacıyla yapılan bu çalışmada Karahan ve Yılmaz (2004)'ün kullandığı "Görsel Kalite Analizi" yöntemi kullanılmıştır. Karayolu güzergâhının görsel analiz yardımıyla değerlendirilmesi için 2011 ve 2012 yılları arasında dört mevsim fotoğraflar çekilerek, arazi yapısı, sosyal ve kültürel ve jeolojik açıdan incelenmiştir. Çekilen Fotoğrafları değerlendirmek için anket çalışması yapılmıştır. Görsel Kalite Analizi'ni yapabilmek için memur, akademisyen ve öğrenci olmak üzere Bingöl Üniversitesinde toplamda 250 (208 anket değerlendirmeye alınmıştır) kişiye görsel kalite anket formu hazırlanarak uygulanmıştır. Fotoğraflar Power Point sunusu şeklinde hazırlanmış ve öğrencilere değerlendirmeleri için sunulmuştur (Şekil 4). Akademisyen ve memurlar içinde fotoğraf çıktıları alınarak birebir gösterilerek fotoğraflar puanlandırılmıştır. Katılımcılardan karşılaştırma yaparken Bingöl-Karlıova (BK) koridorundaki 12 fotoğraf (Şekil 5) ve yine Karlıova-Erzurum (KE) koridorundaki 12 fotoğraf (Şekil 6) için belirlenen 10 parametreye (Şekil 2) 1 ile 5 arasında (en düşük puan 1, en yüksek puan 5 olacak şekilde), her bir fotoğrafa birbirinden bağımsız puan vermeleri istenmiştir. Her slayt eşit sürede gösterilerek fotoğraflar hakkında yorum yapılmamıştır. Farklı program ve bölümlerden öğrencilere, akademisyen ve memurlara yapılan anketlerde belirlenen 10 kritere göre verilen puanlar neticesinde hangi koridorun görsel kalite analizi ile yüksek puan aldığını öğrenmek amaçlanmıştır.

Anketin son aşamasında ise katılımcıların BK ve KE koridorlarına verdikleri puanlar sonucunda, en yüksek ve en düşük puanı alan fotoğraflar belirlenerek, peyzaj karakter tercihlerinin belirlenmesi, güzergâhın görsel kalitesi, manzara yolu olma ihtimalinin değerlendirilmesi, turizm ve benzeri rekreasyonel faaliyetlere ışık tutabilme ihtimalleri incelenmiştir. Anket sonuçlarının istatistik değerlendirilmesinde SPSS 16.0 programı kullanılarak Frekans Analizi ve T Testi uygulanmıştır.



Şekil 3. Güzergâhta yolcular ile yapılan anketten bazı fotoğraflar



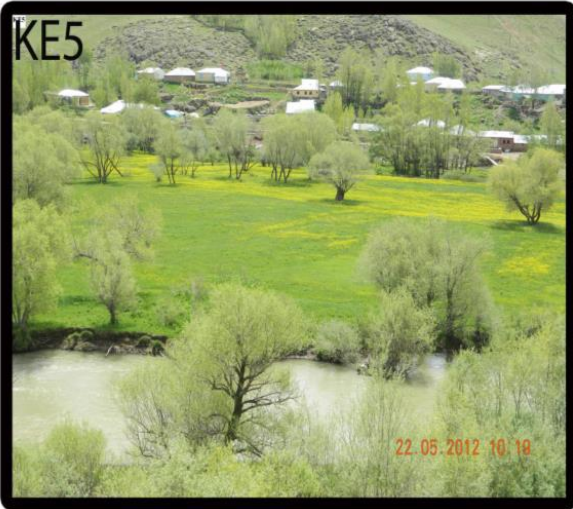
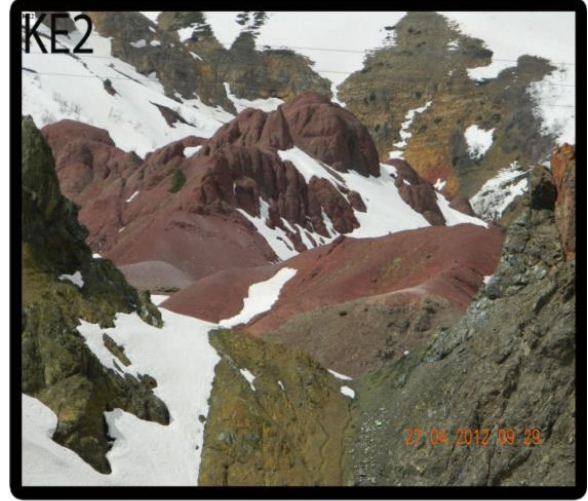
Şekil 4. Görsel kalite analizi anket uygulaması



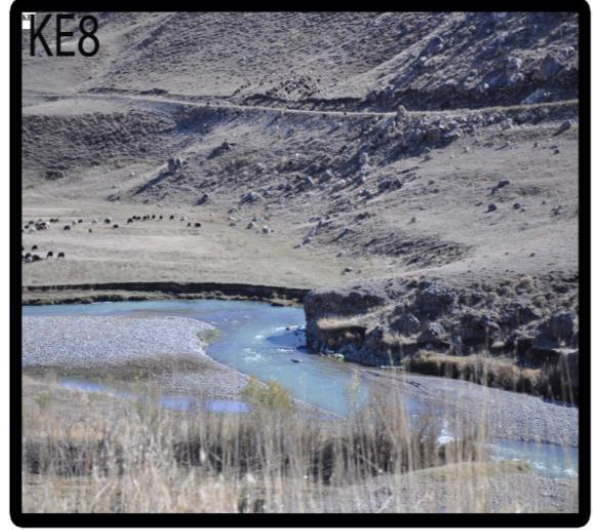
Şekil 5. Bingöl-Karlıova (BK) koridorunun görsel kalite değerlendirilmesinde kullanılan fotoğraflar



Şekil 5. Bingöl-Karlıova (BK) koridorunun görsel kalite değerlendirilmesinde kullanılan fotoğrafların devamı



Şekil 6. Karlova-Erzurum (KE) koridorunun görsel kalite değerlendirilmesinde kullanılan fotoğraflar



Şekil 6. Karlıova-Erzurum (KE) koridorunun görsel kalite değerlendirilmesinde kullanılan fotoğrafların devamı

BULGULAR ve TARTIŞMA

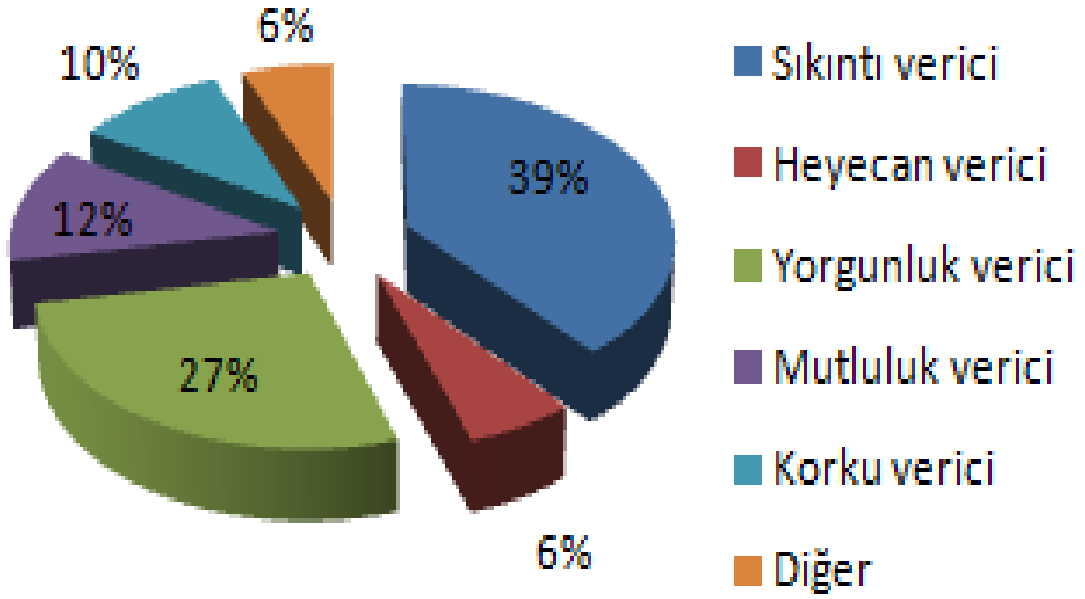
Araştırma alanı olarak seçilen Bingöl-Karlıova-Erzurum karayolu güzergâhının doğal, kültürel özellikleri, araştırma koridoru boyunca yerleşim alanları ve peyzaj özellikleri incelenmiştir. Araştırma güzergahını kullanan yolcular ile bire bir karşılıklı yapılan yarı standart anket sonuçları ve karayolu güzergahında çekilen manzara fotoğrafları ile yapılan görsel kalite anketinin sonuçları değerlendirmeye alınmıştır. Bu anketler sonucunda elde edilen veriler aşağıda verilmiştir. Bingöl-Erzurum karayolu güzergahında otobüste seyahat esnasında 60 kişi (51 geçerli) ile karşılıklı yapılan yarı standart anket analizleri başlıklar altında verilmiştir. Yapılan ankette katılımcılardan %27'si kadın ve %73'ü erkektir. Yapılan ankette katılımcılardan %39'u bekar ve %61'i evlidir. Yapılan ankette katılımcıların büyük çoğunluğu %39'luk bir oranla 26-35 yaş aralığında iken, en düşük oran ise %14 ile 50 yaş ve yukarıdır. Geriye kalan %31'lik kısım 15- 25 yaş aralığında iken %16'lık kısım 36-50 yaş arasındadır. Yapılan ankette katılımcıların %20'lik dilimini memurlar oluştururken, %16'lık birinci kısmını akademisyenler, ikinci %16'lık kısmını ise serbest meslek sahipleri oluşturmaktadır. Yolcuların %5'lik kısmını öğrenciler oluştururken, %12'lik kısmını da işçiler oluşturmuştur. Geriye kalan %30'luk kısmı ise diğer meslek sahipleri oluşturmaktadır. Yapılan ankete katılan yolcuların %33'lük birinci kısım lise mezunu iken yine %33'lük ikinci kısım üniversite mezunudur. %18'lik üçüncü dilim Master-Doktora seviyesindeyken, %16'lık en az oran ise ilköğretim mezunlarını göstermektedir. Yapılan ankete katılan yolcuların, %24'lük birinci çoğunluğu birkaç ayda bir yolculuk yaparken ikinci sırada %20'lik dilimle ayda bir kez yolculuk edenler izlemiştir. Üçüncü çoğunluk ise %18 ile yılda bir yolculuk ettiğini, %14'lük kesim ise haftada bir kez yolculuk yaptığını belirtmiştir. Geriye kalan %24 lük ikinci kesim ise verilen seçeneklerin dışında yolculuk yaptığını belirtmiştir. Yolcular ile yapılan ankette, yolcuların büyük çoğunluğu %53'lük bir oran ile sabah saatlerinde yolculuk yapmayı tercih ederken, %29'luk ikinci çoğunluk öğlen saatlerinde yolculuk yapmayı tercih etmektedir. Geriye kalan %18'lik kısım ise akşam saatlerinde yolculuk yapmayı tercih etmektedir. Yolcular ile yapılan ankette yolcuların %47'lik orandaki çoğunlu ilkbahar mevsiminde seyahat etmek istediğini, %2'lik en düşük kısmı ise kışın yolculuk yapmak istediğini belirtmiştir. %39'luk ikinci büyük çoğunluk yazın yolculuk yapmak isterken, %12'lik kısım ise sonbaharda yolculuk yapmayı tercih ettiğini belirtmiştir(Şekil 7).

S.N	Soru	Seçenek	Yüzde(%)
1	Cinsiyet	Erkek	%73
		Kadın	%27
2	Medeni durum	Evli	%61
		Bekar	%39
3	Yaş aralığı	15-25	%31
		26-35	%39
		36-50	%16
		50 ve üzeri	%14
4	Meslek	Memur	%20
		Akademisyen	%16
		İşçi	%12
		Serbest meslek	%16

		Öğrenci	%5
		Diğer	%30
5	Eğitim durumu	İlköğretim	%16
		Lise	%33
		Üniversite	%33
		Master-doktora	%18
6	Yolculuk yapma sıklığı	Haftada bir	%14
		Ayda bir	%20
		Birkaç ayda bir	%24
		Yılda bir	%18
		Diğer	%24
7	Yolculuk için tercih edilen saatler	Sabah	%53
		Öğlen	%29
		Akşam	%18
8	Yolculuk için tercih edilen mevsim	İlkbahar	%47
		Yaz	%39
		Sonbahar	%12
		Kış	%2

Şekil 7. Katılımcı profilinin belirlenmesi

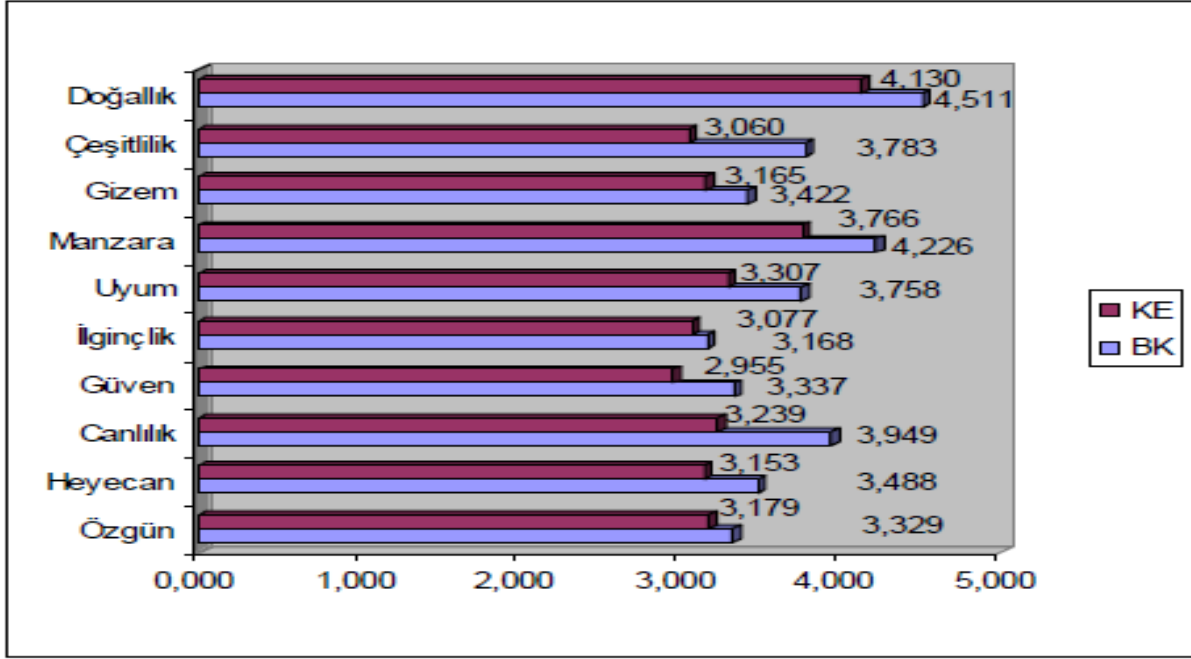
Yolcular ile yapılan ankette katılımcıların %70'lik büyük çoğunluğu güzergahın sosyal tesisler bakımından yeterli olmadığını belirtirken, %16'lık kesim ise yeterli olduğunu belirtmiştir. Geriye kalan %14'lük kesim ise konu hakkında yorum yapmamıştır. Yolcular ile yapılan ankette, ankete katılan yolcuların %39'luk büyük çoğunluğu, yolun kendilerine sıkıntı verdiğini, %27'lik ikinci çoğunluk ise yorgunluk verdiğini belirtmiştir. %12'lik üçüncü kısım mutluluk verdiğini, %10'luk kısım ise korku verici olduğunu belirtmiştir. Geriye kalan %6'lık iki dilimde ise yolcular heyecan verici olduğunu ve diğer seçeneğini işaretlemişlerdir(Şekil 8).



Şekil 8. Yolun insanlar üzerindeki psikolojik etkileri.

Yolcular ile yapılan anket sonuçlarına göre, ankete katılan yolcuların %34'lük büyük çoğunluğu, güzergâhta yolculuk yapmaktan hoşlanmadığını, %31'lik kesim ise hiç hoşlanmadığını belirtmiştir. Yolcuların %33'ü yolculuktan hoşlandığını belirtirken, %2'lik geriye kalan kısım çok hoşlandığını ifade etmiştir. Yolcular ile yapılan anket sonuçlarına göre, ankete katılan yolcuların %52'lik çoğunluğu dağlardan hoşlandığını belirtirken, İkinci Çoğunluk (%24) Bitki Örtüsünden hoşlandığını belirtmiştir. %20'lik üçüncü çoğunluk ise sulak alanlardan hoşlandığını, %4'lük kısım ise diğer özelliklerden hoşlandığını belirtmiştir. Yolcular ile yapılan anket sonuçlarına göre, ankete katılan yolcuların %54'lük büyük çoğunluğu güzergâhtaki manzara kalitesinin önemli olduğunu savunurken, %24'lük ikinci çoğunluk ise çok önemli olduğunu belirtmiştir. %20'lik kesim manzara kalitesinin kendileri için olmadığını belirtmiş, %2'lik kısım ise konu ile alakalı bir fikirlerinin olmadığını belirtmiştir.

Güzergâhta yolculuk yapan kişiler ile birebir yapılan ankette, ankete katılanların büyük çoğunluğu (%40) güzergâhın manzara yolu olma özelliğini taşıdığını düşünürken %8'lik kısım konuyla alakalı bir fikirlerinin olmadığını belirtmiştir. %18'lik ikinci çoğunluk ise kesinlikle taşıdığına katılmıştır. Bir diğer %18'lik kesim taşımadığını, kalan %16'lık kesimde, kesinlikle manzara yolu özelliğini taşımadığını düşünmektedir. Bingöl-Karlıova-Erzurum karayolu güzergâhında belirlenen Bingöl-Karlıova (BK) ve Karlıova-Erzurum (KE) koridorlarının görsel peyzaj kalite analizinde kullanılmak amacıyla her koridor için seçilen 12 adet fotoğrafın, değerlendirmeye tabi tutulan 10 parametrenin her biri için ayrı ortalaması alınmıştır. Belirlenmiş olan her bir koridor için seçilen 12 fotoğraf 10 peyzaj özelliğine göre 1 ile 5 aralığında puan verilmesi istenmiştir. Her iki koridorda en yüksek ortalamayı doğallık parametresi için almıştır (BK 4.511) ve (KE 4.130). En düşük parametre ortalamaları ise Bingöl-Karlıova Koridoru (BK) için İlginçlik (3.168) ve Karlıova-Erzurum (KE) koridoru içinse Güven (2.995) parametresi almıştır. Bingöl-Erzurum Karayolu güzergâhı bir bütün olarak ele alındığında, Bingöl-Karlıova (BK) koridoru tüm parametre ortalamalarında Karlıova-Erzurum (KE) koridorunun üzerinde puan almıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Bingöl-Karlıova-Erzurum güzergâhının görsel kalite yönünden değerlendirilmesi

Bingöl-Karlıova-Erzurum güzergahı bütün özellikler açısından anlamlı bir farklılık ($P < 0.01$) göstermektedir. Bingöl-Karlıova (BK) güzergahı ile Karlıova-Erzurum (KE) güzergahı arasında görsel kalite açısından önemli bir farklılık bulunmuştur ($P < 0.01$). Ayrıca, Bingöl-Karlıova (BK) koridoru arasında belirlenen tüm peyzaj özellikleri arasında da çok önemli bir farklılık olduğu anlaşılmıştır. Karlıova-Erzurum (KE) koridoru içinde, doğallık, çeşitlilik, manzara güzelliği gibi tüm özellikler arasında çok önemli bir fark olduğu anlaşılmıştır. Çünkü tüm özellikler için ($P < 0.01$) değeri bulunmuştur. Bingöl-Karlıova (BK) ve Karlıova-Erzurum (KE) koridorları için seçilen 12'şer fotoğrafın tüm parametreler dahilinde aldıkları ortalama puanlar kıyaslandığında Bingöl-Karlıova (BK) koridoru (3.696) ve Karlıova-Erzurum (KE) koridoru (3.30) ortalama puan almıştır. Koridorlardaki tüm fotoğrafların ortalamasına göre BK koridoru doğallık parametresinde (4,511) ortalama puan, KE koridoru ise yine doğallık parametresinde (4,130) puan alarak en yüksek ortalama puanı almıştır (Şekil 10).

BİNGÖL-ERZURUM KARAYOLU GÜZERGAHI	Özellikler	Katılımcı Sayısı	T Değeri	Önem Durumu	Ortalama
Bingöl-Karlıova (BK)	Doğallık	208	225,942	0,000	4,511
	Çeşitlilik	208	150,832	0,000	3,783
	Gizem	208	132,388	0,000	3,422
	Manzara Güzelliği	208	188,965	0,000	4,226
	Uyum	208	156,234	0,000	3,758
	İlginçlik	208	128,404	0,000	3,168
	Güven	208	119,170	0,000	3,337
	Canlılık	208	150,610	0,000	3,949
	Heyecan	208	128,122	0,000	3,488
	Özgün	208	109,179	0,000	3,329
Karlıova-Erzurum (KE)	Doğallık	208	165,324	0,000	4,130
	Çeşitlilik	208	105,223	0,000	3,060
	Gizem	208	118,376	0,000	3,165
	Manzara Güzelliği	208	140,485	0,000	3,766
	Uyum	208	129,263	0,000	3,307
	İlginçlik	208	113,797	0,000	3,077
	Güven	208	105,903	0,000	2,955
	Canlılık	208	114,589	0,000	3,239
	Heyecan	208	112,780	0,000	3,153
	Özgün	208	105,101	0,000	3,179

Şekil 10. Bingöl-Karlıova-Erzurum güzergahı koridorlarının görsel kalite açısından farklılıkları

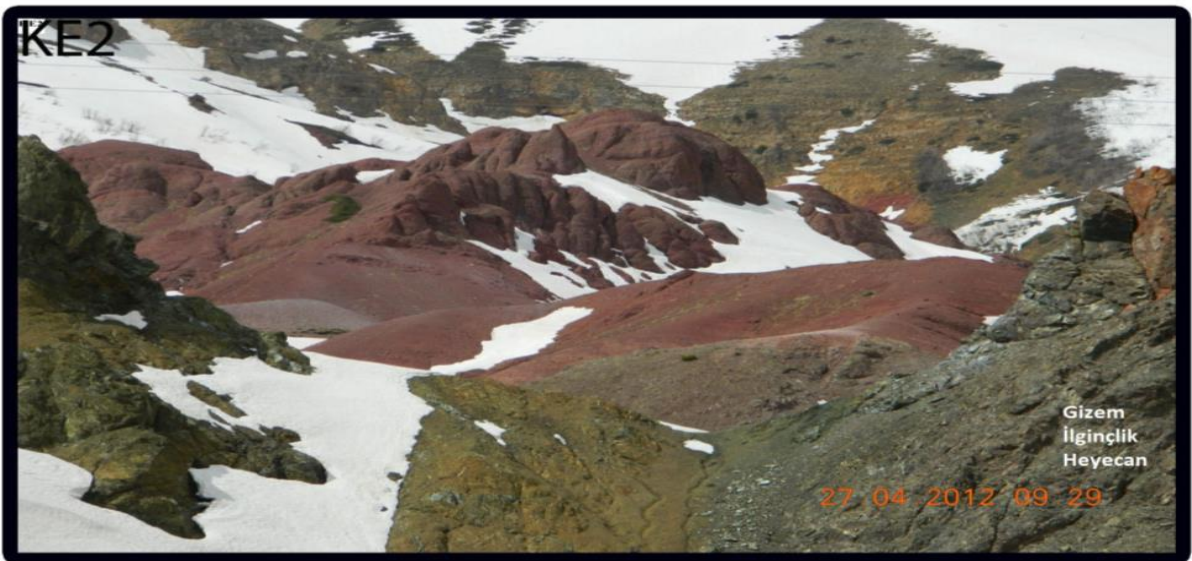
Bingöl-Karlıova (BK) ve Karlıova-Erzurum (KE) Koridorları içerisinde en yüksek puanı alan fotoğraflar kıyaslandığında, Bingöl-Karlıova (BK) koridorunda en yüksek Puanı BK12 nolu (4,057) fotoğraf ve Karlıova-Erzurum (KE) koridorunda ise KE5 nolu (4,119) fotoğraf almıştır(Şekil 11).



Şekil 11. Bingöl-Karlıova (BK) ve Karlıova-Erzurum (KE) koridorlarında en yüksek ortalama puanı alan görsel materyal



Şekil 12. Bingöl-Karlıova (BK) koridoru için seçilen 12 adet fotoğrafın belirlenen on parametreye göre en yüksek puanı alan görsel materyal.



Şekil 13. Karlıova-Erzurum (KE) koridoru için seçilen 12 adet fotoğrafın belirlenen on parametreye göre en yüksek puanı alan görsel materyal.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Çarpıcı doğal değerlere sahip bir arazide tasarlanan veya inşa edilen emniyetli, estetik olarak çekici ve trafiği sınırlı bir yol manzara yolu (scenic road), olarak tanımlanır. (Seçkin 1997). Manzara yolunun esas amacı, yol boyunca var olan emsalsiz objeler veya aktiviteler karşısında durup ilginç manzara seyri fırsatları bahşederek ziyaretçilere haz duyma imkânı sağlamaktır. Ziyaretçiler, manzara yolu üzerinde zevkle gezinti yapmak ve çevreyi seyretmek fırsatına sahip olmalıdır. Bu yol ve koridoru, örneğin tabiat, tarih, jeoloji veya arazi kullanım şekilleri gibi doğal ve yapay peyzaj objelerini ziyaretçiye takdim etmelidir (Bishop *et al* 2001). Geçmişte, yol tasarımı (dizaynı) sadece güvenli ve ekonomik yol strüktürün geliştirilmesinde karşılaşılan problemleri çözmek için bilimsel prensiplerin uygulaması olarak görülmüştür (Pragnell 1970). Fakat günümüzde bu yaklaşıma ilave olarak manzara yolları ve modern yolların geliştirilmesi eklenmiştir.

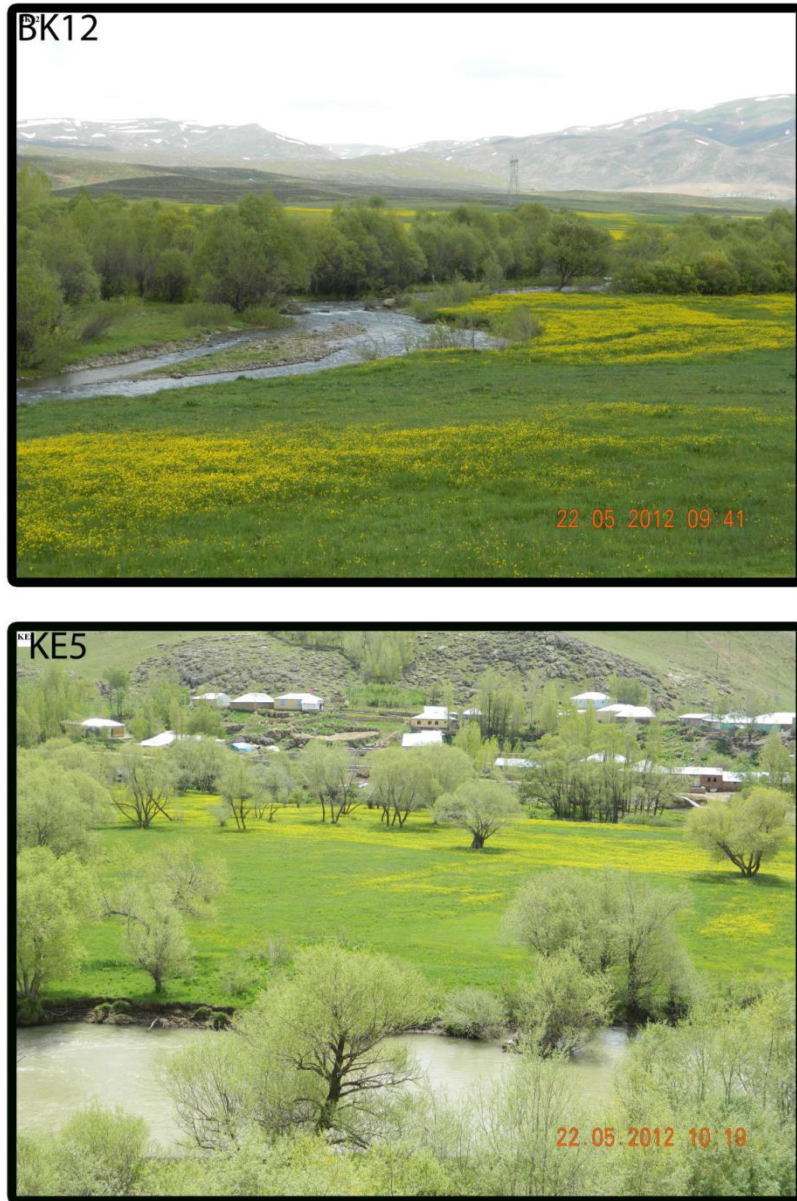
Geçmiş yıllarda yapılan bir çalışmaya göre Bingöl-Erzurum D950 karayolundan 10.08.2004 Salı günü 05:00 ile 13:30 saatleri arasında toplamda 30 adet araç geçmiştir (Sever 2005). Günümüzde güzergâhı kullanan araç sayısı günlük 1000'in üzerindedir (Anonim 2013h). Yolcular ile yapılan anketlerde bunu desteklemektedir. Yolcuların güzergâhı kullanma sıklıkları şu şekilde belirlenmiştir; yolcuların, %24'lük birinci çoğunluğu birkaç ayda bir yolculuk yaparken ikinci sırada %20'lik dilimle ayda bir kez yolculuk edenler izlemiştir. Üçüncü çoğunluk ise %18 ile yılda bir yolculuk ettiğini, %14'lük kesim ise haftada bir kez yolculuk yaptığını belirtmiştir. Geriye kalan %24 lük ikinci kesim ise verilen seçeneklerin dışında yolculuk yaptığını belirtmiştir. Erzurum-Bingöl karayolu, tarihi süreçte bilinen mevsimlik yollardan biridir (Tozlu 2002). Türk tarihinde yaylak diye geçen Bingöl, bu nedenle yaz yolu ve askerlerin konduğu yazlık ordugâh olarak kullanılmıştır (Evliya Çelebi 1999). Kışın ise, Tuzla Çayı ve Peri Suyu'nun yukarı çığırınının açmış olduğu doğal vadi güzergâhları tercih edilmiştir (Erzurum-Yavi-Suçatı). Kuşkusuz o yıllarda, böyle büyük engelleri ortadan kaldıracak modern iş makineleri ve teknikleri kullanılmadığından, daha uzun olan bu gibi yol güzergâhları, Cumhuriyet Dönemine kadar kullanılmıştır (Yazıcı 1995).

Günümüzde ise Bingöl-Erzurum karayolu dört mevsim kullanıma imkan verdiğini anket sonuçlarından anlaşılmaktadır. Yapılan anketlerde yolcuların; %47'lik orandaki çoğunlu ilkbahar mevsiminde seyahat etmek istediğini, %2'lik en düşük kısmı ise kışın yolculuk yapmak istediğini belirtmiştir. %39'luk ikinci büyük çoğunluk yazın yolculuk yapmak isterken, %12'lik kısım ise sonbaharda yolculuk yapmayı tercih ettiğini belirtmiştir. Güzergâhta yolculuk yapan yolcuların büyük çoğunluğunun sabah saatlerinde yolculuk yapmak istediğini yapılan anket sonuçlarından anlaşılmaktadır. Ankete göre; %53'lük çoğunluk sabah saatlerinde yolculuk yapmayı tercih ederken, %29'luk ikinci çoğunluk ise öğlen saatlerinde yolculuk yapmayı tercih etmektedir. Buradan yola çıkarak güzergâhta yolculuk esnasında, yol ve yol manzarası görmek istenildiği sonucuna varılmaktadır. Bingöl-Erzurum D950 karayolu güzergâhının geçmiş yıllara göre kullanımının büyük bir hızla artmasına rağmen karayolu güzergâhı üzerindeki sosyal tesislerin yetersiz olduğu yapılan anketler sonucunda ortaya konmuştur. Anketlere göre; katılımcıların %70'lik büyük çoğunluğu güzergâhın sosyal tesisler bakımından yeterli olmadığını belirtmiştir.

Bir manzara yolunun tasarımında, emniyetli ve ekonomik bir yol yapımı için bilimsel ilkelerin yanı sıra uygulamalı bilimin ve sanatsal yaklaşımların da dikkate alınması; diğer bir ifade ile emniyet ve ekonomiden başka, yolu kullananların psikolojik istek ve tepkilerinin de hesaba katılması gerekir. Bu cümleden yola çıkarak, yolun yakın çevresi ve bu çevrenin ziyaretçiler üzerinde yapacağı etkilerle ilgili bütün hususlar değerlendirmeye gireceği belirtilmiştir (Seçkin 1997). Yolcular ile yapılan ankette, yolcuların %39'luk büyük çoğunluğu, yolun kendilerine sıkıntı verdiğini, %27'lik ikinci çoğunluk ise yorgunluk verdiğini belirtmiştir. %12'lik üçüncü kısım mutluluk verdiğini, %10'luk kısım ise korku verici olduğunu belirtmiştir. Geriye kalan %6'lık iki dilimde ise yolcular heyecan verici olduğunu ve diğer seçeneğini işaretlemişlerdir. Seçkin (1997)'ye göre yolcuların istek ve taleplerinin dikkate alınması gerekmektedir. Bingöl-Erzurum karayolu güzergâhında en çok beğenilen karakteristik özelliğin dağlar olduğu ve bunu bitki örtüsü ile sulak alanların izlediğini yapılan anket sonuçları ortaya koymaktadır. Yolcuların %52'lik çoğunluğu dağlardan hoşlandığını belirtirken, ikinci çoğunluk (%24) bitki örtüsünden hoşlandığını belirtmiştir. %20'lik üçüncü çoğunluk ise sulak alanlardan hoşlandığını, %4'lük kısım ise diğer özelliklerden hoşlandığını belirtmiştir. Bingöl-Erzurum karayolu güzergâhını kullanan yolcuların %34'lük büyük çoğunluğu, güzergâhta yolculuk yapmaktan hoşlanmadığını, %31'lik kesim ise hiç hoşlanmadığını belirtmiştir. Yolcuların %33'ü yolculuktan hoşlandığını belirtirken, %2'lik geriye kalan kısım çok hoşlandığını ifade etmiştir. Yine yolcuların, %54'lük büyük çoğunluğu güzergâhtaki manzara kalitesinin önemli olduğunu savunurken, %24'lük ikinci çoğunluk ise çok önemli olduğunu belirtmiştir. Güzergâhta yolculuk yapan kişiler ile bire bir yapılan ankette, ankete katılanların büyük çoğunluğu (%40) güzergâhın manzara yolu olma özelliğini taşıdığını %18'lik ikinci çoğunluk ise kesinlikle taşıdığına katılmıştır.

Bingöl-Erzurum karayolu güzergâhını kullanan yolcular ile yapılan anket sonuçları doğrultusunda; güzergâhın manzara yolu olma özelliği taşıdığını, yolcular için manzara kalitesinin önemli olduğunu ve güzergâhtaki peyzaj karakterlerinin (dağlar, bitki örtüsü ve sulak alanlar) beğenildiği ortaya çıkmıştır. Buna

rağmen yolcuların güzergâhtaki seyahatleri boyunca yolun kendilerine sıkıntı ve yorgunluk verdiğini ayrıca büyük çoğunluğun güzergâhta yolculuk etmekten hoşlanmadıklarını belirtmelerinin nedenini ise, güzergâhtaki yol çalışmalarına ve sert geçen iklim koşullarına bağlanmaktadır. Güzergâh boyunca belirlenen Bingöl-Karlıova ve Karlıova-Erzurum koridorların peyzaj özellikleri bakımından en fazla ortalama puanı doğallık ve manzara güzelliği parametrelerinden aldıkları tespit edilmiştir. Yine koridorlar kıyaslandığında 1. koridor olan Bingöl-Karlıova koridorunun tüm parametrelerin hepsinde 2. koridor olan Karlıova-Erzurum koridorundan daha fazla ortalama puan aldığını anket sonuçları doğrultusunda söyleyebiliriz. Koridorların doğal ve kültürel özellikleri, iklim ve bitki örtüsü gibi peyzaj özellikleri kıyaslandığında, Bingöl-Karlıova koridorunun güzergâh boyunca daha fazla yerleşim birimine, daha zengin bitki örtüsüne ve daha ılıman bir iklime sahip olduğundan dolayı yüksek puanı aldığını savunabiliriz. Bingöl-Karlıova (BK) ve Karlıova-Erzurum (KE) koridorlarını temsilen seçilen fotoğraflar içerisinde, en yüksek ortalama puanı alan fotoğraflar BK12 ve KE5'nolu fotoğraflardır. Her iki fotoğrafta da, güzergâhta yolculuk yapanların en çok beğendiği üç peyzaj özelliği; doğal bitki örtüsü, sulak alanlar, dağlar ve ilkbaharın kattığı renk etkisi aynı fotoğrafta görülmektedir(Şekil 14).



Şekil 14. Belirlenen iki koridorda en yüksek ortalama puanı alan fotoğraflar

En düşük ortalama puanı alan fotoğraflar ise BK2 ve KE9 fotoğraflarıdır. Bu fotoğraflarında özellik olarak yine birinci olan fotoğraflar kadar birbirine benzediğini söylemek mümkündür. Her iki fotoğrafta da çıplak bir yol ve çorak dağlardan oluşan bir manzara söz konusudur(Şekil 14).



Şekil 15. Belirlenen iki koridorda da en düşük puanı alan iki fotoğraf

Bingöl-Erzurum karayolu güzergâhının en büyük problemi, yolun özellikle kış aylarında trafiğe kapanması, heyelan ve çığ gibi tehlikeler ile karşı karşıya olmasıdır. Nitekim geçmişte yapılan çalışmalarda yolun dört gün boyunca ulaşıma kapandığı bilinmektedir (Sever 2005). Günümüzde yapılan ve hala yapımına devam eden çift yönlü yol çalışmaları ile en kötü kış şartlarında bile güzergâh ulaşıma kapanmamaktadır. Güzergâh boyunca sosyal tesislerin yetersiz olması da bir başka problem olarak gösterilebilir. Bu problemde günümüzde çözülmeye başlamıştır. Son bir yılda Çat-Erzurum arasında iki yeni benzin istasyonu ve Karlıova-Çat arasında da yine iki yeni istasyon hizmet vermeye başlamıştır. Güzergâh kuzey illerimiz ile güney ve güney doğu illerimizi birbirine bağlayan en kestirme yol özelliğine sahip olmasının yanı sıra hızla büyüyen, gelişen ve artan bir nüfusa sahip olan iki ilimizi birbirine bağlayan önemli bir yoldur. 182 km'lik bu güzergâhta hızla değişen karakteristik özellikleri (jeolojik yapı, bitki örtüsü ve kültürel değerler ve geleneksel yapı) fark etmemek mümkün değildir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ve değerlendirmeleri doğrultusunda faydalı olması düşünülen öneriler; Araştırma güzergâhındaki fiziksel koşullar (yol) iyileştirilmelidir. Sosyal tesisler artırılmalıdır. Konaklama ve mola amaçlı bungalov evler inşa edilmelidir. Güzergâh boyunca ihtiyaç duyulan yerlerde görsel

(manzara) ve fonksiyonel (tipi, heyelan vb.) amaçlı ağaçlandırma çalışmaları yapılmalıdır. Seyahat acentaları harekete geçirilmeli, konu ile alakalı web sitesi oluşturulmalı, broşürler hazırlanmalı, bakı noktaları belirlemek suretiyle tabelalar konulmalıdır. Güzergâhtaki kültürel değerler gastronomi (mutfak), termal tesisler ve rekreasyonel etkinliklerin tanıtımı yapılmalıdır. Bunun için bu çalışmanın ilgili yerlere (Karayolları Genel Müdürlüğü, Orman Bölge Müdürlüğü, Turizm İl Müdürlüğü, Belediyeler ve Valilikler) ulaştırılması gerekmektedir.

*: Bu çalışma 1. yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.


Teşekkür: Varsa eklenecek, yoksa silinebilir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Ahmet CAF  <https://orcid.org/0000-0002-4295-7703>

Hasan YILMAZ  <https://orcid.org/0000-0003-3768-4760>

KAYNAKLAR

- Acar, C. 1993. Trabzon-Rize arası karayolu ve yakın çevresinin doğal, sosyo-kültürel ve görsel değerlerinin peyzaj gelişimindeki rolü ve peyzaj planlama açısından incelenmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. 134 s. Trabzon.
- Akdoğan, G. 1967. Ankara-İstanbul Karayolu Güzergahının Peyzaj Özelliklerinin Etüdü ile Peyzaj Planlaması Yönünden Ele Alınması Gereken Problemler, Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınları, No. 158, Ankara.
- Akpınar E., Bulut Y. 2010. Ülkemizde Alternatif Turizm Bir Dalı Olan Ekoturizmi Çeşitlerinin Bölgelere Göre Dağılımı Ve Uygulama Alanları. III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi 20-22 Mayıs 2010 Cilt: IV Sayfa: 1575-1594
- Aksit, S. (2007) Doğal Ortam Duyarlılığı Açısından Sürdürülebilir Turizm, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Erciyes Üniversitesi, Sayı:23, 2007/ s 441-460.
- Altunal, M. 1998. Karayolları ağaçlandırma çalışmalarının kritiği, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Anonim 1994. Karayolları ve Çevre, El Kitabı, Çeviren Tuğba KİPER, İnşaat Yüksek Mühendisi.
- Anonim 2013a. <http://www.diyadinnet.com/YararlıBilgiler-440&Bilgi=t%C3%BCrkiye'de-turizm-ge%C3%A7mi%C5%9Fi-ve-turizm>
- Anonim 2013b. <http://www.ekoyapidergisi.org/269-turizm-ve-surdurulebilirlik.html>
- Anonim 2013d. <http://www.bingolkulturturizm.gov.tr/TR,56989/ilin-cografi-konumu.html>
- Anonim 2013e. http://www.karlioiva.gov.tr/default_b0.aspx?content=1000
- Anonim 2013f. <http://www.cat.gov.tr/ilcemiz.html>
- Anonim 2013g. <http://www.erzurum.gov.tr/cografi.asp>
- Anonim 2013h. <http://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/YolDanisma/CalismaYapilanYollar.aspx>
- Anonim2012a. http://tr.wikipedia.org/wiki/D%C3%BCnya_turizm_s%C4%B1ralamas%C4%B1
- Anonymous 1999. Visual Impact Assesment for Highway Projects. U. S. Department of transporta Federal Highway Administration, 136 s.
- Anonymous 2001. Looking beyond the trees. Visual Stewardship of the Working.
- Bayraktar, A. 1980. Karayollarının Ekolojik Baskılarının Peyzaj Mimarlığının Açısından İrdelenmesi ve İzmir-Ankara Karayolunda Bir Örnekleme Üzerime Araştırmalar, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 423, Ege Üniversitesi Matbaası, 90s., İzmir.
- Bayraktar, A., 1975. Ege Kıyılarında Bazı Tatil Köylerinde Peyzaj ve Rekreasyon Planlamasının Etüdü ile Turizm Gelişmesinde Bu Bakımdan Önemli Esasların Tespiti, Ege Üni. Zir. Fak. yayınları No: 249 (Doçentlik Tezi), Bornova-İzmir.

- Bishop I. D., 2003. Assessment of visual qualities, impacts, and behaviours, in the landscape, by using measures of visibility. *Environment and Planning B: Planning and Design* Volume 30, Issue 5, September 2003, Pages 677-688
- Evliya Çelebi, 1999. *Evliya Çelebi Seyahatnamesi-III*. (Yay. S. A. Kahraman-Y. Dağlı), Yapı Kredi Yay. İstanbul.
- Koç, N. 1979. Karayolları Ağaçlamasını İşlev ve Estetik Yararları, Teknik Yöntemleri. *Peyzaj Mimarlığı Dergisi Karayolları Özel Sayısı*, 13-18, Ankara.
- Özgen, Y. 1982. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Ordu-Hopa Arası Kıyı Yolunun Peyzaj Özellikleri; Peyzaj Mimarlığı Açısından Ortaya Koyduğu Sorunlar ve Çözümü Üzerine Bir Araştırma, K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Pragnel, R.C., 1970, *Scenic Road*, Second Edition, Engineering Technical Report, ETR-7700-2.
- Seçkin, Ö.B., 1997. *Peyzaj Yapıları II*. İstanbul Orman Fak. Yay. No: 235s, İstanbul
- Selimoğlu, B. 1994. Ülkemiz Otoyollarında Çevre, Düzenleme İlkelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Doktora Tezi, Ankara
- Sever R. 2005. Erzurum-Bingöl Karayolu'nda Ulaşımı Güçleştiren Coğrafi Etmenler Cilt 10, Sayı 14 (2005): Doğu Coğrafya dergisi
- Tozlu, S., 2002. Trabzon-Erzurum Anayolunun Mevsimlik Güzergâhları (Yaz ve Kış Yolları), İst. Üniv. Edb. Fak. Tarih Araştırma Merkezi, Anadolu'da Tarihi Yollar ve Şehirler Semineri, 21 Mayıs 2001, Bildiriler. Globus Dünya Basımevi, İstanbul.
- Uckun, C.G. ve Turkay, O. 2003 Alternatif Turizm Türlerinin Sürdürülebilirliği, Türkiye'nin Alternatif Turizm Potansiyeli ve Güncel Sorunları Konferansı, 3-4 Mayıs, Çankırı.
- Yazıcı, H.,1995. Sansa Boğazı'nın (Erzincan) Kara ve Demiryolu Ulaşımındaki Önemi. *Doğu Coğ. Der. Sayı:1*, s.456-471, Erzurum.

Bingöl ve Muş İllerinde Yetiştiriciliği Yapılan Yonca Popülasyonlarının Makro Element İçerikleri Açısından İncelenmesi

Erdal ÇAÇAN^{1*} , Kağan KÖKTEN² 

¹Bingöl Üniversitesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bingöl, Türkiye

²Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye

*Sorumlu yazar: ecacan@bingol.edu.tr

Geliş Tarihi: 01.11.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 24.11.2023 Kabul Tarihi: 24.11.2023

ÖZ

Bingöl ve Muş ili koşullarında yetiştiriciliği yapılan bazı yonca popülasyonlarının makro element içeriklerinin belirlenmesi amacıyla bu araştırma yürütülmüştür. Bu amaçla, Bingöl ve Muş illerinden toplam 29 adet yonca popülasyonuna ait tohumlar temin edilmiş ve bu tohumların Bingöl ili koşullarında ekimi yapılmıştır. Araştırmada, 2016-2018 yılları arasında üç yıl süreyle yetiştirilen 29 adet yonca popülasyonuna ait kuru otun içerdiği fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) oranları ile Ca:P ve K:(Ca+Mg) değerleri incelenmeye alınmıştır. İncelenen bu özellikler açısından istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Fosfor, potasyum, Ca:P ve K:(Ca+Mg) değerleri açısından popülasyonlar ve yıllar arasında ortaya çıkan farklılıkların önemli, kalsiyum ve magnezyum oranları açısından popülasyonlar arasındaki farklılıkların önemsiz, yıllar arasındaki farklılıkların da istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Popülasyon ve yıl interaksiyonları ise tüm özellikler açısından önemsiz bulunmuştur. Popülasyonlar arasında en yüksek fosfor oranını Sungu-2, en yüksek potasyum oranını da Kurudere ve Şenköy-1 popülasyonları vermiştir. En düşük Ca:P değerini de Sungu-2, en düşük K:(Ca+Mg) değerini de Arslanbeyli ve Sarıçiçek-3 popülasyonları vermiştir. Yıllar açısından bakıldığında popülasyonların sahip oldukları makro element içeriklerinin bitkinin tarlada kaldığı yıllar arasında büyük farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Yıllar ilerledikçe fosfor, potasyumun ve K:(Ca+Mg) değerlerinin azaldığı, kalsiyum, magnezyum ve Ca:P değerlerinin ise arttığı görülmüştür. Sonuç olarak popülasyonların fosfor, potasyum magnezyum ve K:(Ca+Mg) değerleri açısından ideal değerlere sahip oldukları, ancak kalsiyum oranlarının düşük ve Ca:P değerlerinin de yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Medicago sativa*, makro elementler, besin elementleri, Bingöl, Muş

Investigation of Macro Element Content of Alfalfa Populations Grown in Bingöl and Muş Provinces

ABSTRACT

This study was conducted to determine the macro element contents of some alfalfa populations cultivated in Bingöl and Muş provinces. For this purpose, seeds of 29 alfalfa populations were obtained from Bingöl and Muş provinces and these seed were sown in Bingöl province. In the study, phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca) and magnesium (Mg) ratios and Ca:P and K:(Ca+Mg) values in the hay belonging to 29 alfalfa populations grown for three years between 2016 and 2018 were examined. It was determined that there were statistically significant differences in terms of these traits. It was observed that the differences between populations and years in terms of phosphorus, potassium, Ca:P and K:(Ca+Mg) values were significant, while the differences between populations in terms of calcium and magnesium rates were insignificant and the differences between years were statistically significant. Population and year interactions were found insignificant for all traits. Among the populations, Sungu-2 gave the highest phosphorus rate and Kurudere and

Şenköy-1 populasyonları en yüksek potasyum oranını verdi. Sungu-2 en düşük Ca:P oranını ve Arslanbeyli ve Sarıçiçek-3 populasyonları en düşük K:(Ca+Mg) oranını verdi. Yıllara göre populasyonların makro element içeriklerinde büyük farklılıklar olduğu görüldü. Zamanla ilerledikçe fosfor, potasyum ve K:(Ca+Mg) oranları azaldı, kalsiyum, magnezyum ve Ca:P oranları arttı. Sonuçta populasyonların ideal potasyum, magnezyum ve K:(Ca+Mg) oranlarına sahip oldukları, ancak kalsiyum oranlarının düşük ve Ca:P oranlarının yüksek olduğu belirlendi.

Key words: *Medicago sativa*, macro elements, nutrient elements, Bingöl, Muş

GİRİŞ

Dünya’da ve ülkemizde en çok yetiştiriciliği yapılan yem bitkisi yaygın yoncadır (*Medicago sativa* L.). Yaygın yonca, kültürü yapılan en eski yem bitkisi olmasının yanı sıra aynı zamanda en değerli yem bitkisidir. Birçok ülke tarafından “yem bitkilerinin kraliçesi”, “yem bitkilerinin imparatoriçesi” veya “yem bitkilerinin babası” gibi isimlerle anılmaktadır. Yaygın yoncanın bu şekilde anılmasının veya bilinmesinin birçok nedeni bulunmaktadır. Bu nedenlerin başında uzun ömürlü bir bitki olması, adaptasyon yeteneğinin yüksek olması, bir vejetasyon döneminde birden fazla biçilebiliyor olması, iyi bir ekim nöbeti bitkisi olması ve ot verimi ile birlikte ot kalitesinin yüksek olmasından ileri gelmektedir (Soya ve ark., 2004; Avcioglu ve ark., 2009).

Yonca genel olarak kuru ot verimi amacıyla yetiştirilen bir yem bitkisidir. Yoncanın kuru ot verimi, ülkemizde bölgelere göre değişmekle birlikte kuru şartlarda 250-300 kg da⁻¹, sululu şartlarda ise 500-2500 kg da⁻¹ arasında değişmektedir (Soya ve ark., 2004; Avcioglu ve ark., 2009; Ekiz ve ark., 2011). Yoncanın ot verimi ve başta protein olmak üzere kalite özelliklerinin belirlendiği birçok çalışma ülkemizde yürütülmüştür (Turan ve ark., 2017; Cacan ve ark., 2018; Cacan ve ark., 2020; Yaryab ve Çağan, 2022).

Bütün bitkilerde olduğu gibi yoncada da verim ve kalitenin yanı sıra bitkinin içerdiği besin elementleri büyük önem taşımaktadır. Besin elementleri bitkide buldukları miktarlarına göre makro ve mikro bitki besin elementleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Bolat ve Kara, 2017). Bitkilerin içerdiği besin elementleri dengeli bir düzeyde olmalıdır. Besin elementlerin eksikliklerinde bu yemlerle beslenen hayvanlarda bazı sağlık problemleri ortaya çıkmakta, fazlalıkları ise hayvanlarda toksik etki yapmaktadır (Bükmeci ve ark., 2012).

Ülkemizde yoncaların sahip oldukları makro element içeriklerinin ele alındığı birçok çalışma yürütülmüştür. Örneğin; Özköse (2018) tarafından Konya ve Ankara illerinde yürütülen çalışmada; yoncada potasyum içeriği 2.06-3.95 g kg⁻¹, fosfor içeriği 13.65-23.25 g kg⁻¹, magnezyum içeriği 1.31-2.53 g kg⁻¹ ve kalsiyum içeriği 6.71-22.81 g kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. İncelenen yoncalarda çeşitler, lokasyonlar, yıllar ve bunların etkileşimleri arasında önemli istatistiksel farklılıklar olduğu bildirilmiştir. Tongel ve Ayan (2010)’ın Samsun ili koşullarında 19 yonca çeşidi ile iki yıl boyunca yürüttükleri çalışmalarında, yoncada kalsiyum içeriğini %1.60-1.61, magnezyum içeriğini %0.13-0.15, potasyum içeriğini %3.02-3.58 ve K/(Ca+Mg) değerini de 1.81-2.15 aralığında tespit etmişlerdir.

Benzer şekilde Engin ve Mut (2018)’un Yozgat ili koşullarında on farklı yonca çeşidi ile yürüttükleri çalışmalarında, yoncaların kalsiyum oranlarını %1.57-1.58, magnezyum oranlarını %0.29-0.30, fosfor oranlarını %0.38-0.41 ve potasyum oranlarını da %2.44-2.86 aralığında tespit etmişlerdir. İki yıllık çalışma neticesinde tüm yonca çeşitlerinin mineral madde içerikleri bakımından yeterli seviyedeki oldukları sonucuna ulaşmışlardır. Kalkanlı ve Başbağ (2022) tarafından Diyarbakır ilinde 8 yonca genotipi ile yapılan çalışmada, yoncaların ortalama potasyum oranları %2.110, kalsiyum oranları %1.652, magnezyum oranları %0.315, fosfor oranları %0.396, Ca:P değeri 4.191 ve K:(Ca+Mg) değeri 1.082 olarak tespit edilmiştir. Yine Diyarbakır koşullarında 24 farklı yonca genotipi ile yürütülen bir çalışmada; yonca genotiplerinin ortalama kalsiyum oranları %1.47-1.63, fosfor oranları %0.44-0.48, magnezyum oranları %0.33-0.37 ve potasyum oranları %2.65-3.16 arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Basbag ve ark., 2023).

Hayvancılık yapılan bölgelerde, yem bitkileri yetiştiriciliği yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Yem bitkileri içerisinde de en çok yetiştiriciliği yapılan bitkilerin başında yonca gelmektedir. Bingöl ve Muş illerinde de geçim kaynaklarının başında hayvancılık geldiği için uzun yıllardan bu yana bu bölgelerde yonca yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ancak Bingöl ve Muş illerinde yapılan yonca yetiştiriciliği, büyük oranda atadan dededen kalma tohumlar ile yapılmaktadır. 2022 yılında yaygın yoncanın Bingöl ilinde 77.818 da alanda ekiminin yapıldığı ve üretim miktarının 315.825 ton olduğu, Muş ilinde ise 481.063 dekar alanda ekiminin yapıldığı ve üretim miktarının 994.811 ton olduğu rapor edilmiştir (Anonim, 2023).

Yukarıda belirtildiği üzere, Türkiye’de yoncaların gerek verim ve kalitelerinin belirlenmesine gerekse de makro element içeriklerinin belirlenmesine yönelik birçok çalışma yürütülmüştür. Ancak populasyonların besin element içeriklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar kısıtlı düzeydedir. Bu nedenle Bingöl ve Muş illerinde

popülasyonlar ile yetiştiriciliği yapılan yoncaların sahip oldukları makro element içeriklerinin belirlenmesi bu çalışmanın amacı olmuştur.

MATERYAL ve METOT

Bu araştırma, Bingöl Üniversitesi Genç Meslek Yüksekokulu Araştırma ve Uygulama Alanında 2016 ve 2018 yılları arasında üç yıl süreyle yürütülmüştür. Bingöl ili Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesinde yer almaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü Genç ilçesi, Bingöl il merkezine 20 km mesafe olup, alanının deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 986 m'dir. Araştırma alanı, 38.749460 kuzey enlemi ile 40.536780 doğu boylamı koordinatlarında yer almaktadır.

Bu çalışmada, materyal olarak yerel yonca popülasyonlarına ait tohumlar kullanılmıştır. Bu tohumlar, 2015 yılında Bingöl ve Muş il merkezi ve ilçelerine bağlı köy ve mahalleler ile, yerel yonca yetiştiriciliği yapan üreticilerden temin edilmiştir. Toplam 29 adet yerel genotip toplanmıştır. Aynı köyden fakat farklı yetiştiricilerden alınan popülasyonlar kendi içerisinde numaralandırılmıştır (Sarıçiçek, Çeltiksuyu, Meşedalı, Şenköy ve Sungu) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan yerel yonca genotiplerinin temin edildiği yerler

	Temin edildiği köy/mahalle	il-ilçe
1	Garip Köyü	Bingöl Merkez
2	Küçüktekören Köyü	Bingöl Merkez
3	Kurudere Köyü	Bingöl Merkez
4	Kumgeçit Köyü	Bingöl Merkez
5	Kültür Mahallesi	Bingöl Merkez
6	Ortaköy Köyü	Bingöl Merkez
7	Sarıçiçek Köyü-1	Bingöl Merkez
8	Sarıçiçek Köyü-2	Bingöl Merkez
9	Sarıçiçek Köyü-3	Bingöl Merkez
10	Yelesen Köyü	Bingöl Merkez
11	Çeltiksuyu Köyü-1	Bingöl Merkez
12	Çeltiksuyu Köyü-2	Bingöl Merkez
13	Çeltiksuyu Köyü-3	Bingöl Merkez
14	Meşedalı Köyü-1	Bingöl Genç
15	Meşedalı Köyü-2	Bingöl Genç
16	Servi Köyü	Bingöl Genç
17	Çevirme Köyü	Bingöl Genç
18	Arslanbeyli Köyü	Bingöl Solhan
19	Mutluca Köyü	Bingöl Solhan
20	Bağlısa Köyü	Bingöl Karlıova
21	Taşlıçay Köyü	Bingöl Karlıova
22	Şenköy Köyü-1	Bingöl Yedisu
23	Şenköy Köyü-2	Bingöl Yedisu
24	Sungu Köyü-1	Muş Merkez
25	Sungu Köyü-2	Muş Merkez
26	Sungu Köyü-3	Muş Merkez
27	Varto İlçesi	Muş Varto
28	Ziyaret Köyü	Muş Merkez
29	Üçdere Köyü	Muş Merkez

Bingöl Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden temin edilen iklim verilerine göre, Bingöl ilinin uzun yıllar (1990-2015) ortalama sıcaklığının 12.3 °C, yağış miktarının 917.8 mm ve nem oranının ise %56.6 olduğu görülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü 2016-2018 yetiştirme sezonunda, uzun yıllar ortalamasının biraz üzerinde sıcaklık değerleri (sırasıyla 12.8 °C, 12.8 °C ve 11.5 °C) ve uzun yıllar ortalamasının bir miktar altında nispi nem değerleri (sırasıyla %52.1, %51.6 ve %54.1) ile yağış miktarları alındığı (sırasıyla 832 mm, 709 mm, 905 mm) görülmüştür.

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinde yapılan analiz sonucunda; toprak yapısının kumlu-killi-tınlı yapıda (%59.5 kum, %18.2 kil, %22.3 silt), pH oranının nötr (7.26), az kireçli (%3.48), tuzsuz (0.34 mS cm⁻¹), organik madde oranı orta (%2.1) ve fosfor (5.1 kg da⁻¹, P₂O₅) miktarlarının da az olduğu görülmüştür.

Araştırmaya ait tarla denemesi 06.04.2016 tarihinde, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her parselin boyu 5 metre, her parselde 6 sıra ve sıralar arası 20 cm olacak şekilde ekim işlemi yapılmıştır. Dekara 3 kg olacak şekilde tohumluk hesaplanıp, el markörü yardımıyla açılan her sraya 3 gram tohum ekimi yapılmıştır. Ekim ile birlikte deneme alanına 4 kg azot ve 10 kg fosfor

gübrelemesi yapılmıştır. Sonraki yıllarda herhangi bir gübreleme yapılmamıştır. Tarla denemesi sulu koşullarda yürütülmüştür. Parsellerin %10 çiçeklendiği dönemde (Basbag ve ark., 2009) biçim yapmak suretiyle, 2016 yılında 3 biçim, 2017 ve 2018 yıllarında ise 4 adet biçim yapılmıştır. Her parselden biçilen yeşil ot numunelerinden 0.5 kg örnekler alınarak kurutma fırınında 70 °C'de 48 saat (Anonim, 2001) tutularak kurutulmuştur. Kurutulan ot örnekleri öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. NIRS (near infrared spectroscopy) cihazı yardımıyla fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum oranları belirlenmiştir. Ca:P ve K/(Ca+Mg) içerikleri ise hesaplanarak elde edilmiştir.

Çalışma neticesinde elde edilen bulgular JMP istatistik paket programı yardımıyla üç tekerrürlü tesadüf blokları deneme desenine uygun olarak varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli çıkan faktör ortalamaları Tukey testi ile karşılaştırılmıştır (JMP, 2018).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Fosfor ve potasyum içerikleri açısından yonca populasyonları ile yıllar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli, yıl x populasyon interaksiyonunun ise önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 2).

Çizelge 2. Yonca populasyonlarında tespit edilen fosfor ve potasyum içerikleri

Populasyonlar	Fosfor (%)				Potasyum (%)			
	2016	2017	2018	Ortalama	2016	2017	2018	Ortalama
1 Arslanbeyli	0.41	0.39	0.37	0.39 ab	2.54	2.33	2.20	2.36 ab
2 Bağlıisa	0.38	0.42	0.41	0.40 ab	2.53	2.62	2.25	2.46 ab
3 Çeltiksuyu-1	0.39	0.40	0.39	0.39 ab	2.59	2.49	2.17	2.40 ab
4 Çeltiksuyu-2	0.40	0.40	0.37	0.39 ab	2.84	2.45	2.30	2.53 ab
5 Çeltiksuyu-3	0.40	0.39	0.39	0.39 ab	2.51	2.43	2.32	2.42 ab
6 Çevirme	0.42	0.39	0.38	0.40 ab	2.84	2.46	2.18	2.49 ab
7 Garip	0.38	0.39	0.37	0.38 ab	2.45	2.52	2.42	2.47 ab
8 Kumgeçit	0.42	0.40	0.39	0.41 ab	2.88	2.50	2.21	2.53 ab
9 Kurudere	0.41	0.39	0.39	0.40 ab	2.79	2.76	2.44	2.66 a
10 Küçüktekören	0.42	0.41	0.38	0.41 ab	2.71	2.54	2.43	2.56 ab
11 Kültür Mah.	0.39	0.40	0.41	0.40 ab	2.65	2.55	2.20	2.47 ab
12 Meşedalı-1	0.40	0.39	0.38	0.39 ab	2.76	2.43	2.20	2.46 ab
13 Meşedalı-2	0.42	0.38	0.38	0.40 ab	2.76	2.32	2.36	2.48 ab
14 Mutluca	0.38	0.40	0.37	0.38 ab	2.43	2.44	2.40	2.42 ab
15 Ortaköy	0.42	0.40	0.37	0.40 ab	2.67	2.49	2.37	2.51 ab
16 Sarıçiçek-1	0.41	0.39	0.39	0.40 ab	2.65	2.33	2.15	2.38 ab
17 Sarıçiçek-2	0.40	0.38	0.38	0.38 ab	2.65	2.25	2.24	2.38 ab
18 Sarıçiçek-3	0.39	0.39	0.39	0.39 ab	2.47	2.23	2.22	2.31 b
19 Servi	0.41	0.39	0.37	0.39 ab	2.94	2.47	2.36	2.59 ab
20 Sungu-1	0.40	0.40	0.41	0.41 ab	2.74	2.62	2.38	2.58 ab
21 Sungu-2	0.41	0.41	0.43	0.42 a	2.66	2.65	2.41	2.57 ab
22 Sungu-3	0.40	0.39	0.41	0.40 ab	2.57	2.54	2.37	2.49 ab
23 Şenköy-1	0.43	0.40	0.41	0.41 ab	2.94	2.68	2.41	2.68 a
24 Şenköy-2	0.42	0.41	0.39	0.41 ab	2.83	2.70	2.35	2.62 ab
25 Taşlıçay	0.41	0.40	0.41	0.41 ab	2.66	2.61	2.30	2.52 ab
26 Üçdere	0.38	0.39	0.37	0.38 b	2.54	2.45	2.17	2.39 ab
27 Varto	0.39	0.38	0.42	0.40 ab	2.73	2.58	2.08	2.47 ab
28 Yelesen	0.40	0.40	0.38	0.40 ab	2.67	2.33	2.31	2.44 ab
29 Ziyaret	0.40	0.40	0.41	0.40 ab	2.69	2.67	2.30	2.55 ab
Ortalama	0.40 A	0.39 B	0.39 B	0.40	2.68 A	2.50 B	2.29 C	2.49

CV (%): 4.98, P değeri (pop): 0.0069, P değeri (yıl): 0.0001, P değeri (pop x yıl): 0.0902

CV (%): 7.75, P değeri (pop): 0.0037, P değeri (yıl): 0.0001, P değeri (pop x yıl): 0.5564

* Aynı satır ve sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel önemsizdir. P: Önem düzeyi, CV: Varyasyon katsayısı

En yüksek fosfor oranı %0.42 oranı ile Sungu-2 populasyonundan, en düşük değer ise %0.38 ile Üçdere populasyonundan elde edilmiştir. Diğer tüm populasyonlar ise istatistiksel olarak en yüksek değeri veren grup içerisinde yer almıştır. 2017 ve 2018 yıllarında aynı fosfor oranları elde edilirken, 2016 yılında elde edilen fosfor oranının istatistiksel olarak daha yüksek olduğu görülmüştür. Potasyum oranlarına bakıldığında en yüksek değerlerin %2.68 ile Şenköy-1 ve %2.66 Kurudere populasyonlarından alındığı, en düşük değerlerin de %2.31 ile Sarıçiçek-3 populasyonundan alındığı görülmüştür. Geriye kalan diğer tüm populasyonlar, potasyum oranı açısından en yüksek değeri veren grup içerisinde yer almıştır. Yıllar açısından bakıldığında en yüksek değer 2016 yılında, en düşük değer ise 2018 yılından alındığı görülmektedir. Yıl ve populasyonların ortalaması olarak da potasyum oranı %2.49 olarak elde edilmiştir (Çizelge 2).

Kalsiyum ve magnezyum açısından sadece yıllar arasında oluşan farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu, populasyonlar arasındaki farklılık ile yıl x populasyon interaksiyonunun önemsiz olduğu görülmüştür. En yüksek kalsiyum oranı %1.83 ile 2018 yılından elde edilirken, en düşük değer %1.45 ile 2016 yılından elde edilmiştir. Magnezyum oranı ise en yüksek değerini %0.39 ile 2017 ve 2018 yıllarında verirken, en düşük değerini %0.36 ile 2016 yılında vermiştir. Yıllar ilerledikçe populasyonların kalsiyum ve magnezyum oranlarının arttığı görülmüştür. Popülasyon ve yılların ortalaması olarak da kalsiyum oranının %1.67 ve magnezyum oranının ise %0.38 olarak elde edildiği belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Yonca populasyonlarında tespit edilen kalsiyum ve magnezyum içerikleri

Populasyonlar	Kalsiyum (%)				Magnezyum (%)			
	2016	2017	2018	Ortalama	2016	2017	2018	Ortalama
1 Arslanbeyli	1.55	1.69	1.85	1.70	0.37	0.38	0.39	0.38
2 Bağlıisa	1.28	1.73	1.82	1.61	0.32	0.41	0.38	0.37
3 Çeltiksuyu-1	1.42	1.78	1.93	1.71	0.35	0.40	0.40	0.38
4 Çeltiksuyu-2	1.42	1.81	1.95	1.73	0.34	0.41	0.41	0.39
5 Çeltiksuyu-3	1.48	1.65	1.74	1.62	0.36	0.37	0.39	0.37
6 Çevirme	1.43	1.64	1.80	1.62	0.36	0.38	0.41	0.38
7 Garip	1.35	1.65	1.90	1.64	0.34	0.38	0.40	0.37
8 Kumgeçit	1.60	1.79	1.79	1.73	0.39	0.41	0.40	0.40
9 Kurudere	1.41	1.65	1.82	1.63	0.35	0.38	0.34	0.35
10 Küçükçekören	1.57	1.77	1.86	1.74	0.39	0.41	0.38	0.39
11 Kültür Mah.	1.43	1.80	1.85	1.69	0.35	0.41	0.41	0.39
12 Meşedali-1	1.48	1.82	1.88	1.73	0.36	0.41	0.41	0.39
13 Meşedali-2	1.51	1.66	1.85	1.67	0.37	0.39	0.40	0.39
14 Mutluca	1.30	1.78	1.88	1.65	0.34	0.40	0.39	0.38
15 Ortaköy	1.53	1.74	1.78	1.68	0.38	0.41	0.37	0.39
16 Sarıçiçek-1	1.47	1.77	1.70	1.64	0.38	0.39	0.39	0.39
17 Sarıçiçek-2	1.49	1.71	1.85	1.68	0.37	0.38	0.40	0.39
18 Sarıçiçek-3	1.39	1.72	1.91	1.67	0.36	0.39	0.44	0.39
19 Servi	1.48	1.70	1.72	1.63	0.35	0.38	0.36	0.36
20 Sungu-1	1.41	1.82	1.79	1.67	0.38	0.39	0.39	0.39
21 Sungu-2	1.47	1.61	1.88	1.65	0.39	0.39	0.42	0.40
22 Sungu-3	1.49	1.71	1.88	1.70	0.37	0.39	0.39	0.38
23 Şenköy-1	1.51	1.65	1.81	1.66	0.38	0.39	0.37	0.38
24 Şenköy-2	1.49	1.74	1.66	1.63	0.37	0.41	0.35	0.38
25 Taşlıçay	1.45	1.75	1.76	1.65	0.36	0.42	0.38	0.38
26 Üçdere	1.41	1.75	2.04	1.73	0.36	0.41	0.45	0.40
27 Varto	1.36	1.70	1.78	1.61	0.34	0.38	0.40	0.37
28 Yelesen	1.58	1.63	1.86	1.69	0.38	0.40	0.42	0.40
29 Ziyaret	1.39	1.74	1.78	1.64	0.37	0.40	0.38	0.38
Ortalama	1.45 C	1.72 B	1.83 A	1.67	0.36 B	0.39 A	0.39 A	0.38
CV (%): 6.66, P değeri (pop): 0.3301, P değeri (yıl): 0.0001, P değeri (pop x yıl): 0.0531					CV (%): 7.39, P değeri (pop): 0.1327, P değeri (yıl): 0.0001, P değeri (pop x yıl): 0.3046			

* Aynı satır ve sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel önemsizdir. P: Önem düzeyi, CV: Varyasyon katsayısı

Fosfor yetersizliği durumunda ruminant hayvanlarda idrar yolu sorunları ortaya çıkabilir ve hayvanlar, tahta, çuval gibi yem olmayan maddeleri yeme eğilimi gösterebilmektedirler (Kutlu ve ark., 2005). Jones ve ark. (1991), yoncada fosfor oranının %0.26-0.70 arasında olmasının yeterli olduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışmada yonca popülasyonlarının fosfor oranları %0.38-0.42 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). Daha önce yapılan çalışmalarda da yoncada fosfor oranının %0.28-41 arasında değişim gösterdiği farklı bölgelerdeki araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur (Dugalic ve ark., 2008; Engin ve Mut, 2018; Kalkanlı ve Başbağ, 2023). Daha önce araştırmacılar tarafından yürütülen bu çalışmalardan ve mevcut çalışmadan elde edilen fosfor içeriklerinin Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen sınır değerler içerisinde olduğu görülmektedir.

Potasyum yetersizliği durumunda ruminant hayvanlarda kasların zayıflaması, sallantılı yürüyüş, ishal ve zayıflama gibi durumlar ortaya çıkabilmektedir (Kutlu ve ark., 2005). Jones ve ark. (1991), yoncada potasyum oranının %2.00-3.50 arasında olmasının yeterli olduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışmada yonca popülasyonlarının potasyum oranları %2.31-2.68 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). Mevcut çalışmadan elde edilen bulguların, Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen sınır değerler içerisinde olduğu belirlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda da yoncada potasyum içeriğinin 17.3-30.8 g kg⁻¹ (Marković ve ark., 2009; Guerrero-Rodriguez ve ark., 2011; Zivkov-Balos ve ark., 2011; Özköse, 2018) ve %1.86-2.27 (Gürsoy ve Macit, 2017; Kalkanlı ve Başbağ, 2023) arasında değişim gösterdiği rapor edilmiştir. Genel olarak önceki çalışmalarda elde edilen sonuçların bir kısmının, Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen sınır değerlerin altında olduğu görülmektedir. Özellikle farklı bölgelerde toprakların potasyum açısından zayıf olması, bu düşüklüğün muhtemel nedeni olabileceği fikrini ortaya koymaktadır.

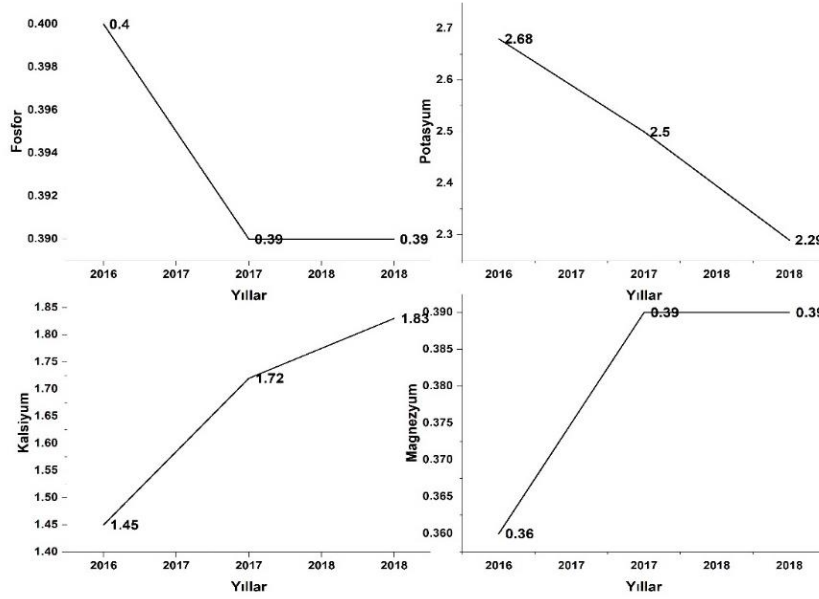
Kalsiyum, fosforla birlikte hayvanlarda kemik ve dişlerin oluşumunda büyük rol oynamakta ve dolayısıyla kalsiyum eksikliğinin en belirgin sonuçları da ilk önce kemik gelişiminde kendini göstermektedir (Kutlu ve ark., 2005). Jones ve ark. (1991), yoncada kalsiyum oranının %1.80-3.00 arasında olmasının yeterli olduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışmada yonca popülasyonlarının kalsiyum oranları %1.61-1.74 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). Daha önceki çalışmalarda, yoncada kalsiyum içeriği 13.4-34.3 g kg⁻¹ (Marković ve ark., 2009; Guerrero-Rodriguez ve ark., 2011; Cevheri ve ark., 2013; Özköse, 2018; Gjoroska ve ark., 2019) ve %1.05 (Gürsoy ve Macit, 2017) arasında değişim gösterdiği farklı bölgelerdeki araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir. Daha önce yürütülen bu çalışmalardan bir kısmının, mevcut çalışmadan da elde edilen tüm sonuçların, Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen sınır değerlerin altında olduğu görülmektedir.

Magnezyum yetersizliğinde ruminant hayvanlarda büyümede gecikme, iştah azalması, kaslarda koordinasyon bozukluğu gibi problemler ortaya çıkmaktadır (Kutlu ve ark., 2005). Yonca bitkisinde Mg oranının %0.30-1.00 arasında olmasının yeterli olduğu bildirilmiştir (Jones ve ark., 1991). Bu çalışmada yonca popülasyonlarının magnezyum oranları %0.35-0.40 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). Yonca popülasyonlarının Mg oranlarının Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen sınır değerler arasında olduğu anlaşılmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalarda da yoncada magnezyum içeriği 2.57-7.59 g kg⁻¹ (Marković ve ark., 2009; Guerrero-Rodriguez ve ark., 2011; Zivkov-Balos ve ark., 2011) ve %0.40 (Gürsoy ve Macit, 2017) olarak tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen bulguların, mevcut çalışma bulguları ile paralel olduğu görülmektedir.

Fosfor ve potasyum oranları ile kalsiyum ve magnezyum oranları arasında ters bir ilişki olduğu görülmektedir. Fosfor ve potasyumun yüksek olarak elde edildiği yıllarda kalsiyum ve magnezyum oranlarının düşük; fosfor ve potasyum oranlarının düşük elde edildiği yıllarda ise kalsiyum ve magnezyum oranlarının en yüksek değerlerini verdiği görülmektedir (Şekil 1).

Basbag ve ark. (2023) tarafından yürütülen bir çalışmada da biçim zamanları ilerledikçe yonca çeşitlerinin fosfor ve potasyum oranlarının azaldığı ve kalsiyum ile magnezyum oranlarının ise arttığı bildirilmiştir. Ayrıca yoncada P, K, Ca ve Mg oranlarının genotipler açısından istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterdiği ortaya konulmuştur.

Yonca popülasyonlarının Ca:P ve K:(Ca+Mg) değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Ca:P ve K:(Ca+Mg) değerleri açısından yonca popülasyonları ile yıllar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli, yıl x popülasyon interaksyonunun ise önemsiz olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Yonca populasyonlarının yıllara göre fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum içeriklerinin değişimi

Cizelge 4. Yonca populasyonlarında tespit edilen Ca:P ve K:(Ca+Mg) değerleri

Populasyonlar	Ca:P				K:(Ca+Mg)			
	2016	2017	2018	Ortalama	2016	2017	2018	Ortalama
1 Arslanbevlı	3.78	4.35	4.97	4.36 a-e	1.33	1.13	0.98	1.15 f
2 Bağlısa	3.39	4.17	4.47	4.01 gh	1.58	1.22	1.03	1.28 a-d
3 Celtiksuvu-1	3.67	4.44	4.96	4.36 a-e	1.47	1.14	0.91	1.17 def
4 Celtiksuvu-2	3.52	4.58	5.32	4.47 ab	1.62	1.11	0.97	1.24 b-f
5 Celtiksuvu-3	3.70	4.32	4.46	4.16 c-h	1.36	1.21	1.09	1.22 b-f
6 Cevirme	3.40	4.24	4.70	4.11 d-h	1.58	1.22	1.00	1.27 a-e
7 Garip	3.55	4.23	5.13	4.30 a-g	1.45	1.25	1.05	1.25 a-f
8 Kumçecit	3.79	4.46	4.59	4.28 a-h	1.46	1.14	1.01	1.20 c-f
9 Kurudere	3.47	4.20	4.74	4.13 c-h	1.60	1.36	1.12	1.36 a
10 Küçükçekören	3.75	4.31	4.86	4.31 a-g	1.38	1.17	1.08	1.21 c-f
11 Kültür Mah.	3.64	4.48	4.51	4.21 b-h	1.50	1.15	0.98	1.21 b-f
12 Mesedali-1	3.68	4.69	4.92	4.43 abc	1.50	1.09	0.97	1.19 def
13 Mesedali-2	3.57	4.33	4.85	4.25 b-h	1.48	1.13	1.05	1.22 b-f
14 Mutluca	3.39	4.48	5.13	4.34 a-f	1.49	1.13	1.05	1.22 b-f
15 Ortaköv	3.65	4.35	4.79	4.27 a-h	1.40	1.16	1.10	1.22 b-f
16 Sarcicek-1	3.60	4.56	4.33	4.16 b-h	1.44	1.08	1.04	1.18 def
17 Sarcicek-2	3.73	4.51	4.92	4.39 a-d	1.43	1.08	1.00	1.17 def
18 Sarcicek-3	3.52	4.41	4.89	4.27 a-h	1.42	1.06	0.95	1.14 f
19 Servi	3.59	4.36	4.71	4.22 b-h	1.61	1.19	1.14	1.31 abc
20 Sungu-1	3.47	4.51	4.37	4.12 d-h	1.57	1.19	1.10	1.28 a-d
21 Sungu-2	3.56	3.94	4.42	3.98 h	1.43	1.34	1.05	1.27 a-d
22 Sungu-3	3.69	4.34	4.62	4.22 b-h	1.38	1.20	1.05	1.21 c-f
23 Senköv-1	3.50	4.09	4.41	4.00 gh	1.57	1.31	1.11	1.33 ab
24 Senköv-2	3.60	4.28	4.23	4.04 feh	1.52	1.26	1.17	1.31 abc
25 Taşlıcav	3.57	4.35	4.33	4.08 d-h	1.48	1.21	1.07	1.25 a-f
26 Ücdere	3.67	4.53	5.49	4.57 a	1.44	1.14	0.88	1.15 ef
27 Varto	3.49	4.51	4.23	4.08 d-h	1.62	1.25	0.95	1.27 a-d
28 Yelesen	3.90	4.05	4.89	4.28 a-h	1.37	1.15	1.02	1.18 def
29 Zivaret	3.48	4.41	4.30	4.06 e-h	1.52	1.25	1.07	1.28 a-d
Ortalama	3.60 C	4.36 B	4.71 A	4.22	1.48 A	1.18 B	1.03 C	1.23

CV (%): 7.91, P değeri (pop): 0.0131, P değeri (yıl): 0.0001, P değeri (pop x yıl): 0.2126

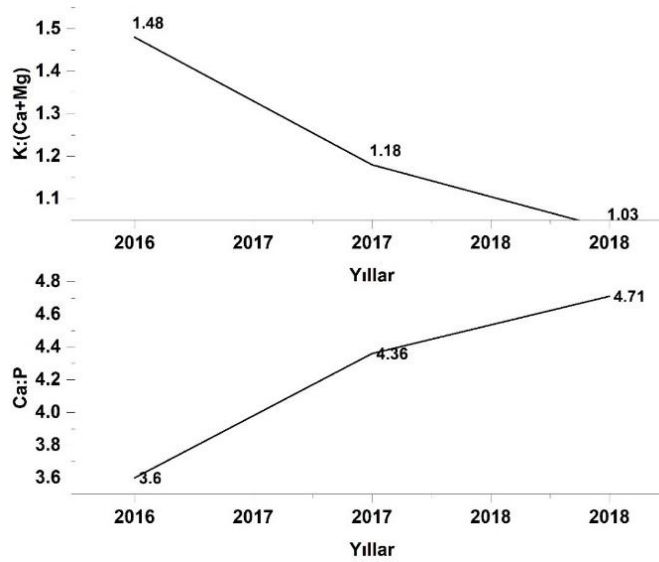
CV (%): 10.23, P değeri (pop): 0.0095, P değeri (yıl): 0.0001, P değeri (pop x yıl): 0.8919

* Aynı satır ve sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel önemsizdir. P: Önem düzeyi, CV: Varyasyon katsayısı

En düşük Ca:P değeri 3.98 ile Sungu-2, en yüksek değer ise 4.57 ile Üçdere popülasyonlarından elde edilmiştir. Yıllar geçtikçe popülasyonların Ca:P değerlerinin arttığı, popülasyon ve yılların ortalaması olarak da 4.22 Ca:P değeri tespit edildiği belirlenmiştir. K:(Ca+Mg) değeri açısından bakıldığında en düşük değer Sarıçiçek-3 ve Arslanbeyli, en yüksek değer Kurudere popülasyonundan alındığı görülmektedir. Yıllar ilerledikçe Ca:P değerinin arttığı, K:(Ca+Mg) değerinin de azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4).

Mevcut çalışmada Ca:P değeri 3.98-4.57 ve K:(Ca+Mg) değeri ise 1.14-1.36 arasında tespit edilmiştir. Hayvan sağlığı açısından bitkilerde bulunan elementler arasındaki denge oldukça önemlidir. Genel olarak Ca:P değeri 2:1 civarında olmalıdır (Açıkgöz, 2001). Yem bitkilerinde Ca:P değerinin 2:1'den yüksek olması durumunda hayvanlarda süt humması hastalığı ortaya çıkabilmektedir (Gülümser ve ark., 2017). Ancak hayvanlar yeterince D vitamini almaları durumunda, Ca:P değeri 7:1 civarında olması durumunda bile bu hastalık tolere edilmektedir (Barnes ve ark., 1990; Buxton ve Fales, 1994). Araştırmada Ca:P değerinin 2:1'in üzerinde, ancak 7:1 sınırının altında olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu oran hayvanların yeterince D vitamini almaları durumunda problem teşkil etmeyeceğini göstermektedir. Yem bitkilerinde K:(Ca+Mg) değerinin 2.2'den daha düşük olması tavsiye edilmektedir (Kidambi ve ark., 1989). K:(Ca+Mg) değerinin 2.2'den yüksek olması durumunda hayvanlarda çayır tetanisi hastalığı riski ortaya çıkmaktadır (Gülümser ve ark., 2017). Araştırmada elde edilen K:(Ca+Mg) değerinin 2.2'den düşük olduğu, dolayısıyla çayır tetanisi riski olmadığı görülmektedir.

Ca:P değeri üzerinde fosforun etkisinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Çünkü fosfor oranının düşük olduğu 2017 ve 2018 yıllarında Ca:P değerinin de en yüksek değerini verdiği görülmektedir. Benzer bir durum K:(Ca+Mg) değeri içinde geçerlidir. Ca ve Mg oranlarının düşük elde edildiği 2016 yılında, en yüksek K:(Ca+Mg) içeriklerinin elde edildiği görülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2. Yonca popülasyonlarının yıllara göre Ca:P ve K:(Ca+Mg) değerlerinin değişimi


SONUÇ ve ÖNERİLER


Bingöl ve Muş illerinde yetiştirilen yonca popülasyonlarının fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum oranlarının incelendiği bu çalışmada genel olarak yonca popülasyonlarının sahip oldukları kalsiyum oranının düşük, fosfor, potasyum ve magnezyum oranlarının ise yeterli düzeyde ve ön görülen sınırlar içerisinde olduğu görülmüştür. En yüksek fosfor oranı Sungu-2, en yüksek kalsiyum oranı Şenköy-1 ve Kurudere popülasyonlarından elde edilmiştir. Kalsiyum ve magnezyum açısından popülasyonlar arasında herhangi bir farklılık tespit edilememiştir. Genel olarak popülasyonların içerdikleri K:(Ca+Mg) değerleri sınır değerlerin altında, ancak Ca:P değerinin ise beklenen değerlerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Yıllar ilerledikçe popülasyonların içerdikleri fosfor ve potasyum ve K:(Ca+Mg) değerlerinin azaldığı, kalsiyum, magnezyum ve Ca:P değerlerinin ise yükseldiği müşahade edilmiştir. Sonuç olarak incelenen özellikler açısından yonca popülasyonlarında kalsiyum oranlarının düşük, Ca:P değerlerinin ise yüksek olduğu, dolayısıyla yonca popülasyonlarında bu elementlerden kaynaklanan bir dengesizlik olduğu görülmektedir. Hayvanların yeteri kadar D vitamini almaları durumunda bu yüksekliğin de bir sorun teşkil etmeyeceği ön görülmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Erdal ÇAÇAN ORCID ID  : <https://orcid.org/0000-0002-9469-2495>

Kağan KÖKTEN ORCID ID  : <https://orcid.org/0000-0001-5403-5629>

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, E. 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, Bursa, 41-66 s.
- Anonim, 2001. Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı, Yonca Türleri (*Medicago* L. species). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr>, E.T.:23.10.2023.
- Avcıoğlu, R., Geren, H., Tamkoç, A., Karadağ, Y. 2009. Yonca (*Medicago* sp. L.). *Yem Bitkileri Cilt II: Baklagil Yem Bitkileri*. (ed) Avcıoğlu, R., Hatipoğlu, R., Karadağ, Y., Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, İzmir, 293-295.
- Barnes, T.G., Varner, L.W., Blankenship, L.H., Fillinger, T.J., Heineman, S.C. 1990. Macro and trace mineral content of selected South Texas deer forages. *Journal of Range Management*, 43: 220-223.
- Basbag, M., Demirel, R., Avcı, M. 2009. Determination of some agronomical and quality properties of wild alfalfa (*Medicago sativa* L.) clones in Turkey. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7(2): 357-359.
- Basbag, M., Sayar, S. M., Cacan, E. 2023. The effect of different cutting times on the macro mineral content of alfalfa (*Medicago sativa* L.) Genotypes. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*, 77(1): 20-28.
- Bolat, İ., Kara, Ö. 2017. Bitki Besin Elementleri: Kaynakları, İşlevleri, Eksik ve Fazlalıkları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1): 218-228.
- Buxton, D.R. ve Fales, S.L. 1994. Plant Environment and Quality, 155-199. *Forage Quality, Evaluation and Utilization*. (ed) G.C. Fahey, Collins, D.R. Mertens & L.E. Moser. Madison, WI, USA, 998.
- Bükmeci, M., Çelik, A., Cittan, M. 2012. Hayvan yemlerinde makro ve mikro elementlerin tayini. VI. Ulusal Analitik Kimya Kongresi, 3-7 Eylül 2012, Hatay.
- Cevheri, C., Küçük, Ç., Avcı, M., Atamov, V. 2013. Element content, botanical composition and nutritional characteristics of natural forage of Şanlıurfa, Turkey. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 11(3-4): 790-794.
- Cacan, E., Kokten, K., Kaplan, M. 2018. Determination of yield and quality characteristics of some alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars in the east Anatolia region of Turkey and correlation analysis between these properties. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(2): 1185-1198.
- Cacan, E., Kokten, K., Seydosoglu, S. 2020. Determining the Performance of Alfalfa Population Collected from a Narrow Agroecological Zone of Turkey. *Ciencia Rural*, 50(11): 1-11.
- Dugalić, G., Gajić, B., Katić, S., Stevović, V. 2008. Influence of liming on yield and chemical composition of alfalfa on an acid soil. *Cereal Research Communications*, 36(Supplement, VII): 995-998.
- Ekiz, H., Altınok, S., Sancak, C., Sevimay, C.S., Kendir, H. 2011. *Tarla Bitkileri, Yem Bitkileri Çayır ve Mera*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın No: 1588, 487 s.
- Engin, B., Mut, H. 2018. Bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin nispi yem değerleri ile kimi mineral madde içeriklerinin biçim sıralarına göre değişimi. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 15(2): 119-127.
- Gjoroska, V.B., Krstik, M., Gudeva, L.K., Cvetanovska, L. 2019. Determination of mineral composition in the alfalfa (*Medicago sativa* L.) collected from different regions in the Republic of North Macedonia. *Journal of Agriculture and Plant Sciences*, 17(1): 57-65.
- Guerrero-Rodríguez, J. de D., Revell, D.K., Bellotti, W.D. 2011. Mineral composition of lucerne (*Medicago sativa*) and white melilot (*Melilotus albus*) is affected by NaCl salinity of the irrigation water. *Animal Feed Science and Technology*, 170(1-2): 97-104.
- Gülümser, E., Mut, H., Doğrusöz, M.Ç., Başaran, U. 2017. Baklagil yem bitkisi tahıl karışımların ot kalitesi üzerinde tohum oranlarının etkisi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 31(3): 43-51.
- Gürsoy, E., Macit, M. 2017. Determination of mineral contents of some legume and cereal forages grown as naturally in pastures of Erzurum province. *Alinteri Journal of Agricultural Sciences*, 32(1): 1-9.
- JMP, 2018. Statistical Discovery from SAS, USA.

- Jones, J.B. Jr., Wolf, B., Mills, H.A. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Publishing, Inc. Georgia 30607, USA.
- Kalkanlı, M.B., Başbağ, M. 2022. Bazı yonca (*Medicago sativa* L.) genotiplerinin ot kalite özellikleri bakımından karşılaştırılması. *MAS Journal of Applied Sciences*, 7(Özel sayı): 1107-1120.
- Kidambi, S.P., Matches, A.G., Griggs, T.C. 1989. Variability for Ca, Mg, K, Cu, Zn and K/(Ca+Mg) ratio among 3 wheat grasses and sainfoin on the southern high plains. *Journal of Range Management*, 42: 316-322.
- Kutlu, H.R., Görgülü, M., Baykal Çelik, L. 2005. *Genel Hayvan Besleme*. Çukurova Üniversitesi ZM-208 Ders Notu, Adana.
- Marković, J., Štrbanović, R., Cvetković, M., Anđelković, B., Živković, B. 2009. Effects of growth stage on the mineral concentrations in alfalfa (*Medicago sativa* L.) leaf, stem and the whole plant. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25(5-6): 1225-1231.
- Soya, H., Avcıoğlu, R., Geren, H. 2004. Yem Bitkileri. Hasat Yayıncılık, İstanbul, 131 s.
- Özköse, A. 2018. Effect of environment × cultivar interaction on protein and mineral contents of alfalfa (*Medicago sativa* L.) in central Anatolia, Turkey. *Sains Malaysiana*, 47(3): 551-562.
- Tongel, M.O., Ayan, I. 2010. Nutritional contents and yield performances of Lucerne (*Medicago sativa* L.) cultivars in southern Black Sea Shores. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(15): 2067-2073.
- Turan, N., Celen, A.E., Ozyazici, M.A. 2017. Yield and quality characteristics of some alfalfa (*Medicago sativa* L.) varieties grown in the eastern Turkey. *Turkish Journal of Field Crops*, 22(2): 160-165.
- Yaryab, S., Çağan, E. 2022. Determination of some yield features of foreign-origin alfalfa cultivars (*Medicago sativa* L.) in Bingöl conditions. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 11(1): 129-135.
- Zivkov-Balos, M., Mihaljev, Z., Cupic, Z. 2011. Content of trace elements and some radionuclides in lucerne (*Medicago sativa*). *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27(3): 591-598.

In Silico and Molecular Analysis of Some Mosaic Diseases on Cucurbit Plants in Iğdır Province, Türkiye

Abdullah Güller^{1*}, Mustafa Usta², Gülüstan Korkmaz³, Serap Demirel⁴

¹Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bingöl, Türkiye

²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Van, Türkiye

³Van Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Van, Türkiye

⁴Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji Ve Genetik Bölümü, Van, Türkiye

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author) e-posta : aguller@bingol.edu.tr

Geliş Tarihi: 08.11.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 23.11.2024 Kabul Tarihi: 24.11.2023

ABSTRACT

Cucumber mosaic virus (CMV) and watermelon mosaic virus (WMV) are plant viruses with positive single-stranded RNA genome that infect cucurbits and cause economic losses. Both viruses cause especially mosaic pattern and deformities in leaves, in cucurbit plants. The leaves of 23 melon and 28 watermelon plants showing such symptoms were sampled from different regions of Iğdır province. Samples with and without symptoms were tested by the Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) using coat protein gene (CP)-specific primers. Polymerization tests amplified DNA fragments of the expected size for CMV and WMV. Some fragments with positive results were purified, bacterial cloned, nucleotide sequences revealed and registered in the GeneBank (NCBI). Sequence analyzes showed that it contained 593 bp and 822 bp for CMV and WMV, corresponding to the partial CP gene. Phylogenetic relationships with isolates from different geographical regions and plant material were investigated for both viruses. The generated phylogenetic tree confirmed that CMV-Iğdır isolate was in Group I and subgroup B, and WMV-Iğdır isolates were in different groups. In addition, coat proteins of virus isolates were characterized by in silico tools. In the current study, the presence WMV of and CMV in watermelon and melon was determined for the first time in Iğdır province, and group/subgroup assignments of CMV were revealed.

Key words: Cucumber mosaic virus, In silico analysis, Molecular characterization, RT-PCR, Watermelon mosaic virus

Iğdır İli Kabakgil Bitkilerinde Bazı Mozaik Hastalıklarının In Silico ve Moleküler Analizi

ÖZ

Cucumber mosaic virus (CMV) ve watermelon mosaic virus (WMV) kabakgilleri infekte eden ve ekonomik kayıplara neden pozitif tek iplikli RNA genomuna sahip bitki virüslerdir. Her iki virüs kabakgil bitkilerinde özellikle yapraklarda mozaik deseni ve şekil bozukluklarına yol açmaktadır. Iğdır ilinin farklı bölgelerinden bu tür belirtiler gösteren 23 kavun ve 28 karpuz bitkisinin yaprakları Iğdır ilinin farklı bölgelerinden örneklenmiştir. Simptomlu ve simptomsuz örnekler Reverse Transkripsiyon Polimeraz Zincir Reaksiyonu (RT-PCR) ile kılıf protein genine (CP) spesifik primerler kullanılarak testlenmiştir. Polimerizasyon testleri, CMV ve WMV için beklenen boyutta DNA fragmentleri amplifiye etmiştir. Pozitif sonuçlu bazı fragmentler saflaştırılmış, bakteriyel klonlamaları gerçekleştirilmiş, nükleotit dizileri ortaya çıkarılmış ve gen bankasına (NCBI) kaydedilmiştir. Dizi analizleri, CMV ve WMV'nin kısmi kılıf protein dizilerine karşılık gelen 593 bp ve 822 bp nükleotit içerdiğini göstermiştir. Her iki virüs için farklı coğrafi bölgelerden sağlanan izolatların nükleotit dizilerine dayalı olarak filogenetik ilişkileri ortaya konmuştur. Oluşturulan filogenetik ağaç CMV Iğdır izolatının Grup I ve alt grup B'de olduğunu ve WMV-Iğdır izolatlarının ise farklı gruplarda yer aldığını doğrulamıştır. Ayrıca virus izolatlarının kılıf proteinleri in silico araçlar ile karakterize edilmiştir. Bu çalışmayla

İğdır ilinde moleküler olarak ilk defa kavunda ve karpuzda CMV ile WMV varlığı saptanmış ve CMV'nin grup/altgrup atamaları gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hıyar mozaik virüsü, In silico analiz, Karpuz mozaik virüsü, Moleküler karakterizasyon, RT-PCR

INTRODUCTION

Cucurbits are an important vegetable group cultivated worldwide (Robinson and Decker-Walters, 1999). The Cucurbitaceae family comprises of approximately 118 genera and 825 species spread throughout the world's tropical and subtropical regions. (Jeffrey 1990). In this family, melon (*Cucumis melo*), zucchini (*Cucurbita pepo*), cucumber (*Cucumis sativus*) and watermelon (*Citrullus lanatus*) are the main crop groups. It is well known that these vegetables potentially have nutritional and medicinal values (FAOSTAT, 2007). Cucurbits are one of the main hosts of many pathogenic microorganisms and pests, including viruses. As most cultivated plant crops, cucurbits are frequently subject to viral infections. Cucumber mosaic virus (CMV), squash mosaic virus (SqMV), zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), watermelon mosaic virus (WMV) and papaya ringspot virus (PRSV), tobacco mosaic virus (TMV) are specific cucurbit viruses. All pumpkin plants and weeds, including melons, cucumbers, squash, summer and winter squash, can be infected by all mosaic viruses (Radouane et al., 2021; Karanfil, 2022).

According to the literature, more than 30 viruses infecting cucurbits and limiting cucurbit production have been reported. Over time, new virus strains emerge due to suitable climatic conditions and adaptation to the host, and this number is increasing (Köklü and Yılmaz, 2006; Lecoq and Desbiez, 2012; Pozzi et al., 2020; Karanfil et al., 2023). The symptom severity and geographic distribution of many viral diseases in cucurbits are variable. Common symptoms produced by cucurbit viruses include mosaic and curling of leaves, rosette, necrosis, mottling, and yellowing. Apart from this, the aesthetics of the product may deteriorate, the fruit size may decrease and the market value may decrease. (Blancard et al., 1994; Juárez and., 2019).

CMV (Bromoviridae, Cucumovirus) was first discovered in the USA and has since been reported in many countries (Luis-Arteaga et al., 1998; Yuki et al., 2000; Massumi et al., 2007; Nouri et al., 2014; Yeşil, 2019; Akdura and Culal-Kilic, 2022). The virion contains three single-stranded RNAs (positive-sense) with a diameter of 29 nm. The virus, which primarily infects melons and pumpkins, is diagnosed by serological and DNA-based methods. (Adams et al., 2011; Sabry, 2011; Karanfil et al., 2016; Karanfil ve Korkmaz, 2017; Srivastava et al., 2019; Karanfil and Korkmaz, 2021). The virus is vector (about 60 species) inherited and incapable of progeny transmission. It may also be seed-transitive in cucurbits growing from infected seed. (Mauck et al., 2015). Currently, by analyzing CP genes and 5' non-reading regions, CMV isolates have been classified into two subgroups: Grup I (subgrup A, subgrup B) ve Grup II (Roossinck et al. 1999). While nucleotide similarity in subgroups is more than 90%, intergroup similarity rates have been reported to be 69-77% (Palukaitis et al., 1992).

WMV (Potyviridae, Potyvirus), first reported in Israel in 1963, has a flexible and filiform morphology. The main host of cucurbit plants, the virus is also infectious to approximately 170 plant species, including legumes, orchids and weeds. (Cohen and Nitzany, 1963, Desbiez et al, 2009; Wang and Li, 2017; Aguiar et al., 2018; Randa-Zelyüt et al., 2022). WMV or WMV-2 has the potential to induce mosaic, vein banding, blisters, deformation, and reduction in leaf size in cucurbits. The virus causes color irregularities and anomalies in the fruits of some infected cucurbit varieties, and it has also been reported that some WMV isolates cause necrosis in watermelon fruit (Crescenzi et al., 2001). WMV isolates have been studied since 1979 in two groups, WMV-1 and WMV-2, based on their serological characteristics. Recently, WMV-1 is referred to as the W strain of PRSV (papaya ring spot virus), while WMV-2 is known as the watermelon mosaic virus (WMV) (Purcifull and Hiebert, 1979). On the other hand, a serologically distinct isolate was discovered in South Africa and identified as moroccan watermelon mosaic virus (MWMV) (Lecoq and Desbiez, 2008).

The virus is presently present in numerous agricultural production regions and is regarded as one of the most prevalent and severe viruses of cucurbit crops (Loebenstein and Lecoq, 2012; Radouane et al., 2020). In diverse hosts and agroecosystems, WMV infection has been detected in numerous investigations conducted in Türkiye. However, there is no previous study on viral diseases of cucurbits in İğdır province. Therefore, the purpose of this study is to detect the presence of WMV and CMV in commercially grown cucurbit fields using DNA-based techniques, to examine the phylogenetic relationships based on the viral coat protein gene, and to characterize the coat protein using in silico tools.

MATERIAL and METHODS

Sampling, Total Nucleic Acid Extraction (TNA), Complementary DNA Synthesis (cDNA)

In 2021, field research was conducted in the three districts of the province of Iğdır. In a total of 51 samples, 23 melon plants and 28 watermelon plants exhibiting severe virus and virus-like symptoms were collected. Also, 2 asymptomatic plants were included in the study to serve as negative control. Silica-based method was used for TNA extraction of all collected samples (Foissac et al., 2001). The obtained RNAs were converted to cDNAs using a random hexamer primer (5'- d (NNNNNN) – 3') according to the method adopted by Usta et al (2020). All primer sets used in the study were synthesized by the relevant company and diluted using nuclear free water in accordance with the company's recommendations.

Molecular detection of viral infections in cucurbits

Using partial coat protein gene specific primer pairs and reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR), the presence of CMV and WMV in the synthesized cDNAs was determined (Table 1).

Table 1. Primer sets used in this study to determine the presence of CMV and WMV infections

Primers	Sequences (5' → 3')	References	Amplicons
WMV Forward	GAATCAGTGTCTCTGCAATCAGG	Sharifi et al., 2008	822 bp
WMV Reverse	ATTCACGTCCCTTGCAAGTGTG		
CMV Forward	GCCACCAAAAATAGACCG	Usta et al., 2020	593 bp
CMV Reverse	ATCTGCTGGCGTGGATTCT		

For both amplifications, 25 µl of standard reaction mix was prepared, containing 4 µl cDNA, 15.6 µl nuclease-free water, 1.5 µl 25 mM MgCl₂, 0.5 µl 10 mM dNTPs, 0.5 µl 20 pmol forward and reverse primers, 2.5 µl 10X Taq buffer, 0.4 µl Taq DNA polymerase (5 U µl⁻¹). The following thermocycling conditions were established: 3 min at 94 °C (first denaturation), then 35 cycles of 1 min at 94 °C for WMV (30 s for CMV) (denaturation), 60 s at 60 °C for WMV (30 s at 52 °C for CMV) (annealing), 60 s at 72 °C for WMV (extension) (45 s for CMV), and 72 °C for 5 minutes (final extension). DNA fragments of the coat protein gene of the target viruses and DNA size markers (1 kb) were separated in a 1.5% agarose gel containing EtBr (0.1%) at 85 volts for 50 minutes and visualized on the gel imaging device (Syngene™ UV Transilluminator 2020LM).

Sequencing, BLAST, and phylogenetic relationships

For the molecular characterization of isolates, prokaryotic cloning was performed on randomly selected PCR-positive isolates. Subsequently, visible DNA fragments were extracted from gel (GeneJET Gel Extraction Kit, Thermo Scientific, USA), subjected to a direct T-A cloning system (Promega, USA), and recombinant plasmids were transmitted to the *Escherichia coli* JM 109 strain via electrotransformation. Plasmids isolated from bacteria with GeneJET Plasmid Miniprep Kit (Thermo Scientific, USA) were sequenced utilizing the next generation sequencing (NGS) technique (Sentebiolab, Ankara, Türkiye). The partial CP gene sequences of two WMV and one CMV isolates have been deposited in GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>). To investigate the species specificity of the raw sequence data of 3 different isolates, BLAST analysis was performed separately in the NCBI online program. In addition, sequence data were analyzed in the Mega 7 software program and made suitable for similarity and phylogenetic analysis. For this purpose, the nucleotide sequences of partial CP genes of 3 isolates were compared with Sequence Demarcation Tool (Version 1.2), and determined the similarity rates at the nucleotide level with other the world isolates. The phylogenetic relationships of the Iğdır-cucurbit virus isolates were determined with 1000 repetitive bootstrap analysis by using the Neighbor-joining algorithm by using Mega7 software. To increase the accuracy of the phylogenetic tree, FJ376388 (*Soybean mosaic virus*) and DQ821116 (*Tobacco etch virus*) isolates are assigned as out-source for WMV and CMV, respectively. Using the coat protein sequences of Iğdır isolates, the physical and chemical properties of proteins such as amino acid content, charged residue and molecular weight were calculated via ProtParam online server. The coat proteins of the virus isolates detected in the study were estimated as 3D models in silico using the Phyre server. (Kelley and Sternberg, 2009). 3D structures visualized with Pymol software (DeLano, 2002). Model quality for 3D structure of proteins was evaluated by Ramachandran plot analysis using structure assessment in ExPASy server.

RESULTS and DISCUSSION

Symptomatology and infection rate

During the survey studies carried out in three districts of Iğdır province, viral infection suspected 51 cucurbit samples were collected and tested using RT-PCR assays. 593 bp and 822 bp of specific DNA amplicons were obtained for CMV and WMV agents, respectively (Fig. 1).

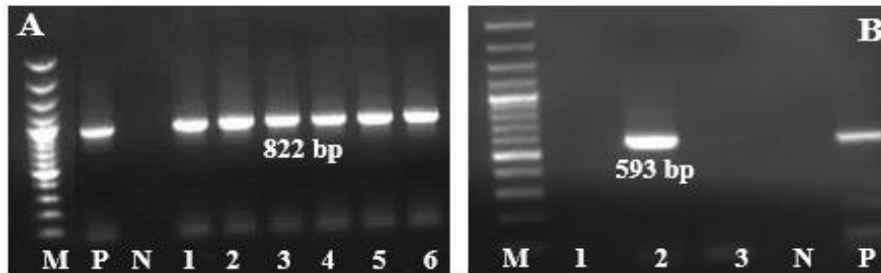


Figure 1. Agarose gel images indicating the presence of mosaic diseases in melon and watermelon samples collected under field conditions. A and B refer to DNA fragments amplified using primer sets specific for Watermelon mosaic potyvirus and Cucumber mosaic cucumovirus, respectively. N: negative control, P: positive control, M: molecular marker

CMV and WMV are the main virus diseases of cucurbit crops. In this mini-survey conducted with cucurbits in Iğdır province, the overall infection rate is detected 35% for WMV and CMV Mosaic disease positivity in melon and watermelon plants was calculated as 39.13% and 32.14%, respectively. Plant-based infection numbers are given in Table 2. In this study, the number of virus-suspected samples was high, but the presence of both viruses was at a low rate. This is likely due to the presence of mosaic disease agents such as squash mosaic virus (SqMV), zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), or the presence of other cucurbit viruses in the Potyviridae, Tombusviridae, Luteoviridae, Virgaviridae families infecting cucurbits (Radouane et al., 2021).

Table 2. Melon and watermelon plants collected from different districts of Iğdır province and the number of infected samples

Locations	Number of cucurbits		CMV positivity		WMV positivity	
	Melon	Watermelon	Melon	Watermelon	Melon	Watermelon
Center	10	12	5	2	2	3
Aralık	5	8	-	1	1	2
Tuzluca	8	8	1	1	-	-
Total	23	28	6	4	3	5

Mosaic disease of cucurbits is well studied worldwide. The symptoms associated with this disease are almost the same. In many cases, symptoms such as wrinkling, irregularity, and shoestrings in leaves, patchy patterns on leaves, dwarfism, vein banding, and yellowing raise the suspicion of viral infection (Lecoq and Desbiez, 2012; Hamza et al., 2022), which is consistent with what was observed in this study in cucurbit-grown areas in this study. In Iran, 100 plant samples including green bean, cucumber, eggplant, squash, tomato and watermelon plants were molecularly tested against different viral pathogens of cucurbits. From high to low, infection rates were determined as CMV, ZYMV, WMV and Cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV). In addition, CMV and WMV infections have been reported in watermelon, cucumber and zucchini plants, as well as the presence of both viruses in tomatoes and green beans plants (Mohammadi et al., 2016). Yeşil (2019) tested squash plants showing symptoms such as mosaic, curling, mottling, filiformism, dwarfing, and leaf and fruit anomalies using DAS-ELISA in 2014. Tests confirmed single and mixed viral infection of ZYMV, WMV-2, CMV, Papaya ringspot virus-watermelon strain (PRSV-W) and SqMV. Pérez-de-Castro et al. (2020) were conducted surveys for viral diseases of melon, squash and watermelon in the main production areas of commercial and organic farming in Spain. RT-PCR tests in three symptomatic species of cucurbits showed that WMV was the most frequently detected among the eight plant virus agents tested

The prevalence of both viruses in different host and agricultural areas in is extensively mapped in the report published by Güller and Usta (2020). In Diyarbakir and Mardin provinces of , 160 cucurbit samples (melon, watermelon, zucchini, and cucumber) were analyzed against different cucurbit viruses by DAS-ELISA. Kızmaz et al. (2016), in their study determined CMV and WMV with high infection rates. Melon and watermelon plants are important hosts for CMV and MMV. WMV has been reported to be an asymptomatic

host for many weeds. This increases the ability to survive the winter in favor of the virus. Besides weeds such as *Capsella bursa-pastoris*, *Senecio vulgaris*, and *Lamium amplexicaule*, some winter crops such as spinach can also be virus reservoirs (Lecoq, 1992a). In this study, it was observed that the presence of CMV was more common in melon plants. Compared to other cucurbits, a higher preference for CMV has been reported in melon or squash (Fabre et al., 2010). CMV spreads rapidly each year, especially in melon crops, and usually reaches full infection level 4-6 weeks after planting. In zucchini, however, CMV outbreaks are usually slow and the final infection rate rarely exceeds 10%. This is probably related to reduced plant susceptibility in the adult stage to limit the second spread (Lecoq, 1992b). Like WMV, CMV can select as hosts many winter crops that serve as virus reservoirs between two cucurbit crops, as well as weeds that can persist through the winter (Quiot et al., 1983; Sacristan et al., 2004).

GenBank submission and sequence homologies of obtained isolates

In the present study, CMV and WMV-specific DNA fragments were purified, bacterially cloned, and sequenced. Sequence analyzes revealed that the nucleotide sequences of the partial CP gene for CMV and WMV contained 593 and 822 nucleotides, respectively. Sequences of two isolates of WMV (from melon and watermelon) and one isolate of CMV (from melon) were registered in the GenBank under the accession numbers MZ130405, MZ055421, and MW962980, and denominated as Igdir 7, Igdir 6, and Igdir 2, respectively. According to nucleotide sequences of the CMV and WMV CP gene obtained, nucleotide similarities were determined using the BLASTn pathway in NCBI site. The Igdir 7 and Igdir 6-WMV isolates (MZ130405 and MZ055421) shared sequence consensus between 97-100%, with other WMV isolates. Based on the Sequence Demarcation Tool (Version 1.2) program, both isolates showed 94% sequence homology among themselves (Fig. 3). According to nucleotide sequence analysis, the Igdir-CMV isolate (Igdir 2, MW962980) showed nucleotide similarity between 87-100%, with the other CMV isolates (Fig. 2).

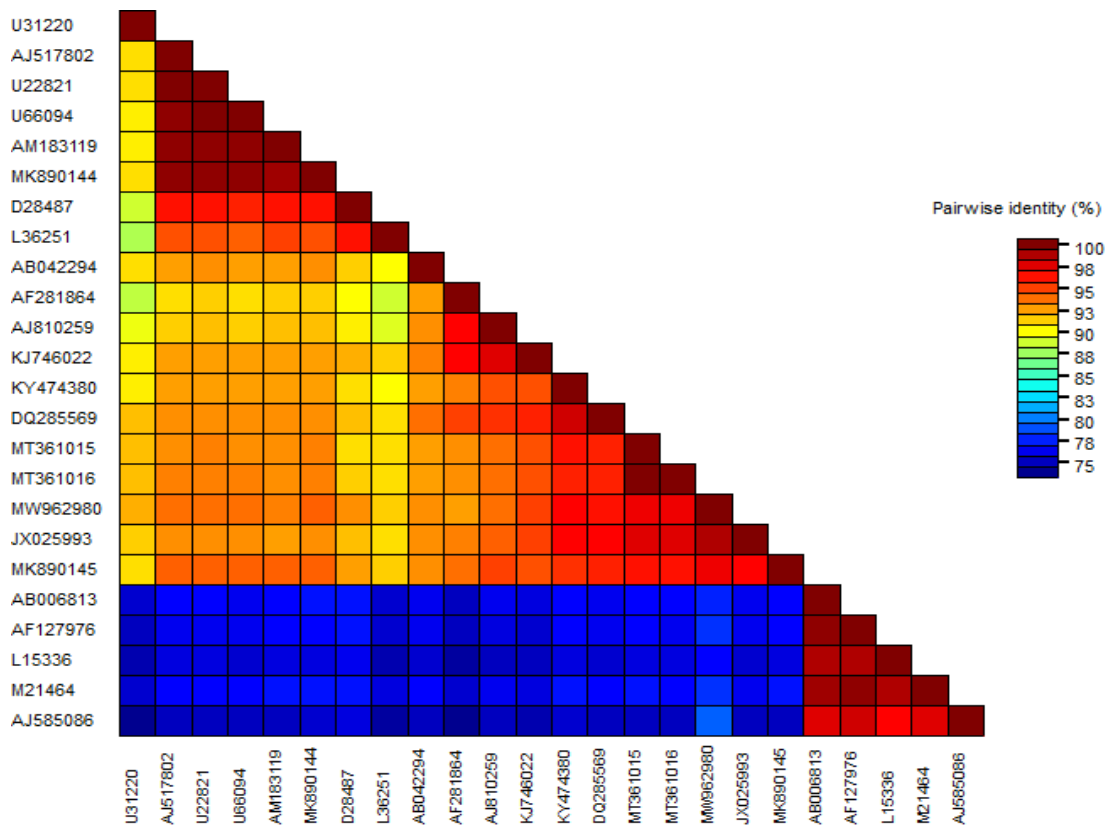


Figure 2. Nucleotide sequence identity of CMV isolates created using different gene isolates in this study

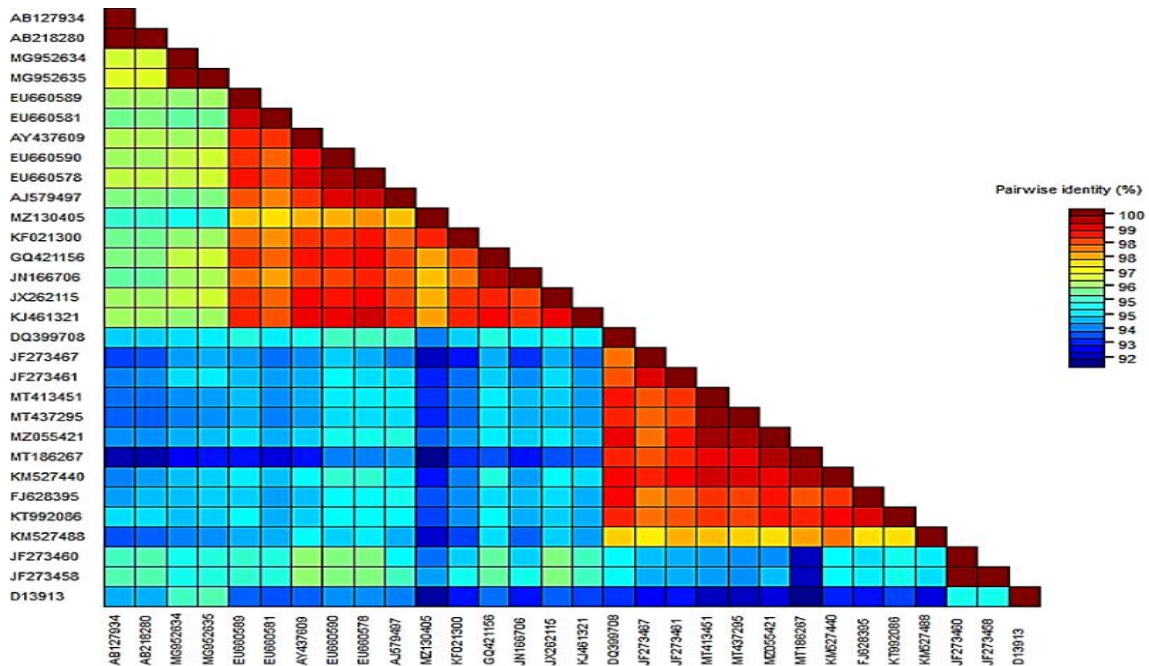


Figure 3. Nucleotide sequence identity of WMV isolates created using different gene isolates in this study

Phylogenetic tree and evolutionary inference of CMV isolate

Based on viral coat protein sequences, phylogenetic relationships were investigated for CMV viruses using other isolates detected in the world. Iğdır 2-CMV isolate was combined with a total of 22 isolates, including Groups I (A and B) and II isolates from different genetic sources, except for the outgroup (DQ821116) (Table 3).

Table 3. Table showing data on Turkish and other CMV isolates used in molecular phylogeny analysis

No	Accession no	Origin	Strain names	Host
1	MT361015 (CMV)	Türkiye	Bingol W2	<i>Cucumis melo</i>
2	MT361016 (CMV)	Türkiye	Bingol W6	<i>Cucumis melo</i>
3	MW962980 (CMV)	Türkiye	Iğdir 2	<i>Cucumis melo</i>
4	JX025993 (CMV)	Iran	Khn1	<i>Solanum lycopersicum</i>
5	KY474380 (CMV)	Türkiye	CWP17	-
6	DQ285569 (CMV)	India	-	<i>Piper longum</i>
7	MK890145 (CMV)	Türkiye	Adiyaman TR 128	<i>Nicotiana tabacum</i>
8	KJ746022 (CMV)	China	YB6	<i>Nicotiana tabacum</i>
9	AF281864 (CMV)	India	-	<i>Datura innoxia</i>
10	AJ810259 (CMV)	Germany	KS44	-
11	AB042294 (CMV)	Japan	IA-3a	-
12	U31220 (CMV)	USA	Pak	-
13	D28487 (CMV)	Japan	FT	<i>Solanum lycopersicum</i>
14	L36251 (CMV)	-	Kor	-
15	AM183119 (CMV)	Spain	Ri-8	<i>Solanum lycopersicum</i>
16	AJ517802 (CMV)	Hungary	Rs	<i>Raphanus sativus</i>
17	MK890144 (CMV)	Türkiye	Adiyaman TR 93	<i>Nicotiana tabacum</i>
18	U22821 (CMV)	Australia	Ny	-
19	U66094 (CMV)	Israel	Sny	<i>Cucurbita pepo</i>
20	M21464 (CMV)	-	Q	-
21	AJ585086 (CMV)	India	Indian isolate	Lilium
22	AF127976 (CMV)	USA	LS	-
23	AB006813 (CMV)	Japan	m2	-
24	L15336 (CMV)	-	trk7	-
25	DQ821116 (TEV)	USA	Bodles-2	<i>Capsicum chinense</i> var. <i>Jacq</i>

The phylogenetic tree, consisting mainly of 3 groups, confirmed that the Iğdır-CMV melon isolate (MW962980) is in Group I and subgroup B (blue box in Fig. 4), which covers mostly Asian isolates, including isolates from different plants from Indonesia, Thailand, India, China, Türkiye, and Iran. This output is in line with the report of Roossinck (2002), who stated that associated that all world isolates with CMV IA and II subgroups, Asian isolates with subgroup IB. Although there were 4 Turkish isolates of CMV (MK890145, KY474380, MT361016, and MT361015) in Subgroup IB, this isolate showed primarily closer intraspecific affinity with the tomato CMV isolate from Iran (JX025993) (Fig. 3). This could possibly be due to the international exchange of plant material, as Iğdır and Iran are close border neighbors.

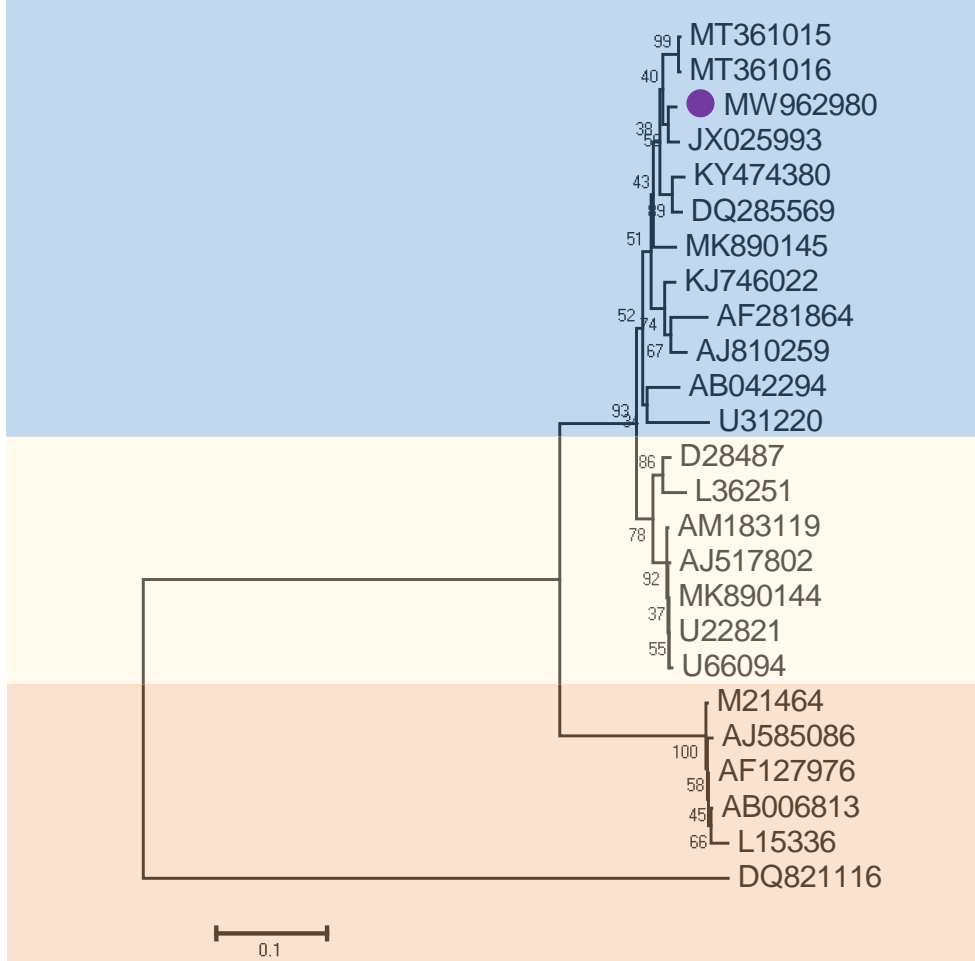


Figure 4. A phylogenetic dendrogram was created with CP gene region of the Iğdır-CMV isolate using the Neighbor-Joining model by MEGA 7 program. Boxes in blue, yellow, and orange indicate group IB, IA, and II isolates of CMV, respectively. Branches were supported by 1000 bootstrap analysis. MW962980 is the Iğdır 2-CMV isolate from melon marked with a claret red circle. A *Tobacco etch virus* (DQ821116) was used as the outgroup.

Phylogenetic tree and evolutionary inference of WMV isolates

Phylogenetic relationships of WMV-Iğdır isolates were determined using 28 WMV sequences from distinct agricultural ecosystems, excluding those identified in this study and outgroup isolate (FJ376388) (Table 4).

Easy exchange of plant materials in the domestic and international market increases the probability of distribution of different WMV variants within the region. In addition, the cultivation of cucurbit crops in the Iğdır region, usually in private gardens or in small-scale fields where the virus spread cannot be controlled, may also support the genetic diversity of this virus. Accordingly, this may partly explain the diversity in the CP gene region of WMV isolated from melon and watermelon plants grown in the same region. However, based on Table 4, it was difficult to find a clear correlation between resulting molecular phylogeny and geographic origin and plant host. It should be noted that each group includes WMV members from Asia and Europe regions or different cucurbit hosts.

Table 4. Data on Turkish and other WMV isolates used in molecular phylogeny analysis

No	Accession no	Origin	Strain names	Host
1	EU660589	France	C05-337	-
2	EU660581	France	FMF00-LL1	-
3	AY437609	France	WMV-Fr	-
4	KJ461321	Ukraine	4K	<i>Cucumis sativus</i>
5	KF021300	Türkiye	W59	<i>Cucurbita pepo</i>
6	GQ421156	Iran	B-Torkaman 129	<i>Cucurbita pepo</i>
7	JN166706	Iran	Maz.Beh	Watermelon
8	JX262115	Serbia	256-09	<i>Cucurbita pepo</i> 'Tosca
9	EU660590	Italy	ITA00-G	-
10	EU660578	France	FMF00-LL2	-
11	AJ579497	Spain	VAL95.1	<i>Cucumis melo</i>
12	AB127934	Pakistan	Pak	Snake gourd
13	AB218280	Pakistan	WMV-Pk	<i>Cucumis melo</i> var <i>flexuosus</i>
14	MG952634	Türkiye	Alakoy 1	<i>Cucumis melo</i>
15	MG952635	Türkiye	Alakoy 2	<i>Cucumis melo</i>
16	D13913	USA	USA	Squash
17	JF273460	France	C05-465	Zucchini
18	JF273458	France	C05-463	Zucchini
19	KM527488	China	WTLF-3	Melon
20	FJ628395	Poland	WMV-GN	<i>Cucurbita pepo</i> L. convar. <i>giromantiina</i>
21	KT992086	South Korea	Yeongju6-1_2013	<i>Panax ginseng</i> C.A. Meyer
22	DQ399708	China	WMV-CHN	Watermelon
23	JF273467	France	Cg09-640	Zucchini
24	JF273461	France	C07-349	Melon
25	MT413451	Türkiye	Bingol W2	<i>Cucumis melo</i>
26	MT437295	Türkiye	Bingol W4	<i>Cucumis melo</i>
27	MT186267	Türkiye	Malatya/WMV1	Watermelon
28	KM527440	China	WCJ-3	Melon
29	FJ376388	South Korea	G5H	Soybean

The nucleotide sequence-based phylogenetic tree showed that WMV isolates were divided into two main phylogroups, with high confidence scores. Despite the fact that the plant materials were collected from the same location, Iğdır isolates were clustered with closely related isolates in different groups due to different nucleotide sequences, may be indicating the existence of two distinct evolutionary pathways of WMV isolates (Fig. 5). This is also consistent with pairwise nucleotide analysis, which showed that the two isolates had 94% nucleotide similarity (Fig. 3).

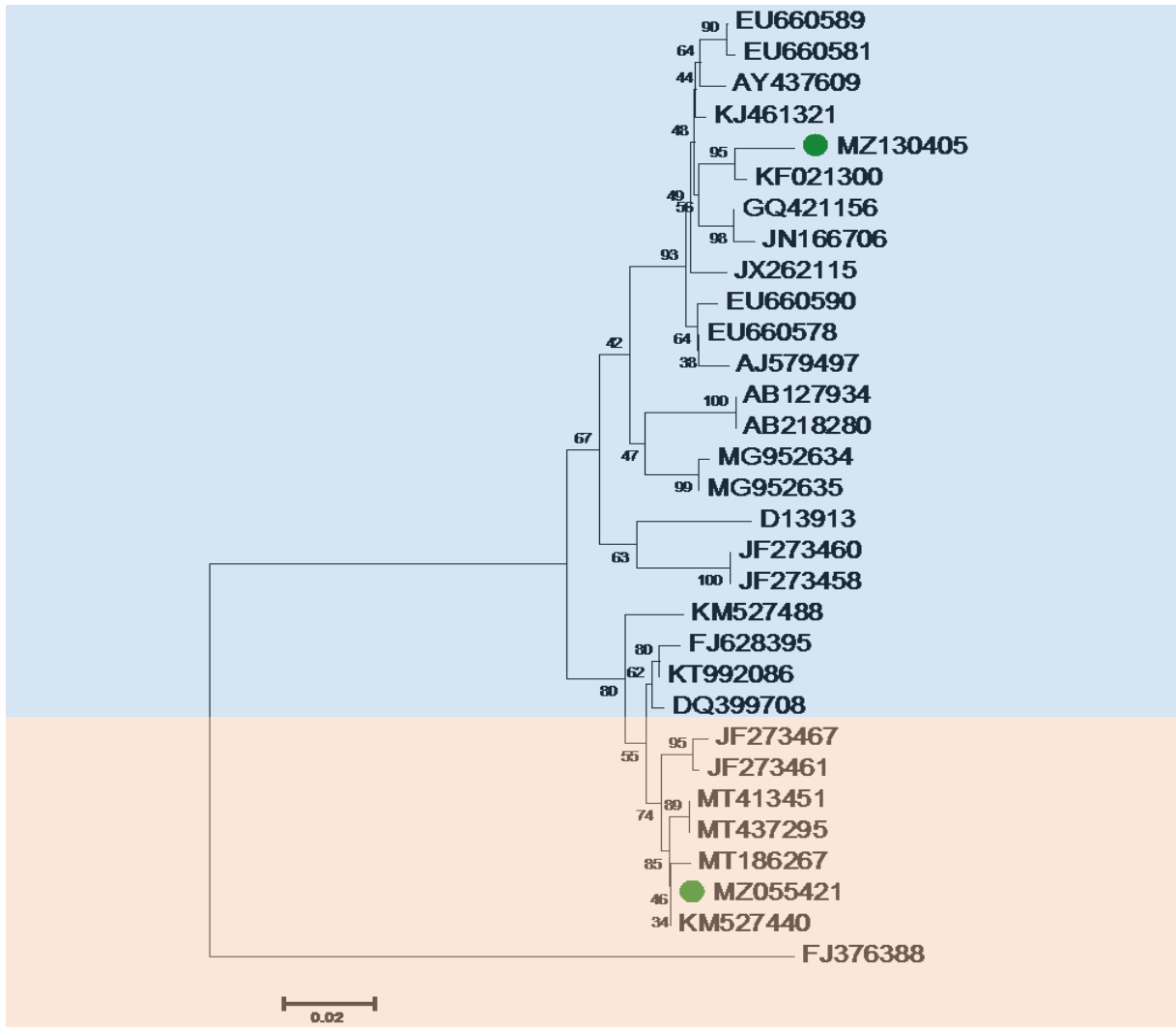


Figure 5. Phylogenetic dendrogram constructed with WMV-İğdir 7-6 isolates and the other world isolates, retrieved from NCBI, formed by the neighbour-joining algorithm. İğdir 7-6WMV isolates (MZ130405 and MZ055421) are indicated with a green circles. A Soybean mosaic virus (FJ376388) was used as an outgroup to root the tree. Bootstrap scores are indicated on each branch.

Differential clustering of two same-length WMV sequences may be due to recombination, which poses a new agricultural threat in natural populations of WMV (Desbiez et al., 2011). Recombination factor is one of the main evolutionary mechanism creating genetic variability in plant virus populations. In recent years, unpredictable recombination has the potential to introduce new viral strains that are particularly damaging to crops (Garcia-Andres et al., 2007). Recombination rates are significantly variable in plant RNA viruses. This may be the error-prone nature of the RNA polymerase, or the presence or absence of recombination-associated active sequences (Nagy, 2008). The increase in viral sequences in the GenBank and the advances in sequence analysis methods revealed that recombination events can be observed in many viral families in natural conditions, especially in the *Potyvirus* genus, of which WMV is a member (Tan et al., 2004; Chare and Holmes, 2006). Recombination events depending on the CP gene defined 3 WMV molecular groups: classic (CL or group 1), group 2 (G2), and emerging (EM) which includes 4 groups (EM1-EM4) (Desbiez and Lecoq, 2008). Indeed, some studies conducted in France, Argentina, Iran, and Spain have revealed the presence of recombination in some isolates of the WMV population (Moreno et al., 2004; Desbiez and Lecoq, 2008; Desbiez et al., 2007, 2011; Glasa et al., 2011; Pozzi et al., 2020). Further studies are needed to determine whether İğdir-WMV isolates are recombinant isolates.

In Silico analysis of İğdir-WMV and CMV isolates

It was determined that other characteristics of coat protein of virus isolates (MZ130405 and MZ055421) were the same except molecular weight, Instability index (II), Aliphatic index Grand average of hydropathicity according to ProtParam result. The pI above 7 demonstrates that the protein will precipitate in basic buffers. Therefore, WMV coat protein precipitates in acidic buffer, while CMV coat protein precipitates in basic buffer. According to the instability index (II), WMV coat protein is stable, while CMV coat protein is not (Table 5). Grand average of hydropathicity (GRAVY) score of QWN55349.1, QWN55348.1 and QWN55360.1 have negative value, so this illustrated that coat proteins of WMV and CMV in the current study are hydrophilic and soluble in nature.

Table 5. Physiochemical properties of coat protein of virus isolates obtained from current study

Protein properties	Accession number (NCBI) of coat protein		
	QWN55349.1 (WMV isolate İğdir7)	QWN55348.1 (WMV isolate İğdir 6)	QWN55360.1 (CMV isolate İğdir 2)
Number of amino acids	281	281	218
PI	6.54	6.54	9.95
Total number of negatively charged residues (Asp+Glu)	37	37	21
Total number of positively charged residues (Arg+Lys)	36	36	33
Molecular weight	31408.38	31387.45	24081.47
Instability index (II)	29.48	31.82	48.82
Aliphatic index	68.01	70.11	81.83
Extinction coefficient	29910	29910	17420
Estimated half-life	1.9 hours (mammalian reticulocytes, in vitro). >20 hours (yeast, in vivo). >10 hours (<i>Escherichia coli</i> , in vivo). (N-terminal of the sequence considered is M (Met))	1.9 hours (mammalian reticulocytes, in vitro). >20 hours (yeast, in vivo). >10 hours (<i>Escherichia coli</i> , in vivo). (The N-terminal of the sequence considered is S (Ser)).	30 hours (mammalian reticulocytes, in vitro). >20 hours (yeast, in vivo). >10 hours (<i>Escherichia coli</i> , in vivo). (N-terminal of the sequence considered is M (Met))
GRAVY	-0.720	-0.687	-0.381

3D structure of coat protein of virus isolates in this study was predicted by using homology modeling (Fig. 6). 3D structure of proteins contributes valued comprehension into its molecular function. The 3D structure information of the protein is critical in protein research such as understanding the function of an unknown protein, as well as enzyme kinetics, and ligand-protein interaction. According to the homology modeling analysis in Phyre server, the 3D structure of coat protein of WMV İğdir 7 and WMV İğdir 6 isolates showed 100% similarity with the c5odvB template and was created by aligning 207 residues.

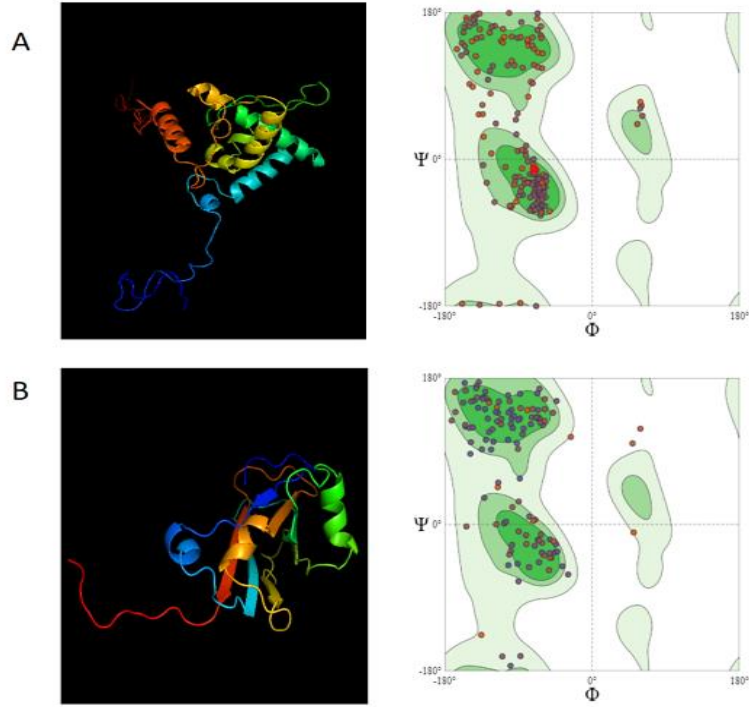


Figure 6. The 3D models existing as ribbon structure and Ramachandran Plots of coat protein of WMV and CMV virus isolates. A) 3D structure and Ramachandran Plot of coat protein of WMV İğdir 7 and WMV İğdir 6 isolates. B) 3D structure and Ramachandran Plot of coat protein of CMV İğdir 2

The 3D structure of the coat protein of the CMV İğdir 2 isolate was also obtained in Phyre server with 100% similarity with the c1f15C template and 142 residue alignment. After obtaining pdb files of the proteins from the same server, the 3D structure was visualized using PyMOL. The illustrated model was confirmed with Ramachandran plot as shown in Figure 6. While the Ramachandran plot value of the coat protein of WMV İğdir 7 and WMV İğdir 6 isolates calculated as 86.8%, the value of the CMV İğdir 2 isolate found as 80%. The Ramachandran plot analysis verified the good quality of model for coat proteins.

CONCLUSIONS and RECOMMENDATIONS

This study is the first report on CMV and WMV infection in the melon and watermelon province of İğdir. Molecular characterization studies revealed that İğdir-CMV melon isolate was in subgroup IB. İğdir-WMV melon and watermelon isolates showed phylogenetic similarity with isolates from different countries in different hosts. However, there is a need for a more comprehensive survey study with plant materials obtained from larger areas to investigate other potential cucurbit viruses in this region.


Conflict of Interest


The article authors declare that there is no conflict of interest between them.


Author's Contributions

The authors declare that they have contributed equally to the article.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Abdullah Güller  <https://orcid.org/0000-0003-3887-4208>

Mustafa Usta  <https://orcid.org/0000-0002-3940-2774>

Gülüstan Korkmaz  <https://orcid.org/0000-0002-9032-5823>

Serap Demirel  <https://orcid.org/0000-0002-1877-0797>



REFERENCES

- Aguiar, R., Alves, G.B., Queiroz, A.P., Nascimento, I., Lima, M. 2018. Evaluation of Weeds as Virus Reservoirs in Watermelon Crops. *Planta Daninha*, 36. 10.1590/s0100-83582018360100032.
- Akdura, N., Culal-Kilic, H. (2022). Molecular characterizations of cucumber mosaic virus and tomato mosaic virus isolates in Hakkari Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 31(8B), 8993-9004.
- Blancard D., Lecoq H., Pitrat M., 1994. A Colour Atlas of Cucurbit Diseases: Observation, Identification and Control. Manson Publishing Ltd, 299 pp.
- Chare, E. R., Holmes, E. C. 2006. A phylogenetic survey of recombination frequency in plant RNA viruses. *Arch. Virol.*, 151, 933–946.
- Cohen S., Nitzany F.E., 1963. Identity of viruses affecting cucurbits in Israel. *Phytopathology*, Worcester, Mass. 53.
- Crescenzi, A., Fanigliulo, A., Comes, S., Masenga, V., Pacella, R., Piazzolla, P. 2001. Necrosis of watermelon caused by Watermelon mosaic virus. *J. Plant Pathol.*, 83(3), 227. doi: 10.2307/41998070.
- DeLano WL (2002) The PyMOL molecular graphics system. DeLano Scientific, Palo Alto
- Desbiez, C., Joannon, B., Wipf-Scheibel, C., Chandeysson, C., Lecoq, H. 2011. Recombination in natural populations of watermelon mosaic virus: new agronomic threat or damp squib? *J. Gen. Virol.*, 92(8), 1939-1948. doi: 10.1099/vir.0.031401-0.
- Desbiez, C., Joannon, B., Wipf-Scheibel, C., Chandeysson, C., Lecoq, H. 2009. Emergence of new strains of Watermelon mosaic virus in South-eastern France: Evidence for limited spread but rapid local population shift. *Virus Res.*, 141, 201-208.
- Desbiez, C., Lecoq, H. 2008. Evidence for multiple intraspecific recombinants in natural populations of Watermelon mosaic virus (WMV, Potyvirus). *Arch. Virol.*, 153, 1749-1754.
- Desbiez, C., Costa, C., Wipf-Scheibel, C., Girard, M., Lecoq, H. 2007. Serological and molecular variability of Watermelon mosaic virus (genus Potyvirus). *Arch. Virol.*, 152, 775-781.
- Fabre, F., Chaduf, J., Costa, C., Lecoq, H., Desbiez, C. 2010. Asymmetrical overinfection as a process of plant virus emergence. *J. Theor. Biol.*, 265, 377-388. FAOSTAT Data. 2007. Available at: <http://www.faostat.fao.org>. (Accessed on Dec 2007).
- Foissac, L., Gentit, P., Svanetia-Dumas, L., Dulucq, M. J., Candresse, T. 2001. Polyvalent detection of fruit tree tricho, capillo, and foveaviruses by nested RT-PCR using degenerated and inosine-containing primers (PDO RT-PCR). *Acta Hortic.*, 550, 37-43.
- Garcia-Andres, S., Accotto, G. P., Navas-Castillo, J., Moriones, E. 2007. Founder effect, plant host, and recombination shape the emergent population of begomoviruses that cause the tomato yellow leaf curl disease in the Mediterranean basin. *Virology*, 359, 302-312.
- Glasa, M., Bananej, K., Predajňa, L., Vahdat, A. 2011. Genetic diversity of watermelon mosaic virus in Slovakia and Iran shows distinct pattern. *Plant Dis.*, 95(1), 38-42.
- Hamza, E. S., Al-Naggar, A. M., El-Shabrawi, H. M., Tolba, I. H. 2022. Characteristics of Cucumber Mosaic Virus Isolates Infecting Cucurbits in Egypt. *Al-Azhar J. Agric. Res.*, 47(1), 172-184.
- Jeffrey, C., 1990. Systematics of the Cucurbitaceae: an overview. In: (eds. Bates DM, Robinson RW, Jeffrey C) pp 3-9, *Biology and Utilization of the Cucurbitaceae*. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.
- Juárez M., Rabádan M.P., Martínez L.D., Tayahi M., Grande-Pérez A., Gómez P. 2019. Natural hosts and genetic diversity of the emerging Tomato leaf curl New Delhi virus in Spain. *Front. Microbiol.* 10: 140. doi: 10.3389/fmicb.2019.00140.
- Karanfil A., Soylu B., Korkmaz S. 2016. Çanakkale ili ve ilçelerindeki soğanlı süs bitkilerinde Hıyar mozaik virüsü enfeksiyonunun serolojik ve moleküler yöntemler ile araştırılması. *Trakya Univ. J. Nat. Sci.* 17(2): 105-110.
- Karanfil A., Korkmaz S. 2017. Detection and molecular characterization based on coat protein gene of Cucumber mosaic virus (CMV) from cowpea production fields of Çanakkale province in Turkey. *Bitki Koruma Bülteni.* 57(3): 293–304.
- Karanfil, A., Korkmaz, S. 2021. Güney Marmara Bölgesi kabakgil üretim alanlarında cucumber mosaic virus enfeksiyonunun tespiti ve kılıf protein gen diziliminin filogenetik analizi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58(2), 239-246.
- Karanfil, A. 2022. Marmara Bölgesi Kabak Üretim Alanlarında Tobacco Mosaic Virus İzolatlarının Yaygınlığı ve Moleküler Karakterizasyonu. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 8(2), 163-170. "
- Kelley LA, Sternberg MJ. 2009. Protein structure prediction on the Web: a case study using the Phyre server. *Nat. Protoc.* 4:363–371.

- Kızmaz M.Z., Sağır A., Baloğlu S. 2016. Diyarbakır ve Mardin İlleri Kabakgil Üretim Alanlarında Görülen Viral Hastalıkların Yaygınlıklarının ve Etmenlerinin Belirlenmesi. *Ege Univ. Ziraat Fak. Derg.* 53(4): 397-406.
- Köklü G., Yılmaz, Ö., 2006. Occurrence of cucurbit viruses on field-grown melon and watermelon in the Thrace region of Turkey. *Phytoprotection*, 87, 123–130. DOI: 10.7202/015854ar.
- Lecoq, H., Desbiez, C., 2008. Watermelon mosaic virus and Zucchini yellow mosaic virus. *Encyclopedia of Virology*, 433–440. DOI: 10.1016/B978-012374410-4.00740-8.
- Lecoq, H., Desbiez, C., 2012. Viruses of Cucurbit Crops in the Mediterranean Region. An Ever-Changing Picture. *Adv. Virus Res.* 84: 67–126.
- Lecoq, H., 1992a. Les virus des cultures de melon et de courgette de plein champ (I). *PHM Rev. Hortic.* 323:23–27.
- Lecoq, H., 1992b. Les virus des cultures de melon et de courgette de plein champ (II). *PHM Rev. Hortic.* 324:15–25.
- Loebenstein G. (Gad), Lecoq H., 2012. *Viruses and Virus Diseases of the Vegetables in the Mediterranean Basin*. Academic Press: San Diego, California, United States of America, 570 pp.
- Luis-Arteaga, M., Alvarez, J. M., Alonso-Prados, J. L., Bernal, J. J., Garcia-Arenal, F., Lavina, A., Batlle, A., Moriones, E. 1998. Occurrence, distribution, and relative incidence of mosaic viruses infecting field-grown melon in Spain. *Plant Dis.*, 82, 979-982.
- Massumi, H., Samei, A., Pour, A.H., Shaabanian, M., Rahimian, H. 2007. Occurrence, Distribution, and Relative Incidence of Seven Viruses Infecting Greenhouse-Grown Cucurbits in Iran. *Plant Dis.*, 91:159-163.
- Mohammadi K., Hajzadeh M., Koolivand D. 2016. Detection and identification of four vegetable fruit viruses in West and Northwest of Iran. *Iran J. Plant Pathol.*, 52 (2), 279-288.
- Moreno, I.M., Malpica, J.M., Diaz-Pendón, J.A., Moriones, E., Fraile, A., Garcia-Arenal, F. 2004. Variability and genetic structure of the population of watermelon mosaic virus infecting melon in Spain. *Virology*, 318(1), 451-460.
- Nagy, P.D. 2008. Recombination in Plant RNA Viruses. In: Roossinck, MJ, editor. *Plant Virus Evolution*. Springer Berlin Heidelberg. p 133-156.
- Nouri, S, Arevalo, R, Falk, B.W., Groves, R.L. 2014. Genetic structure and molecular variability of Cucumber mosaic virus isolates in the United States. *Plos One*, 9(5), e96582.
- Palukaitis, P, Roossinck, MJ, Dietzgen, RG, Francki, RI. 1992. Cucumber mosaic virus. *Adv. Virus. Res.*, 41, 281-348.
- Pérez-de-Castro, A., Martínez de Alba, A.E., Sáez, C., Flores, A., Zifres, A., Gómez-Guillamón, M.L., Lopez, C., Pico, B. 2020. Incidence and genetic diversity of cucurbit viruses in Spain. *Acta Hortic.* 1294, 203-210.
- Pozzi, E.A., Bruno, C., Luciani, C.E., Celli, M.G., Conci, V.C., Perotto, M.C. 2020. Relative incidence of cucurbit viruses and relationship with bio-meteorological variables. *Australas. Plant Pathol.*, 49, 167-174.
- Pozzi, E, Perotto, MC, Bertin, S, Manglli, A, Luciani, C, Conci, VC, Tomassoli, L. 2020. Molecular variability of watermelon mosaic virus isolates from Argentina. *Eur. J. Plant Pathol.*, 156(4), 1091-1099.
- Purcifull, D.E., Hiebert, E. 1979. Serological distinction of watermelon mosaic virus isolates. *Phytopathology*, 69, 112-116.
- Quiot, J. B., Labonne, G., Quiot-Douine, L. 1983. The comparative ecology of cucumber mosaic virus in Mediterranean and tropical regions. In “*Plant Virus Epidemiology*” (R.T.PlumbandJ.M. Tresh, eds.),pp. 177–183. Blackwell ScientificPublications,Oxford,UK.
- Radouane, N., Ermadi, S., Ezrari, S., Al Figuigui, J., Benjelloune, M., Tahiri, A., Lahlali, R. 2020. Occurrence and distribution of viruses infecting Zucchini and Watermelon in Morocco. *Arch. Phytopathol. Plant Prot.*, 54, 375-387. doi: 10.1080/03235408.2020.1833280.
- Radouane, N., Ezrari, S., Belabess, Z., Tahiri, A., Tahzima, R., Massart, S., Jijakli, H., Benjelloun, M., Lahlali, R. 2021. Viruses of cucurbit crops: current status in the Mediterranean Region. *Phytopathol. Mediterr.*, 60(3), 493-519. doi: 10.36253/phyto-12340.
- Randa-Zelyüt F., Karanfil A., Sari M., Korkmaz S. 2022. First report of natural infection of wild carrot by Watermelon mosaic virus in Turkey. *New Dis. Rep.*, 46:e12107. <https://doi.org/10.1002/ndr2.12107>
- Robinson, R.W., Decker-Walter, D.S., 1999. *Cucurbits*. CAB International Publishing, Cambridge, U.K.
- Roossinck, M.J. 2002. Evolutionary history of Cucumber mosaic virus deduced by phylogenetic analyses. *J. Virol.*, 76(7), 3382–3387.
- Roossinck, M.J., Zhang, L., Hellwald, K.H. 1999. Rearrangements in the 5' nontranslated region and phylogenetic analyses of Cucumber mosaic virus RNA 3 indicate radial evolution of three subgroups. *J. Virol.*, 73(8), 6752-6758.
- Sabry, Y.M. Mahmoud 2011. Detection of cucumber mosaic virus in some ornamental plants and elimination of nonspecific ELISA reactions. *Arch. Phytopathol. Plant Prot.*, 44(14), 1410-1424. doi: 10.1080/03235408.2010.505364

- Sacristan, S., Fraile, A., Garcia-Arenal, F. 2004. Population dynamics of Cucumber mosaic virus in melon crops and in weeds in Central Spain. *Phytopathology* 94:992–998.
- Sharifi, M., Massumi, H., Heydarnejad, J., Pour, A.H., Shaabani, M., Rahimian. 2008. Analysis of the biological and molecular variability of Watermelon mosaic virus isolates from Iran. *Virus Genes*. 37: 304-313.
- Srivastava, N., Kapoor, R., Kumar, R., Kumar, S., Saritha, R. K., Kumar, S., Baranwal, V. K. 2019. Rapid diagnosis of Cucumber mosaic virus in banana plants using a fluorescence-based real-time isothermal reverse transcription-recombinase polymerase amplification assay. *J. Virol. Methods*, 270, 52-58.
- Tan, Z., Wada, Y., Chen, J., Ohshima, K. 2004. Inter- and intralineage recombinants are common in natural populations of Turnip mosaic virus. *J. Gen. Virol.*, 85, 2683–2696.
- Usta, M., Güller, A., Günay, A. 2020. The molecular characterization of the coat protein sequence and differentiation of CMV-subgroup I on tobacco from native flora in Turkey. *Not. Bot. Horti, Agrobot. Cluj*, 48(2), 523-534.
- Wang, D., Li, G. 2017. Host Reaction of Watermelon mosaic virus Isolates Infecting Melon from Different Geographical Origins in Xinjiang of China. *Hortic. Plant J.*, 3, 23–28. doi: 10.1016/j.hpj.2017.01.010.
- Yeşil, S. 2019. Some Virus Diseases of Edible Seed Squash (*Cucurbita pepo* L.) in Aksaray Province, Turkey. *YYU J Agr. Sci.*, 29(Özel Sayı), 63-71.
- Yuki, V.A., Rezende, J.A.M., Kitajima, E.W., Barroso, P.A.V., Kuniyuki, H., Groppo, G.A., Pavan M.A. (2000). Occurrence, distribution, and relative incidence of five viruses infecting cucurbits in the state of Sao Paulo, Brazil. *Plant Dis.*, 84, 516-520.

Çukurova Üniversitesi Kampüsünde Yer Alan Doğal Meranın Yönelere Göre Bitki ile Kaplı Alan Oranı ve Botanik Kompozisyon Değişimi

Hasan Beytullah DÖNMEZ^{1*} , Rüştü HATİPOĞLU² 

¹Çukurova Üniversitesi, Tufanbeyli Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Adana, Türkiye

²Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kırşehir, Türkiye

*Sorumlu Yazar: e-posta : bdonmez@cu.edu.tr

Geliş Tarihi: 09.11.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 23.11.2023 Kabul Tarihi: 24.11.2023

ÖZ

Bu araştırma, Adana ili Sarıçam ilçesinde yer alan Çukurova Üniversitesi Kampüsü içindeki doğal bir meranın üç farklı yöneyindeki bitki ile kaplı alan oranı ve botanik kompozisyonunun belirlenmesi amacıyla 2014 yılında yürütülmüştür. Vegetasyon etüdü lup yöntemi kullanılarak yapılmış ve mera yöneylerinin bitki ile kaplı alan oranları, alana göre botanik kompozisyon oranları, bitkilerin tür, cins ve familyaları, ömür uzunlukları, otlamaya karşı gösterdikleri tepki grupları (azalıcı, çoğalıcı, istilacı) ve türlerin frekans değerleri saptanmıştır. Mera yöneylerinin bitki ile kaplı alan oranı ortalaması %50 olurken, bitki ile kaplı alanda buğdaygillerin oranının %45.1-%75.3, baklagillerin %0.0-%12.9, diğer familya türleri oranının %22.1-%42.1 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Vegetasyon etüdünde 23 familyadan 44 cinse ait 44 türe rastlanmıştır. Vegetasyon etüdü yapılan meranın batı yöneyinde en sık rastlanan türün kırmızı yulaf (*Themeda triandra* Forssk.), doğu yöneyinde en sık rastlanan türün tüylü sakal otu (*Hyparrhenia hirta* (L.) Stapf), taban kesimde ise en sık rastlanan türün yumrulu arpa (*Hordeum bulbosum* L.) olduğu saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, istilacı türlerin yoğun olduğu bu meranın ıslah edilebilmesi ve uygun ıslah yönteminin belirlenmesi amacıyla yeni araştırmaların yürütülmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Botanik kompozisyon, mera, türlerin frekansı, yöney

Variation of Plant-Covered Area and Botanical Composition depending on the Direction of Rangeland in Cukurova University Campus

ABSTRACT

This study was conducted to determine the plant-covered area and botanical composition of three different direction of a natural rangeland within the Cukurova University campus located in Saricam District of Adana province in 2014. The vegetation survey was carried out using the loop method and plant-covered area, botanical composition ratios according to the plant-covered area, species, genus and families of the plants, life spans, response group to grazing (decrease, increase, invasive) and frequency values of the species were determined. While the average ratio of the plant-covered area was 50%, it was determined that the ratio of grasses varied between 45.1%-75.3%, legumes between 0.0%-12.9%, and other family species between 22.1%-42.1% in the plant-covered area. In the vegetation survey, 44 species belonging to 44 genus from 23 families were found. The most common species in the west direction of the rangeland was kangaroo grass (*Themeda triandra* Forssk.), the most common species in the east direction was thatching grass (*Hyparrhenia hirta* (L.) Stapf), and the most common species in the flat area was bulbous barley (*Hordeum bulbosum* L.). According to the results of the research, it was concluded that new researches should be carried out in order to improve the rangeland studied where invasive species are dense and to determine the appropriate improving method.

Key words: Botanical composition, rangeland, frequency of species, direction

GİRİŞ

Çayır-mera alanları, hayvanların ihtiyaç duyduğu uygun maliyetli ve kaliteli kaba yemi sağlayan doğal kaynaklardır. Bunun yanında, çayır-meralar, erozyonu önlemesi, su kaynaklarını koruması, yaban hayvanlarına ev sahipliği yapması, gen kaynağı olarak kullanılabilir bitki türlerini barındırması ve insanlar için gezinti, eğlence ve turizm amaçlı alan olarak da değerlendirilebilmeleri nedeniyle önemli işlevlere sahip alanlardır (Açıkgöz, 2001). Fakat, 14.6 milyon ha (13.1 milyon ha mera, 1.5 milyon ha çayır) (BÜGEM, 2022) alan ile ülkemiz topraklarının %18.7'sini oluşturan doğal çayır ve mera alanlarının büyük çoğunluğu uzun yıllardır uygun olmayan kullanımları sonucu bitki örtülerini kaybetme noktasına gelmiş ve verim potansiyelleri ile ot kaliteleri önemli derecede düşmüştür.

Ülkemiz çayır ve mera alanlarının bugün içinde bulunduğu kötü durum, hayvancılığımızı ve buna bağlı olarak ülkemiz ekonomisini olumsuz yönde etkilemesinin yanı sıra, toprak ve su gibi doğal kaynaklarımızın da zarar görmesine neden olmaktadır. Söz konusu sorunların çözümü için, ot verimi ve ot kalitesi düşük olan meralarımızın zaman kaybedilmeden uygun ıslah yöntemleri ile ıslah edilerek bol ve yüksek kaliteli yem üretir hale getirilmesi gerekmektedir. Mera vejetasyonunda yer alan bitki türlerinin belirlenmesi, ıslah işleminde başarının ilk şartını oluşturmaktadır (Alay ve ark., 2016; Çınar ve ark., 2019). Bunun için merada vejetasyon etüdü yapılması gerekmektedir (Çınar ve ark., 2018).

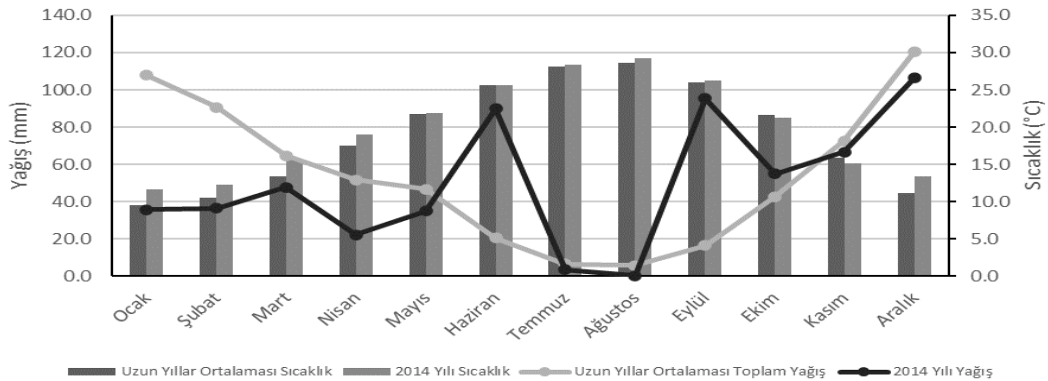
Ülkemizin farklı ekolojik bölgelerinde yürütülen vejetasyon etüdü çalışmalarında, meralardaki bitki ile kaplı alan oranını; İspirli ve ark. (2016) %83.3, Babalık ve Fakir (2017) %24.3-%30.5, Babalık (2019) %33.5, Palta ve ark. (2019) %100, Bakoğlu ve Çatal (2020) %96.80, Ertuş (2021) %86-%100, Öten ve ark. (2022) %41.0-%50.3 olarak saptamışlar ve meralarda yer alan türlerin büyük çoğunluğunun hayvanların yararlanmadığı istilacı türler olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, Adana ili Sarıçam ilçesinde yer alan Çukurova Üniversitesi kampüsü içinde bulunan doğal bir meranın, yöneyler itibarıyla bitki ile kaplı alan oranı, bitki ile kaplı alana göre botanik kompozisyon oranları, türlerin frekansları ve meranın floristik kompozisyonu incelenerek benzer ekolojilerde bulunan meraların ıslahında temel oluşturacak bilgilerin elde edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Araştırmada, Adana ili Sarıçam ilçesinde yer alan Çukurova Üniversitesi kampüsündeki doğal bir merada 1 Nisan-15 Nisan 2014 tarihleri arasında vejetasyon etüdü gerçekleştirilmiştir. Araştırmada incelenen meranın deniz seviyesinden yüksekliği 95-116 m arasında değişmektedir. Araştırmada, vejetasyon etüdü, meranın doğu yöneyi, batı yöneyi ve taban kesiminde gerçekleştirilmiştir. Bu kesimler yamaçların baktığı yön dikkate alınarak adlandırılmıştır.

Vejetasyon etüdünün gerçekleştirildiği Adana ilinin uzun yıllar (1929-2014) sıcaklık ortalaması 19.1 °C ve uzun yıllar ortalaması toplam yağış 645.6 mm olarak gerçekleşmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü 2014 yılının sıcaklık ortalaması (20 °C), uzun yıllar sıcaklık ortalamasına göre daha yüksek olurken, 2014 yılında gerçekleşen toplam yağış (593.6 mm), uzun yıllar ortalaması toplam yağıştan daha düşük olmuştur. Uzun yıllar ortalaması ve araştırmanın yürütüldüğü 2014 yılında en soğuk ve en sıcak ay sırasıyla Ocak ve Ağustos olmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Adana iline ait 2014 yılı ve uzun yıllar ortalaması iklim diyagramı.

Araştırmada vejetasyon ölçümleri için, kurak ve yarı kurak iklim koşullarında bulunan meralardaki değişimleri kolayca izlenmesini sağlayan "lup" yöntemi kullanılmıştır (Anonim, 1962) (Şekil 2). Meranın üç kesiminde (doğu, batı, taban), toprak, eğim ve vejetasyon bakımından benzer yapıda olan dört parsel belirlenmiş ve her bir parselde tesadüfi olarak seçilen 20 metrelik 4 lup hattı üzerinde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bu hatlar boyunca, 20 cm'de bir ve 2 cm çapında lup düşey olarak yere indirilmiş ve her bir

lup içinde bulunan bitki türü kaydedilmiştir. Böylelikle, 20 m uzunluğunda olan her bir lup hattında 100 ölçüm, her parselde 400 ölçüm ve her bir mera yöneyinde toplam 1600 ölçüm olmak üzere, mera alanında toplamda 4800 ölçüm gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Mera alanında lup yöntemiyle vejetasyon ölçümü.

Her bir lup hattında (100 ölçüm) saptanan bitki sayısı, bitki ile kaplı alan yüzdesini vermiştir. Her bir parselde 4 lup hattında saptanan bitki ile kaplı alan yüzdesinin ortalaması alınarak ilgili parseldeki bitki ile kaplı alan yüzdesi saptanmıştır (Gökkuş ve ark., 2000; Babalık, 2004).

Vejetasyon ölçümlerinde, her lup hattında bulunan bitkiler; buğdaygil, baklagil ve diğer familya bitkileri olarak gruplandırılmıştır. Ardından, her lup hattındaki bitki grubunun dip kaplama oranı tespit edilerek, toplam bitki ile kaplı alana oranlanmış ve söz konusu bitki grubunun bitki ile kaplı alandaki oranı yüzde olarak hesaplanmıştır. Her parsel için, incelenen 4 lup hattındaki her bir bitki grubunda hesaplanan botanik kompozisyon değerlerinin ortalaması alınarak, o parseldeki bitki grubunun botanik kompozisyonundaki oranı tespit edilmiştir (Avcioğlu, 1981).

Araştırmada, türlerin bitki örtüsündeki dağılımı ve vejetasyon içerisinde söz konusu türe ne kadar sık veya seyrek rastlandığının bir ifadesi olan frekans değeri, Tosun ve Altın (1981) tarafından açıklanan Eşitlik (1)'den yararlanılarak her tür için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

$$\text{Türün Frekansı (\% F)} = \frac{n \times 100}{N} \quad (1)$$

n: Türün bulunduğu numune sayısı

N: Toplam numune sayısı

Vejetasyon etüdünde bitki teşhisleri Davis (1965), Gündüz ve ark. (2006), Gökten ve Tansı (2015), Schoch ve ark. (2020)'ne göre, bitki türlerinin ömür uzunlukları ve otlatmaya karşı tepki grupları Anonim (2008) ve Anonim (2018)'e göre belirlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen veriler, MSTAT-C (V. 2.10, Michigan State University, USA) istatistik paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. Sayım sonucu elde edilen bitki ile kaplı alan ve botanik kompozisyon değerleri normal dağılım göstermemektedir. Normal dağılım göstermeyen bu değerlere varyans analizi öncesi açılı transformasyonu uygulanmıştır (Yurtsever, 2011). Varyans analiz sonuçlarına göre, istatistiki olarak önemli çıkan ortalamalar LSD testi ile karşılaştırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Vejetasyon etüdü yapılan meranın yöneylerinde saptanan bitki ile kaplı alan oranı, bitki ile kaplı alanda buğdaygil, baklagil ve diğer familya bitkilerinin oranları ve familya, cins, tür sayıları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Mera yöneylerinde saptanan bitki ile kaplı alan oranı (%), bitki ile kaplı alanda botanik kompozisyon oranları, familya, cins ve tür sayıları.

Yöneyler	Bitki ile kaplı alan oranı (%)	Bitki ile kaplı alanda botanik kompozisyon oranı			Familya (Adet)	Cins (Adet)	Tür (Adet)
		Buğdaygil (%)	Baklagil (%)	Diğer familya bitkileri (%)			
Batı	32.3 b ⁺	71.4	0.0 b	28.6	11	14	14
Doğu	51.5 a	45.1	12.9 a	42.1	15	25	25
Taban	66.3 a	75.3	2.6 b	22.1	17	27	27
Ort./Top.	50.0	63.9	5.2	30.9	23	44	44
LSD (P≤0.05)	9.2	ö.d.*	7.2	ö.d.			

+Benzer küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasında LSD testine göre P≤0.05 hata sınırları içinde istatistiksel olarak fark yoktur, *ö.d.: Önemli değil

Çizelge 1’de görüldüğü üzere, vejetasyon etüdü yapılan meranın bitki ile kaplı alan oranının ortalama %50 olduğu anlaşılmıştır. Meranın batı yöneyinde (%32.3), diğer yöneylere göre önemli derecede daha düşük bitki ile kaplı alan oranı ortalaması tespit edilmiş olup, meranın taban (%66.3) ve doğu yöneyinde (%51.5) tespit edilen bitki ile kaplı alan oranı ortalamalarının benzer istatistiki grupta yer aldığı ortaya çıkmıştır. Araştırmada, vejetasyon etüdü yapılan meranın batıya bakan yöneyinde bitki ile kaplı alan oranının diğer yöneylere göre önemli derecede daha düşük bulunması, söz konusu yöneyin incelenen diğer yöneylere göre daha taşlı ve kayalık olması ile açıklanabilir. İncelenen mera yöneyleri için tespit edilen ortalama bitki ile kaplı alan oranı değerleri, bazı araştırmacıların (Seydoşoğlu ve ark., 2015; Karaman ve Turan, 2019; Babalık ve Matrasulov, 2020) tespit ettikleri bitki ile kaplı alan oranı değerleri ile kısmen bezer, bazı araştırmacıların (Tükel ve ark., 2001; Çınar ve ark., 2003; Türk ve ark., 2003; Yavuz ve ark., 2012; Çınar ve ark., 2014; Öten ve ark., 2016; Seydoşoğlu ve Kökten, 2018; Çınar ve ark., 2018; Ertuş, 2021) tespit ettikleri bitki ile kaplı alan oranı değerlerinden düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmadan elde edilen bitki ile kaplı alan oranı değerlerinin, araştırmacıların elde ettikleri bitki ile kaplı alan oranı değerlerinden farklı olması, araştırmalarda kullanılan vejetasyon ölçüm yöntemlerinin farklı olması, incelenen meraların toprak yapılarının farklı olması ve iklim koşullarının farklılığı ile açıklanabilir.

Vejetasyon incelemesinde, mera yöneylerinin bitki ile kaplı alanda buğdaygil ve diğer familya bitkileri oranı ortalamaları üzerinde istatistiki olarak önemli derecede fark yaratmadığı ortaya çıkmış ve bitki ile kaplı alanda buğdaygil oranının %63.9 ve bitki ile kaplı alanda diğer familya bitkileri oranının %30.9 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). Araştırmada, en yüksek bitki ile kaplı alanda buğdaygil oranı %75.3 ile meranın taban kesiminde tespit edilmiş ve bunu %71.4 ile batı yöneyi izlemiştir. İncelenen meranın doğu yöneyinde ise %45.1 ile en düşük bitki ile kaplı alanda buğdaygil oranı tespit edilmiştir. Diğer taraftan, en yüksek bitki ile kaplı alanda diğer familya bitkileri oranı %42.1 ile meranın doğu yöneyinde saptanırken, bunu %28.6 ve %22.1 ile sırasıyla batı yöneyi ve taban kesimi izlemiştir. Araştırmadan elde edilen bitki ile kaplı alanda buğdaygil oranı değerleri, bazı araştırmacıların (Çınar ve ark., 2003; Şengönül ve ark., 2009; Babalık ve Ercan, 2018; Dursun ve Babalık, 2018; Palta ve ark., 2019; Ok ve Çağan, 2023) elde ettikleri bitki ile kaplı alanda buğdaygil oranı değerlerinden yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, araştırmada incelenen mera yöneylerinde tespit edilen bitki ile kaplı alanda diğer familya bitkileri oranı değerleri, bazı araştırmacıların (Çınar ve ark., 2014; Babalık, 2019) tespit ettikleri bitki ile kaplı alanda diğer familya bitkileri oranı değerlerine benzer, bazı araştırmacıların (Çınar ve ark., 2019; Seydoşoğlu ve Kökten, 2019) tespit ettikleri bitki ile kaplı alanda diğer familya bitkileri oranı değerlerinden düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmada elde edilen bitki ile kaplı alanda buğdaygil oranı ve diğer familya bitkileri oranı değerlerinin, yukarıda bahsedilen araştırmacıların elde ettikleri bitki ile kaplı alanda buğdaygil oranı ve diğer familya bitkileri oranı değerlerinden farklı olması, vejetasyon ölçüm yöntemlerinin farklı olması, otlatma baskısının farklı olması, iklim, su durumu ve toprak yapısının farklılığı ile açıklanabilir.

Araştırmada incelenen mera yöneylerinin bitki ile kaplı alanda baklagil oranı üzerinde istatistiksel olarak önemli derecede fark yarattığı ortaya çıkmıştır (Çizelge 1). Nitekim, bitki ile kaplı alanda baklagil oranı ortalaması incelenen meranın doğu yöneyinde (%12.9) diğer yöneylere göre önemli derecede daha yüksek değer gösterirken, bitki ile kaplı alanda baklagil oranı ortalamasının meranın taban alanında (%2.6) ve batı yöneyinde (%0.0) istatistiki olarak birbirinden önemli derecede farklı olmayan değerler gösterdiği ortaya çıkmıştır. Araştırmada, mera yöneyleri için saptanan bitki ile kaplı alanda baklagil oranı değerleri, Babalık ve Fakir (2017), Babalık ve Ercan (2018), Bakoğlu ve Çatal (2020) ve Palta ve ark. (2021)’nin elde ettikleri değerlerden düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmadan elde edilen bitki ile kaplı alanda baklagil oranı değerlerinin, araştırmacıların elde ettikleri değerlerden farklılık göstermesinin nedeni olarak, vejetasyon ölçüm

yöntemlerinin farklı olması yanında, iklim, toprak yapısı ve su durumu ile araştırmaların yürütüldüğü vejetasyonlarda otlatma baskısının farklı olması sayılabilir.

Araştırmada incelenen meranın farklı 3 yöneyinde tanıları yapılan 23 familyadan, 44 cinse ait toplam 44 bitki türüne rastlanmıştır (Çizelge 1). Ülkemizde doğal meralarda yürütülen benzer vejetasyon tespiti çalışmalarında tür sayısını, Tükel ve ark. (2001) 164, Çınar ve ark. (2014) 41, Alay ve ark. (2016) 134 ve İspirli ve ark. (2016) 103 olarak saptamışlardır. Araştırmadan elde edilen tür sayılarının, araştırmacıların elde ettiği tür sayılarından farklı olması, incelenen meraların toprak yapısı, yöney, su durumu ve iklim özelliklerinin farklılık göstermesi ile açıklanabilir.

Araştırmada incelenen meranın üç yöneyinde saptanan bitkilerin türleri, familyaları, türlerin ömür uzunlukları, türlerin otlatmaya karşı tepki grupları ve türlerin ortalama frekans oranları Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Mera yöneylerinde saptanan türlerin familyaları, ömür uzunlukları, otlatmaya karşı tepki grupları ve frekans oranları.

Meranın Batı Yöneyi				
Tür	Familya	Ömrü	Otlamaya Karşı Tepki Grupları	Türün Ortalama Frekansı (%)
<i>Themeda triandra</i>	Poaceae	Çok yıllık	Çoğalıcı	47.5
<i>Chrysopogon gryllus</i>	Poaceae	Çok yıllık	Azalıcı	25.0
<i>Anagallis arvensis</i>	Primulaceae	Bir yıllık	İstilacı	22.5
<i>Quercus cocCIFera</i>	Fagaceae	Çok yıllık	İstilacı	12.5
<i>Asparagus aphyllus subsp. orientalis</i>	Asparagaceae	Çok yıllık	İstilacı	7.5
<i>Convolvulus cantabrica</i>	Convolvulaceae	Çok yıllık	İstilacı	7.5
<i>Asphodelus albus</i>	Asphodelaceae	Çok yıllık	İstilacı	5.0
<i>Cyclamen persicum</i>	Primulaceae	Çok yıllık	İstilacı	5.0
<i>Crepis foetida</i>	Asteraceae	Bir yıllık	İstilacı	2.5
<i>Lithodora hispidula</i>	Boraginaceae	Çok yıllık	İstilacı	2.5
<i>Carex davisii</i>	Cyperaceae	Çok yıllık	İstilacı	2.5
<i>Thymbra spicata</i>	Lamiaceae	Çok yıllık	İstilacı	2.5
<i>Andrachne telephioides</i>	Phyllanthaceae	Çok yıllık	İstilacı	2.5
<i>Hyparrhenia hirta</i>	Poaceae	Çok yıllık	Çoğalıcı	2.5
Meranın Doğu Yöneyi				
<i>Hyparrhenia hirta</i>	Poaceae	Çok yıllık	Çoğalıcı	47.5
<i>Anagallis arvensis</i>	Primulaceae	Bir yıllık	İstilacı	40.0
<i>Themeda triandra</i>	Poaceae	Çok yıllık	Çoğalıcı	32.5
<i>Rapistrum rugosum</i>	Brassicaceae	Bir yıllık	İstilacı	30.0
<i>Calicotome villosa</i>	Fabaceae	Çok yıllık	İstilacı	20.0
<i>Daucus carota</i>	Apiaceae	Çok yıllık	İstilacı	17.5
<i>Sanguisorba minor</i>	Rosaceae	Çok yıllık	Azalıcı	17.5
<i>Asparagus aphyllus subsp. orientalis</i>	Asparagaceae	Çok yıllık	İstilacı	15.0
<i>Hordeum bulbosum</i>	Poaceae	Çok yıllık	Azalıcı	12.5
<i>Asphodelus albus</i>	Asphodelaceae	Çok yıllık	İstilacı	7.5
<i>Teucrium polium</i>	Lamiaceae	Çok yıllık	Çoğalıcı	7.5
<i>Pallenis spinosa</i>	Asteraceae	Bir yıllık	İstilacı	5.0
<i>Salvia viridis</i>	Lamiaceae	Bir yıllık	İstilacı	5.0
<i>Dactylis glomerata</i>	Poaceae	Çok yıllık	Azalıcı	5.0
<i>Rubia tenuifolia</i>	Rubiaceae	Çok yıllık	İstilacı	5.0
<i>Peucedanum depauperatum</i>	Apiaceae	Çok yıllık	İstilacı	2.5
<i>Crepis foetida</i>	Asteraceae	Bir yıllık	İstilacı	2.5
<i>Lithodora hispidula</i>	Boraginaceae	Çok yıllık	İstilacı	2.5
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	Caryophyllaceae	Bir yıllık	İstilacı	2.5
<i>Medicago polymorpha</i>	Fabaceae	Bir yıllık	İstilacı	2.5
<i>Onobrychis sp.</i>	Fabaceae	Çok yıllık	Azalıcı	2.5
<i>Anthyllis tetraphylla</i>	Fabaceae	Bir yıllık	Çoğalıcı	2.5
<i>Lavatera punctata</i>	Malvaceae	Bir yıllık	İstilacı	2.5

<i>Cyclamen persicum</i>	<i>Primulaceae</i>	Çok yıllık	İstilacı	2.5
<i>Osyris alba</i>	<i>Santalaceae</i>	Çok yıllık	İstilacı	2.5
Meranın Taban Kesimi				
<i>Hordeum bulbosum</i>	<i>Poaceae</i>	Çok yıllık	Azalıcı	97.5
<i>Pallenis spinosa</i>	<i>Asteraceae</i>	Bir yıllık	İstilacı	15.0
<i>Convolvulus cantabrica</i>	<i>Convolvulaceae</i>	Çok yıllık	İstilacı	12.5
<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Primulaceae</i>	Bir yıllık	İstilacı	12.5
<i>Sanguisorba minor</i>	<i>Rosaceae</i>	Çok yıllık	Azalıcı	12.5
<i>Mercurialis annua</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Bir yıllık	İstilacı	10.0
<i>Daucus carota</i>	<i>Apiaceae</i>	Çok yıllık	İstilacı	7.5
<i>Eryngium creticum</i>	<i>Apiaceae</i>	Bir yıllık/İki yıllık	İstilacı	5.0
<i>Scleranthus annuus</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	Bir yıllık/İki yıllık	İstilacı	5.0
<i>Scorpiurus muricatus</i>	<i>Fabaceae</i>	Bir yıllık	İstilacı	5.0
<i>Trifolium tomentosum</i>	<i>Fabaceae</i>	Bir yıllık	İstilacı	5.0
<i>Salvia viridis</i>	<i>Lamiaceae</i>	Bir yıllık	İstilacı	5.0
<i>Allium sphaerocephalon</i>	<i>Liliaceae</i>	Çok yıllık	İstilacı	5.0
<i>Asphodelus albus</i>	<i>Asphodelaceae</i>	Çok yıllık	İstilacı	2.5
<i>Crepis foetida</i>	<i>Asteraceae</i>	Bir yıllık	İstilacı	2.5
<i>Senecio vulgaris</i>	<i>Asteraceae</i>	Bir yıllık	İstilacı	2.5
<i>Echium plantagineum</i>	<i>Boraginaceae</i>	Bir yıllık/İki yıllık	İstilacı	2.5
<i>Rapistrum rugosum</i>	<i>Brassicaceae</i>	Bir yıllık	İstilacı	2.5
<i>Silene colorata</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	Bir yıllık	İstilacı	2.5
<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Clusiaceae</i>	Çok yıllık	İstilacı	2.5
<i>Lotus angustissimus</i>	<i>Fabaceae</i>	Bir yıllık	İstilacı	2.5
<i>Medicago polymorpha</i>	<i>Fabaceae</i>	Bir yıllık	İstilacı	2.5
<i>Onobrychis sp.</i>	<i>Fabaceae</i>	Çok yıllık	Azalıcı	2.5
<i>Lavatera punctata</i>	<i>Malvaceae</i>	Bir yıllık	İstilacı	2.5
<i>Stipa capensis</i>	<i>Poaceae</i>	Bir yıllık	İstilacı	2.5
<i>Themeda triandra</i>	<i>Poaceae</i>	Çok yıllık	Çoğalıcı	2.5
<i>Verbascum flavidum</i>	<i>Scrophulariaceae</i>	İki yıllık/Çok yıllık	İstilacı	2.5

Çizelge 2’de görüldüğü üzere, etüdü yapılan meranın batı yöneyinde 3 buğdaygil ve 11 diğer familya bitki türünden olmak üzere toplam 14 bitki türü saptanmış olup, baklagil familyasından herhangi bir türe rastlanmamıştır. Saptanan bu türlerin 2 adedinin bir yıllık, 12 adedinin çok yıllık olduğu ve 1 adedinin azalıcı, 2 adedinin çoğalıcı ve 11 türün de istilacı olduğu ortaya çıkmıştır. İncelenen meranın doğu yöneyinde, 4 baklagil, 4 buğdaygil ve 17 diğer familya türleri olmak üzere 25 tür tespit edilmiştir. Bu türlerin 9 adedi bir yıllık, 16 adedi çok yıllık, 4 adedi azalıcı, 4 adedi çoğalıcı ve 17 türünde istilacı olduğu anlaşılmıştır. Taban alanda ise, 5 baklagil, 3 buğdaygil ve 19 diğer familya türleri olmak üzere 27 tür tespit edilmiştir. Söz konusu türlerin, 14 adedinin bir yıllık, 3 adedinin bir yıllık/iki yıllık, 1 adedinin iki yıllık/çok yıllık, 9 adedinin çok yıllık, 3 adedinin azalıcı, 1 adedinin çoğalıcı ve 23 adedinin istilacı tür olduğu anlaşılmıştır.

Araştırmada incelenen mera yöneylerinde azalıcı tür olarak yeşil buzağı otu (*Chrysopogon gryllus*), korunga (*Onobrychis sp.*), yumrulu arpa (*Hordeum bulbosum*), domuz ayrığı (*Dactylis glomerata*) ve küçük çayır düğmesi (*Sanguisorba minor*), çoğalıcı türlerden ise tüylü sakal otu (*Hyparrhenia hirta*), kırmızı yulaf (*Themeda triandra*), *Anthyllis tetraphylla* ve mayasıl otu (*Teucrium polium*) tespit edilmiştir.

Araştırmada incelenen meranın batı yöneyinde en sık rastlanan tür %47.5 ortalama frekans ile kırmızı yulaf (*Themeda triandra*) olarak bulunmuş ve söz konusu türü %25.0 ortalama frekans ile yeşil buzağı otu (*Chrysopogon gryllus*), %22.5 ortalama frekans ile farekulağı (*Anagallis arvensis*) ve %12.5 ortalama frekans ile kermes meşesi (*Quercus coccifera*) türleri izlemiştir. Etüdü yapılan meranın doğu yöneyinde tüylü sakal otu (*Hyparrhenia hirta*) %47.5 ortalama frekans ile en sık rastlanan tür olurken, bu türü %40.0 ortalama frekans ile farekulağı (*Anagallis arvensis*), %32.5 ortalama frekans ile kırmızı yulaf (*Themeda triandra*) ve %30 ortalama frekans ile kedi turpu (*Rapistrum rugosum*) türleri izlemiştir. Taban alanda ise en sık rastlanan tür %97.5 ortalama frekans ile yumrulu arpa (*Hordeum bulbosum*) olurken, söz konusu türü %15.0 ortalama frekans ile buhurumeryem (*Pallenis spinosa*) ve %12.5 ortalama frekans ile küçük çayır düğmesi (*Sanguisorba minor*), farekulağı (*Anagallis arvensis*) ve çadır çiçeği (*Convolvulus cantabrica*) türleri izlemiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER


Araştırma bulgularına göre; Çukurova Üniversitesi arazisinde yer alan merada ortalama bitkiyle kaplı alanın %50 olduğu, meranın doğu yönünde bitki ile kaplı alanda baklagil ve diğer familya bitkileri oranının diğer yönelere göre daha yüksek olduğu, batı yöneyde hiçbir baklagil türüne rastlanmadığı ve tüm yöneylerde ağırlıklı olarak buğdaygil türlerinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, vejetasyon etüdü yapılan merada 23 familyadan 44 tür tespit edilmiş olup, batı yöneyde en sık rastlanan türün çoğalıcı grupta yer alan kırmızı yulaf (*Themeda triandra*), doğu yöneyde en sık rastlanan türün çoğalıcı grupta yer alan tüylü sakal otu (*Hyparrhenia hirta*), taban alanda ise en sık rastlanan türün çoğalıcı grupta yer alan yumrulu arpa (*Hordeum bulbosum*) olduğu saptanmıştır. Vejetasyon etüdü yapılan meranın genelinde istilacı türlerin yoğun olduğu göz önüne alındığında, bu mera alanının ıslah edilebilmesi ve uygun ıslah yöntemlerinin belirlenmesi amacıyla yeni araştırmaların yapılması gerektiği ifade edilebilir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Hasan Beytullah DÖNMEZ  <http://orcid.org/0000-0003-1495-4553>

Rüştü HATİPOĞLU²  <http://orcid.org/0000-0002-7977-0782>

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, E. 2001. *Yem bitkileri*. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No:182, Bursa, 584 s.
- Alay, F., İspirli, K., Uzun, F., Çınar, S., Aydın, İ. ve Çankaya, N. 2016. Uzun süreli serbest otlatmanın doğal meralar üzerine etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1):116-124.
- Anonim. 1962. Basic Problems and Techniques in Range Research. Washington D. C., National Academy of Sciences-National Research Council No.890.
- Anonim. 2008. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Çayır, Mera, Yem Bitkileri ve Havza Geliştirme Daire Başkanlığı.
- Anonim. 2018. Encyclopedia of life: Global access to knowledge about life on earth. National Museum of Natural History. Erişim adresi: <https://eol.org/>. [Erişim tarihi: 5 Mayıs 2018].
- Avcıoğlu, R. 1981. *Çayır mera bitki topluluklarının özellikleri ve incelenmesi*. İzmir, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:166, 245 s.
- Babalık, A. A. 2004. Çayır-Meralarda dip kaplama ölçüm yöntemleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A(1):50-72.
- Babalık, A. A. ve Fakir, H. 2017. Korunan ve otlatılan mera alanlarında vejetasyon özelliklerinin karşılaştırılması: Kocapınar Merası örneği. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 18(3):207-211.
- Babalık, A. A. ve Ercan, A. 2018. Eskişehir ili Karaören köyü merasının vejetasyon özelliklerinin belirlenmesi. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 19(3):246-251.
- Babalık, A. A. 2019. Ilıcınar Yaylası (Taşkent) merasının vejetasyon karakteristiklerinin belirlenmesi. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 20(4):360-365.
- Babalık, A. A. ve Matrasulov, F. 2020. Antalya Çukuryayla merasının vejetasyon özellikleri ve otlatma kapasitesinin belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (20):327-333.
- Bakoğlu, A. ve Çatal, M. İ. 2020. Elevit Yaylasının (Rize-Çamlıhemşin) mera kalitesinin değerlendirilmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5(3):283-289.
- BÜGEM. 2022. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Cayir-Mera-ve-Yem-Bitkileri>. [Erişim tarihi: 20 Nisan 2023].
- Çınar, S., Hatipoğlu, R. ve Avcı, M. 2003. Adana ili Tufanbeyli ilçesi Hanyeri köyü merasında verim ve botanik kompozisyonun saptanması üzerine bir araştırma. *Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi*, 13-17 Ekim, Diyarbakır, s. 352-356.
- Çınar, S., Hatipoğlu, R., Avcı, M., İnal, İ., Yücel, C. ve Avağ, A. 2014. Hatay ili Kırıkhan ilçesi taban meralarının vejetasyon yapısı üzerine bir araştırma. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(2):52-60.

- Çınar, S., Hatipoğlu, R., Avcı, M., İnal, İ. ve Yücel, C. 2018. Adana ili Tufanbeyli ilçesi meralarının botanik kompozisyonunun belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 7(2):21-29.
- Çınar, S., Hatipoğlu, R., Avcı, M., Yücel, C. ve İnal, İ. 2019. Adana ili Tufanbeyli ilçesi meralarının vejetasyon yapısı üzerine bir araştırma. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(1):143-152.
- Davis, P. H. 1965. *Flora of Turkey and the Aegean Islands*. Edinburgh at the University Press.
- Dursun, İ. ve Babalık, A. A. 2018. Isparta ili Çatoluk ormanı merasının vejetasyon yapısının belirlenmesi. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 19(3):233-239.
- Ertuş, M. M. 2021. Determination of yield and botanical composition of the meadow and grassland in Çolpan village at the shores of Lake Van. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(6): 1215-1221.
- Gökkuş, A., Koç, A. ve Çomaklı, B. 2000. *Çayır-Mer'a uygulama kılavuzu*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, 139 s.
- Gökten, A. ve Tansı, V. 2015. Bazı buğdaygil yem bitkilerinin tanımlanmasında web destekli veri tabanı oluşturulması. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1):27-31.
- Gündüz, Ş., Kersting, U. ve Kahramanoğlu, İ. 2006. *Turunçgil bahçelerindeki yabancı otlar ve entegre mücadele yöntemleri*. Akdeniz İhracatçı Birlikleri, Mersin.
- İspirli, K., Alay, F., Uzun, F. ve Çankaya, N. 2016. Doğal meralardaki vejetasyon örtüsü ve yapısı üzerine otlatma ve topoğrafyanın etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3(1):14-22.
- Karaman, F. ve Turan, N. 2019. Karasal iklim kuşağında yer alan iki farklı yükseltideki doğal meraların vejetasyon yapısı. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(3):268-276.
- Ok, H. ve Çağan, E. 2023. Övündüler Köyü (Diyarbakır-Türkiye) merasının verim, botanik kompozisyonu ve otlatma kapasitesinin belirlenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 24(1):148-154.
- Öten, M., Kiremitçi, S., Erdurmuş, C., Soysal, M., Kabaş, Ö. ve Avcı, M. 2016. Antalya ilindeki bazı meraların botanik kompozisyonunun belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(1):23-30.
- Öten, M., Erdurmuş, C., Kiremitçi, S., İnal, İ., Avcı, M., Yücel, C., Kabaş, Ö. ve Soysal, M. 2022. Denizli ili doğal mera alanlarının bazı vejetasyon özellikleri. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 3(2):74-88.
- Palta, Ş., Genç Lermi, A. ve Yiğit, M. 2019. Bartın ili Kozcağız yöresindeki bir sekonder mera alanının bazı özelliklerinin belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(3):848-859.
- Palta, Ş., Genç Lermi, A., ve Alagöz Altıntaş, G. 2021. Bartın ili Çiftlik köyü doğal mera alanının bazı vejetasyon karakteristiklerinin belirlenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 22(2):170–182.
- Schoch, C. L., Ciufu, S., Domrachev, M., Hotton, C. L., Kannan, S., Khovanskaya, R., Leipe, D., McVeigh, R., O'Neill, K., Robbertse, B., Sharma, S., Soussov, V., Sullivan, J. P., Sun, L., Turner, S. ve Karsch-Mizrachi, I. 2020. NCBI Taxonomy: A comprehensive update on curation, resources and tools. Database, Oxford Academic. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>. [Erişim tarihi: 10 Aralık 2020].
- Seydoşoğlu, S., Saruhan, V. ve Mermer, A. 2015. Diyarbakır ili Silvan ilçesi taban meralarının vejetasyon yapısı üzerinde bir araştırma. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2(1):1-7.
- Seydoşoğlu, S. ve Kökten, K. 2018. Batman ili Beşiri ilçesi mera vejetasyonlarının bazı özellikleri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55(4):491-497.
- Seydoşoğlu, S. ve Kökten, K. 2019. Batman mera vejetasyonlarının bazı özellikleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(1):60-68.
- Şengönül, K., Kara, Ö., Palta, Ş. ve Şensoy, H. 2009. Bartın Uluyayla yöresindeki mera vejetasyonunun bazı kantitatif özelliklerinin saptanması ve ekolojik yapının belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 11(16):81-94.
- Tosun, F. ve Altın, M. 1981. *Çayır-Mera-Yayla kültürü ve bunlardan faydalanma yöntemleri*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No.1, Ders Kitapları Serisi No.1, Samsun, 229 s.
- Tükel, T., Hatipoğlu, R., Özbek, H., Alados, C. L., Çeliktaş, N. ve Kökten, K. 2001. Sığır Yaylasındaki Tipik Bir Akdeniz Orman İçi Mera Ekosisteminin Vejetasyon Yapısı ve Verim Gücünün Saptanması Üzerinde Bir Araştırma. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, Tekirdağ, s. 37-42.
- Türk, M., Bayram, G., Budaklı, E. ve Çelik, N. 2003. Sekonder mera vejetasyonunda farklı ölçüm metodlarının karşılaştırılması ve mera durumunun belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1):65-77.
- Yavuz, T., Sürmen, M., Töngel, M. Ö., Avağ, A., Özyayın, K. A. ve Yıldız, H. 2012. Amasya mera vejetasyonlarının bazı özellikleri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 5(1):181-185.
- Yurtsever, N. 2011. *Deneyisel istatistik metotları*. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No: 121 Teknik Yayın No 56, 800 s.

Kuzey Irak Bölgesi Yerel Nar Çeşitlerinin (*Punica granatum L.*) Bazı Meyve Özelliklerinin Belirlenmesi

Tara MOHAMMED AMIN¹ , Ebru SAKAR² , Ali İKİNCİ^{2*} , Hülya ÜNVER³ 

¹Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye

²Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

³Düzce Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Düzce, Türkiye

*Sorumlu Yazar: aliikinci@harran.edu.tr

Geliş Tarihi: 22.11.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 11.12.2023 Kabul Tarihi: 21.12.2023

ÖZ

Bu çalışmada, Kuzey Irak'ın Halepçe ilinde yetiştirilen Laswara, Kawahanar, Meyhoş ve Salaxani nar çeşitlerinin bazı ağaç ve meyve özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada ortalama meyve ağırlığının 206-266 g, meyve uzunluğunun 76.01-84.30 mm, meyve eninin 75.92-81.19 mm, kaliks boyunun 11.03-12.43 mm, meyve suyu miktarının 132-148 ml, toplam dane ağırlığının 113.63-201.16 g, dane randımının %54.89-75.62 ve odacık sayısının 6-7 adet arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca; nar çeşitlerinin SÇKM miktarının %11.8-15.8, pH'ının 2.71-3.54 ve titre edilebilir asit miktarının ise %0.12-0.27 arasında olduğu belirlenmiştir. Bunların yanında, incelenen çeşitlerin kabuk alt zemin rengi, kabuk üst zemin rengi, çekirdek sertliği, meyve tadı, dane rengi ve daneleme kolaylığı belirlenmiştir. Nar çeşitlerinde incelenen ağaç özellikleri bakımından Kawahanar ve Meyhoş çeşitlerinin verim durumunun yüksek, Kawahanar çeşidi ağaçlarının çok dikenli olduğu ve Laswra çeşidinde ise herhangi bir meyve çatlaması meydana gelmediği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Nar, Pomolojik özellikler, Ağaç morfolojisi, Kuzey Irak, Halepçe, Salaxani

Determination of Some Fruit Characteristics of Local Pomegranate Cultivars (*Punica granatum L.*) in Northern Iraq Region

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine some tree and fruit characteristics of Laswara, Kawahanar, Meyhoş and Salaxani pomegranate varieties grown in Halabja province of Northern Iraq. At the end of the study, it was determined that the average fruit weight ranged from 206-266 g, fruit length ranged from 76.01-84.30 mm, fruit width ranged from 75.92-81.19 mm, calyx length ranged from 11.03-11.03 mm, fruit juice amount ranged from 132-148 ml, total grain weight ranged from 113.63-201.16 g, grain yield ranged from 54.89-75.62% and compartment number ranged from 6-7 pieces. Furthermore; it was determined that the total soluble solids (TSS) contents ranged from 11.8-15.8%, the pH ranged from 2.71-3.54 and total acidity ranged from 0.12-0.27%. In addition to these, sub skin colour, upper skin colour, seed hardness, fruit taste, seed colour and ease of graining of the examined cultivars were determined. In terms of the tree characteristics examined in pomegranate cultivars, it was determined that the yield status of Kawahanar and Meyhoş was high, the trees of Kawahanar cultivar were very thorny, and no fruit cracking occurred in Laswra cultivar.

Key words: Pomegranate, Pomological characteristics, Tree morphology, Northern Iraq, Halabja, Salaxani

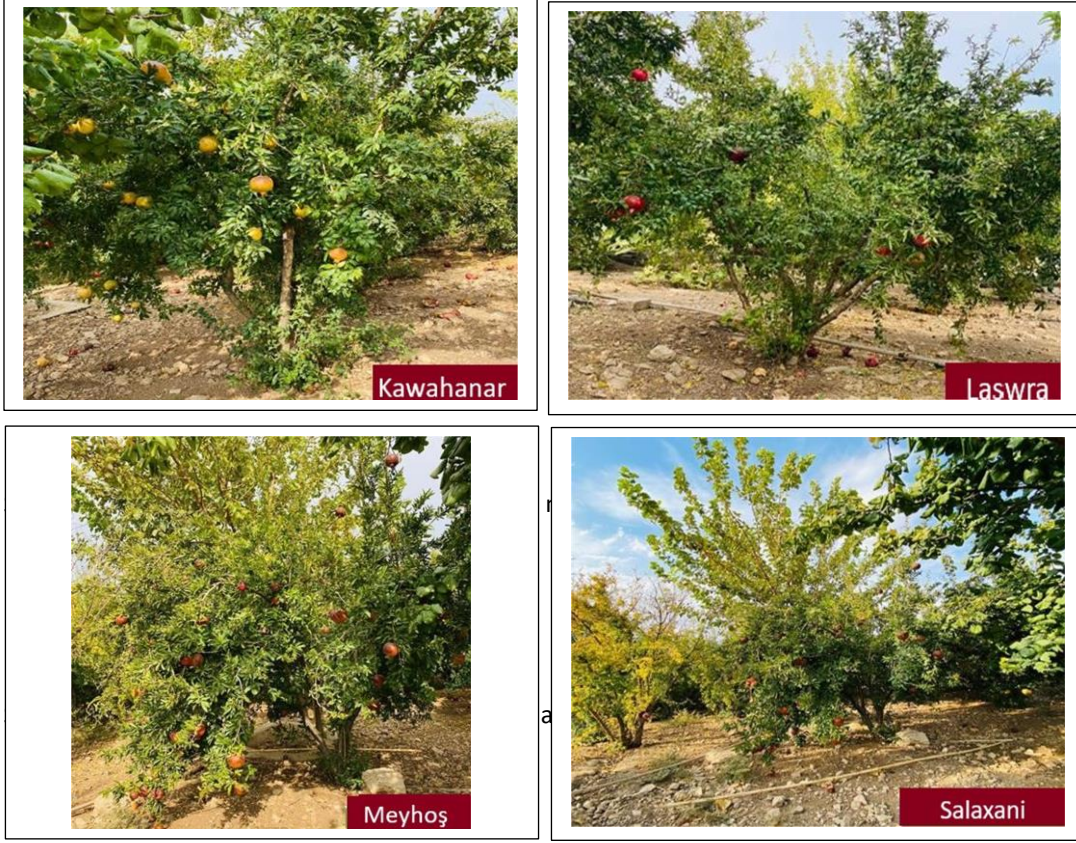
GİRİŞ

Yetiştiriciliği 7 bin yıl öncesine dayanan narın (*Punica granatum* L.) anavatanı Güney Kafkasya, İran, Afganistan, Güney Asya, Batı Asya, Anadolu ve Akdeniz arasındaki bölgeleri kapsamaktadır (Özbek, 1977; Onur, 1983). Nar; ABD, Afganistan, Çin, Fas, Filistin, Hindistan, Irak, İran, İsrail, İtalya, Kuzey ve Güney Kıbrıs, Mısır, Suriye, Suudi Arabistan, Tayland, Tunus ve Türkiye’de doğal olarak yetişmekte ve ticari olarak yetiştirilmektedir. İliman ve subtropik iklim bölgelerinde yaprağını döken nar bitkisi, tropik iklime sahip bölgelerde ise herdem yeşildir. Soğuklama isteği çok az olan narın, çiçeklenme periyodu 50-75 gün ve meyvenin büyüüp gelişmesi için gereken süre ise 120-160 gündür. Işığı seven nar bitkisi, deniz seviyesinden 1000 m kadar olan yükseltiye kadar olan alanlarda yetiştirilebilir (Onur, 1983). Nar; C vitamini ve mineraller (demir ve potasyum) açısından oldukça zengin bir meyvedir. Taze sıkılmış meyve suyu olarak kullanılmasının yanı sıra, çeşitli kısımlarından tanen, pektin, sirke, sitrik asit, boya ve mürekkep hammaddeleri, yağlar, hayvan yemi ve çeşitli farmasötik hammaddeler de hazırlanmaktadır (ikinci, 2007). Nar suyundaki fenolik bileşiklerin antioksidan etkisinden dolayı kanser, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar başta olmak üzere, birçok önemli ve yaygın hastalığı önleyebildiği ve yaşlanmayı geciktirdiği söylenmektedir (Fischer ve ark., 2011; Karaca, 2011; Şimşek ve İkinci, 2017). Nar, uzun yıllar çit ve süs ağacı şeklinde yetiştirilmiştir. Ancak, erken meyve verme, çeşitli iklim ve toprak koşullarına uyum sağlama ve birim alandan yüksek verim alınması gibi nedenlerden dolayı, son yıllarda kapama bahçeler şeklinde yetiştirilmektedir (Gündoğdu ve ark., 2015). Şimşek (2018), narın ülkemizdeki önemli meyve türlerinden ve en eski tarım ürünlerinden biri olduğunu, besin değeri ve insan sağlığına olumlu etkisi nedeniyle bu meyvenin öneminin giderek arttığını ifade etmiştir. Narın anavatanlarından biri olarak kabul edilen Türkiye’nin pek çok yöresinde yabani halde yetişebilen nar genotipleri bulunmaktadır. Geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip olan nar bitkisi, bu özelliğinden dolayı birçok ülkede yaygın olarak yetişmektedir. Türkiye; 290 697 dekar alanda, 16 170 063 adet ağaç ile toplam 681 460 ton nar üretimi gerçekleştirmiştir. Antalya, Mersin, Adana, Muğla ve Denizli en fazla nar üretimi yapan iller arasında ilk sıralarda yer almaktadır (TÜİK, 2022). Dünyada ve ülkemizde değişik nar çeşitlerinin veya genotiplerinin pomolojik özelliklerinin belirlenmesi konusunda birçok araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilmiş olan bu çalışmaların bir kısmı adaptasyon amaçlı iken, birçok araştırmada da yerel çeşit veya genotipler üzerinde yürütülen seleksiyon çalışmaları, çalışmaların asıl amaçlarını oluşturmuştur. Son yıllarda, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde de gerek doğal olarak yetişen gerekse ticari bahçelerde yetiştirilen nar çeşit ve genotipleri ile ilgili çok sayıda araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Okatan ve ark. (2015), Bitlis’in Narlıdere ilçesinde yetiştirilen 17 nar genotipi; İkinci ve Kılıç (2016), Şanlıurfa’nın Siverek ilçesinde doğal olarak yetişen 15 yerel nar genotipi; Boğuş (2018), Şırnak’ta yetiştirilen yerel ve standart nar çeşitleri ile önemli nar genotipleri; Al-Jabbari ve ark. (2019), Salakhani ve Zivzik nar çeşitleri; Çiçek ve ark. (2019), Diyarbakır’ın Çermik ve Dicle ilçelerinde yetiştirilen 10 nar genotipi; Öztürk ve ark. (2019), Mardin’in Artuklu ve Kızıltepe ilçelerindeki 18 nar genotipi; Burkan ve ark. (2021), Kocaköy (Diyarbakır) ilçesinde yetiştirilen önemli standart ve mahalli nar çeşitleri; İkinci ve Dursun (2021), Şanlıurfa’da yetiştirilen bazı nar çeşitleri; Nikpeyma ve Toprak (2021), Kahramanmaraş’ta yetişen bazı nar genotiplerinin pomolojik ve kimyasal özelliklerini belirlemişlerdir. Türkiye’nin komşusu Irak’ta çok eski yıllardan beri en yoğun nar yetiştiriciliği ülkenin kuzeydoğusunda yer alan Halepçe ilinde gerçekleştirilmektedir. Kuzey Irak’ta; 2022 yılında 8500 da alandan 43 435 ton nar üretimi gerçekleştirilmiştir. Bölgenin en iyi narlarının yetiştiği Halepçe’de ise yıllık 30-35 000 ton nar üretilmektedir. Bu çalışmanın ana materyalini oluşturan çeşitler, yörede yaygın olarak yetiştirilen belli başlı çeşitler arasında yer almaktadır (Al-Jabbari ve ark, 2019; Tahir Mohammed Amin, 2021). Halepçe’de yetiştirilen diğer bazı nar çeşitleri ise şunlardır: Surehenar, Kewehenar, Lareşe, Melesi, Méxoş tiri, Méxoş şîrîn. Öte yandan, yapılan literatür taramalarında Kuzey Irak bölgesinde Balakayati, Barzan, Choman, Dekani, Halabja, Hanar bahari, Hanar paizi, Hanar shirin, Harir, Hewler, Karbalay (Hashri), Kerkuk, Larasha, Mahdawi, Melese, Pirm kayall, Raniyeh, Salakhani, Salakhany + melese, Salimi, Shahraban, Shini shirin, Shini trsh, Sidakan, Soran, Swra xanmy, Tapasor, Trshi paizi, Trshi twekle gibi yerel nar çeşitlerinin ve/veya genotiplerinin yetiştirilmekte olduğu bildirilmiştir (Mohammad ve ark., 2018; Mahmood ve Jabar, 2023).

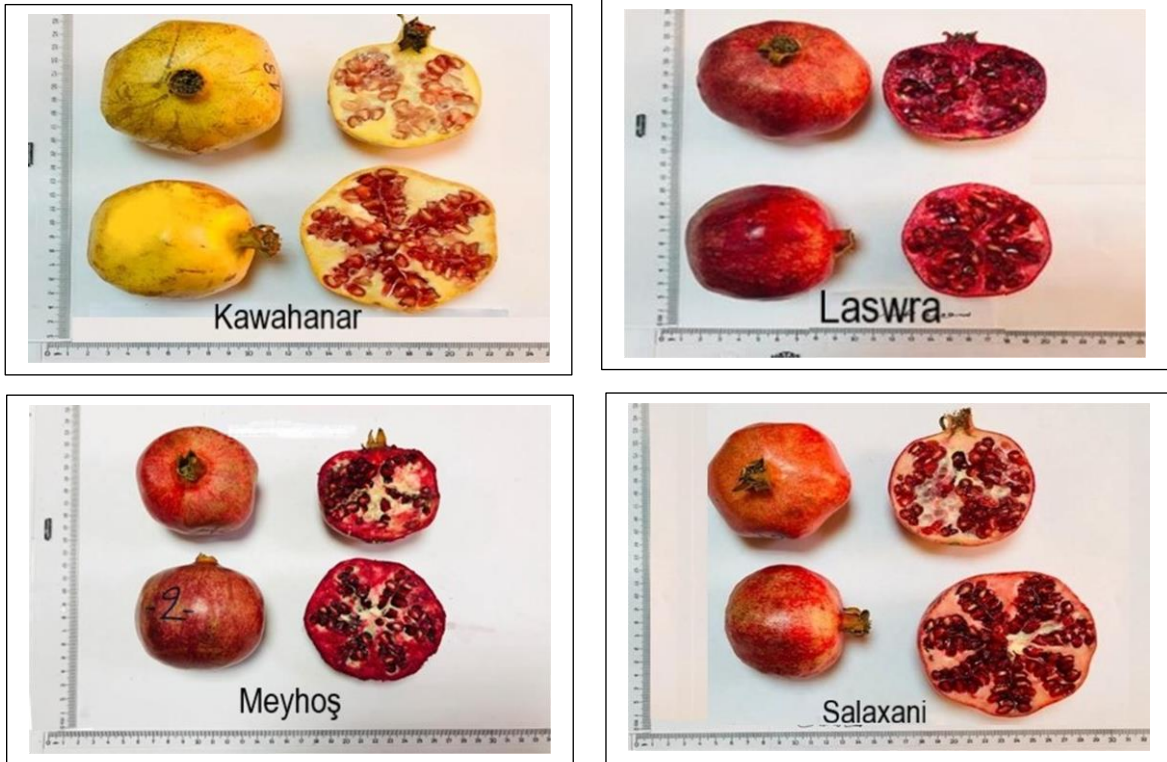
Bu çalışmada, Kuzey Irak bölgesinde yetiştirilen yerel nar çeşitlerinin (*Punica granatum* L.) bazı ağaç ve meyve özelliklerinin belirlenmesi, bunların gelecekte standart birer çeşit haline getirilmesi, yürütülen bu çalışmanın gelecekte yapılacak olan diğer çalışmalara ışık tutması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Çalışma, 2021 yılında Kuzey Irak’ın Halepçe ilinin Hawraman yöresindeki ticari nar bahçelerinde yoğun olarak yetiştirilen 4 farklı yerel nar çeşidi (Kawahananar, Laswra, Meyhoş ve Salaxani) üzerinde yürütülmüştür (Şekil 1 ve Şekil 2). Deneme materyallerini oluşturan Kuzey Irak orijinli nar çeşitlerinin ağaç ve meyve özellikleri aşağıda verilmiştir:



Şekil 1. Kawahanar, Laswra, Meyhoş ve Salaxani nar çeşitlerine ait ağaçlarının görünümü



Şekil 2. Kawahanar, Laswra, Meyhoş ve Salaxani nar çeşitlerine ait meyvelerin görünümü

Kawahananar: Kawahananar çeşidine ait ağaçlar çok dikenli ve yoğun taç yapısına sahiptir. Ağaç gelişimi kuvvetli olup, meyve verimi yüksektir. Meyvelerin dışı sarı, dane rengi pembe olup, tatlı ve yumuşak çekirdeklidir. Sofralık olarak tüketilmektedir (Tahir Mohammed Amin, 2021).

Laswra: Meyve rengi kırmızı olup, kolay danelenmekte, koyu kırmızı taneli ve meyve tadı ekşidir. Meyve çatlamalarına karşı dayanıklıdır. Sofralık olarak tüketilmektedir (Tahir Mohammed Amin, 2021).

Meyhoş: Meyhoş çeşidine ait ağaçlar dikensiz olup, yoğun taç yapısına sahiptir. Meyve verimi yüksektir. Meyvenin danelenmesi zor olup, orta-sert çekirdekli, meyve tadı tatlı-ekşi ve sofralık olarak tüketilmektedir (Tahir Mohammed Amin, 2021).

Salaxani: Kuzey Irak'ın Halepçe ilinde yüzyıllardır bölgenin tanınmış nar çeşitlerinden biri olan Salaxani (Salaxani), bölge iklimine çok iyi adapte olan, yerleşim alanlarında ve ticari nar bahçelerinde yetiştirilen, bölge sakinleri için önemli bir gelir kaynağı olmuş, yüksek kaliteli yerel bir nar genotipidir (Al-Jabbari ve ark., 2019). Meyveleri tatlı-ekşi arasında değişkenlikler gösterir. Daneleri iri, koyu kırmızı daneli, sulu ve sert çekirdeklidir. Genellikle nar ekşisi yapımında kullanılır (Tahir Mohammed Amin, 2021).

Hawraman yöresinde tesis edilmiş ve bakımı diğerlerine göre daha düzgün olarak yapılan ticari nar bahçelerinden meyve örnekleri alınmış (Şekil 2) ve aynı bahçelerdeki bitki (ağaç) özellikleri (Şekil 1) tespit edilmiştir. Araştırma materyalini oluşturan nar ağaçlarının verim çağında, hastalık ve zararlılar yönünden sağlıklı olan ve gelişme yönünden homojen ağaçlar olmasına dikkat edilmiştir. Belirtilen yöredeki nar bahçelerinde Ekim (2021) ayının 3.- 4. haftası arasında hasat olgunluğuna ulaşan meyveler hasat edilerek, soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir. Soğuk hava deposunda muhafaza edilen meyveler, daha sonra uygun koşullarda taşınarak, meyve analizlerinin yapılması için Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'ndeki Pomoloji Laboratuvarı'na getirilmiştir.

Araştırmada; nar çeşitlerine ait bitki ve meyvelerin pomolojik özellikleri, bu konuda daha önce yapılan çalışmalar (Gündoğdu ve ark., 2010; İkinci ve Kılıç, 2016; Sakar, 2016; Şimşek, 2018) dikkate alınarak belirlenmiştir. Alınan meyve örneklerinde fiziksel (meyve boyutları, kaliks boyu, kaliks çapı, meyve ağırlığı, 100 dane ağırlığı, toplam dane ağırlığı, kabuk ağırlığı, şekil indeksi, dane randımanı, dane rengi, daneleme kolaylığı, odacık sayısı, odacıkların dış görünümü, kabuk alt ve üst zemin rengi, çekirdek sertliği) ve kimyasal (SÇKM, pH ve titre edilebilir asitlik) meyve özellikleri ile ağaç özellikleri (taç yapısı, taç genişliği, dallanma sıklığı, gövde sayısı, dikenlilik, verim durumu ve meyvelerde çatlama) belirlenmiştir.

İstatistiksel Analizler

Araştırma; tesadüf blokları deneme desenine göre 3 ağaç bir tekerrür olacak şekilde üç tekerrürlü ve her tekerrürde 5 meyve olacak şekilde, toplam 15 meyve örneği üzerinde yürütülmüştür. Deneme sonunda elde edilen veriler tesadüf blokları deneme deseni esas alınarak, "JMP® 8.0" (SAS Institute, Inc.) paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testi ($p < 0.05$) ile belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Ağaç Özellikleri

Kuzey Irak'ın Halepçe ilinin Hawraman yöresindeki nar bahçelerinde yapılan gözlemler sonucunda, çalışmanın materyalini oluşturan yerel nar çeşitlerinin taç yapılarında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1 ve Şekil 1). Kawahananar ve Salaxani nar çeşitlerinde taç yapısı yarı dik gelişme gösterirken, Laswra çeşidinde yuvarlak ve Meyhoş çeşidinde ise dik olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Çeşitlerinin taç yüksekliklerinin Kawahananar çeşidinde 1.3-2 m, Laswra ile Salaxani çeşitlerinde 2.0-3.0 m ve Meyhoş çeşidinde ise 2.5-3.5 m arasında değiştiği belirlenmiştir. Ağaçlardaki dikenlilik durumu bakımından Kawahananar çeşidi çok dikenli iken, Salaxani dikenli, Laswra ve Meyhoş çeşitleri ise dikensiz olarak belirlenmiştir. Kawahananar çeşidinin çok dikenli olması, yetiştiricilik açısından istenmeyen bir durum olup, meyve hasadını zorlaştırmakta ve meyvelerin olgunlaşmasıyla beraber, meyve kabuğunda fiziksel zararlar meydana gelmesine neden olmaktadır (Çizelge 1).

Nar bahçelerinde yapılan gözlemlerde, incelenen nar çeşitlerinden Kawahananar ve Laswra çeşitlerinin ocaklarında ortalama 2-4 adet gövde bulunurken, Meyhoş ve Salaxani nar çeşitlerine ait ocaklardaki gövde sayısının ortalama 3-4 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 1 ve Şekil 1). Kawahananar ve Meyhoş çeşitlerinin verim durumu yüksek, Laswra ve Salaxani çeşitlerinin ise orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Nar yetiştiriciliğinde meyve çatlamaları istenmeyen bir durumdur. Meyve çatlamaları, meyve kalitesini ve verimi olumsuz yönde etkilemekte ve özellikle sofralık nar çeşitlerinde raf ve depo ömrünü kısaltmaktadır. Araştırmada yer alan çeşitlere ait meyvelerin çatlama durumu incelendiğinde; Kawahananar ve Salaxani

çeşitlerinde orta düzeyde, Meyhoş çeşidinde çok az meyve çatlaması görülmüşken, Laswra çeşidinde ise herhangi bir meyve çatlaması görülmemiştir (Çizelge 1).

Kocaköy (Diyarbakır) ilçesinde yetiştirilen 2 standart nar çeşidi (Hicaz ve Zivzik), 5 mahalli nar çeşidi (Hınara Tırş, Hınara Zer, Hınara Meğoş, Hınara Şirin ve Hınara Sor) ve 2 yerel nar genotipi (Hınar-1 ve Hınar-2) üzerinde çalışmalar yürüten Burkan ve ark. (2021), mahalli ve standart nar çeşitlerinde; taç yüksekliğinin 340 cm (Hicaznar) ile 517 cm (Hınara Meğoş) ve gövde sayısının 3 (Hicaznar) ile 8 adet (Hınara Şirin) arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Al-Jabbari ve ark. (2019), Kuzey Irak'ın Halepçe ilinin yerel nar çeşidi Salakhani'nin (Salaxani) taç yüksekliğinin 2.31 m ve ortalama gövde sayısının 5 adet olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 1. İncelenen nar çeşitlerinin ağaç özellikleri

Çeşitler <i>Cultivars</i>	Taç gelişimi <i>Crown development</i>	Taç yüksekliği <i>Crown height</i> (m)	Dikenlilik <i>Thorniness</i>	Gövde sayısı <i>Number of stems</i> (adet)	Verimlilik <i>Productivity</i>	Meyve çatlaması <i>Fruit cracking</i>
Kawahananar	Yarı dik	1.3-2.0	Çok dikenli	2-4	Yüksek	Orta
Laswra	Yuvarlak	2.0-3.0	Dikensiz	2-4	Orta	Yok
Meyhoş	Dik	2.5-3.5	Dikensiz	3-4	Yüksek	Az
Salaxani	Yarı dik	2.0-3.0	Dikenli	3-4	Orta	Orta

Meyve Özellikleri

Çalışmada incelenen nar çeşitlerinin ortalama meyve ağırlıklarının 206 g (Laswra) ile 266 g (Salaxani) arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 2 ve Şekil 3). Çeşitlerin meyve eni 75.92 mm (Laswra) ile 81.19 mm (Salaxani) ve meyve boyu ise 76.01 mm (Laswra) ile 84.30 mm (Salaxani) arasında olduğu belirlenmiştir. Burkan ve ark. (2021), mahalli ve standart nar çeşitlerinde ortalama meyve ağırlığını 129.90 g (Hınar-2) ile 314.59 g (Hınara Şirin); meyve enini 62.92 mm (Hınar-2) ile 86.43 mm (Hınara Şirin) ve meyve boyunu 54.78 mm (Hicaz narı) ile 74.28 mm (Hınara Sor) arasında; Öztürk ve ark. (2019), Mardin ili Artuklu ve Kızıltepe ilçelerinde doğal olarak yetişen nar genotiplerinde ortalama meyve ağırlığını 207.3-689.5 g meyve boyunu 65.0-95.8 mm; meyve enini ise 72.8-108.0 mm; Mohammad ve ark. (2018), Kuzey Irak'ın farklı yöresinden toplanan 10 yerel nar çeşidinde ortalama meyve ağırlığını 169.5 (Soran)-418.6 g (Choman), meyve enini 65.3 (Soran)-100.0 mm (Choman) ve meyve boyunu ise 66.3 (Balakayati)-88.3 mm (Choman) arasında tespit etmişlerdir.

Nar çeşitleri içerisinde en kısa kaliks boyu 11.03 mm ile Kawahanar çeşidinde ve en uzun kaliks boyu ise 12.43 mm ile Salaxani çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 2). Çeşitlerde en dar kaliks çapı 14.35 mm ile Salaxani ve en geniş kaliks çapı ise 17.21 mm ile Meyhoş çeşidinde ölçülmüştür. Muradoğlu ve ark. (2006) tarafından yürütülen bir çalışmada, kaliks uzunluğu 11.0-26.1 mm ve kaliks çapı 11.2-18.1 mm arasında; İkinci ve Kılıç (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise kaliks uzunluğunun 13.47-22.49 mm ve kaliks çapının ise 10.19-17.03 mm arasında değiştiği belirlenmiştir. Burkan ve ark. (2021), Diyarbakır'ın Kocaköy ilçesinde yetiştirilen yerel ve standar nar çeşitlerinde kaliks enini 16.40 mm (Hicaznar) ile 27.60 mm (Hınara Sor) ve kaliks uzunluğunu 9.65 mm (Hınara Meğoş) ile 21.00 mm (Hınar 1); Al-Jabbari ve ark. (2019), Salakhani nar çeşidinde kaliks çapını 6.4-8.74 mm ve kaliks uzunluğunu ise 21.56-23.45 mm arasında değiştiğini saptamışlardır.

Çalışmada incelenen çeşitlerin 100 dane ağırlığı 30.99 (Meyhoş) - 36.46 g (Kawahananar), toplam dane ağırlığı 113.63 (Meyhoş) - 201.15 g (Salaxani), kabuk ağırlığı 60.12 (Laswra) - 117.96 g (Salaxani) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). Nar çeşit ve genotipleri üzerinde yürütülmüş olan farklı çalışmalarda, incelenen nar çeşit ve genotiplerinin 100 dane ağırlığını Özden ve ark. (2017), 32.33 - 61.20 g; Ak ve ark. (2009), 26.6 - 46.3 g ve Boğuç (2018), ise 36.98 - 61.81 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Öztürk ve ark. (2019), Mardin ili Artuklu ve Kızıltepe ilçelerinde doğal olarak yetiştirilen 18 farklı nar genotipinde toplam dane ağırlığının 84 - 400 g ve 100 dane ağırlığının 25.3 - 49.4 g; Burkan ve ark. (2021) ise 100 dane ağırlığının 24.46 g (Hicaz narı) ile 37.69 g (Hınara Şirin); Al-Jabbari ve ark. (2019) ise Salakhani nar çeşidinde ortalama 100 dane ağırlığını 42.3 g olarak belirlemişlerdir. Nar çeşitlerinde 100 dane ağırlığı ve toplam dane ağırlığı değerleri açısından bu çalışmada elde edilen değerler ile diğer çalışmalarda elde edilen değerler benzerlik göstermektedir.

İncelenen nar çeşitlerinin dane randımanı %54.98 (Meyhoş) - %75.62 (Salaxani) arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 2). Çeşitlerin danelenmesinin Laswra çeşidinde kolay, Salaxani ve Kawahanar çeşitlerinde orta ve Meyhoş çeşidinde ise zor olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Ak ve ark. (2009), Akdeniz Bölgesi narlarında dane randımanını %42.6 - 63.4, Ege Bölgesi narlarında %35.4 - 61.2 ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi narlarında ise %51.8 - 67.6 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Öztürk ve ark. (2019), Mardin ili Artuklu ve Kızıltepe ilçelerinde

yetişen 18 nar genotipinde %40.5 ile %78.4 arasında; İkinci ve Dursun (2021), Şanlıurfa ilinin değişik ilçelerinde yetiştirilen nar çeşitlerinde %43.55 (Hicaznar (Bozova)) ile %68.98 (Devediş); Çiçek ve ark. (2019), Diyarbakır'ın Çermik ve Dicle ilçelerinde yetiştirilen 10 nar genotipinde %58.1 (21 ÇR 48) ile %70.0 (21 ÇR 42) arasında ve Al-Jabbari ve ark. (2021), Salakhani nar çeşidinde % 68.04 oranında dane randımanı değerleri tespit etmişlerdir. Araştırmada elde etmiş olduğumuz dane randımanı değerlerinin, Türkiye ve Irak'ta yürütülen diğer araştırmalarda elde edilen değerlerle benzerlik taşıdığı görülmektedir.

Nar danelerinin koyu kırmızı usareli olması istenmektedir (Onur ve Tibet, 1995). Çalışmada incelenen çeşitlerin dane rengi Laswra ve Salaxani çeşitlerinde koyu kırmızı, Kawahanar çeşidinde pembe ve Meyhoş çeşidinde ise açık kırmızı olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Çiçek ve ark. (2019), incelemiş oldukları nar genotiplerinde koyu pembe, pembe, pembe-kırmızı ve orta-kırmızı dane renkleri tespit etmişlerdir. Al-Jabbari ve ark. (2021) ise Salakhani nar çeşidinin dane renginin pembe, Zivzik nar çeşidinin ise koyu pembe olduğunu bildirmişlerdir.

Laswra ve Salaxani çeşitlerinin meyvelerinde 7, Meyhoş ve Kawahanar çeşitlerinde ise 6 odacık belirlenmiştir. Odacıklar; Laswra ve Kawahanar çeşitlerinde orta belirgin, Salaxani çeşidinde belirgin ve Meyhoş çeşidinde ise belirgin olmayan olarak ifade edilmiştir (Çizelge 2). Özatak (2010), Çukurca (Hakkari) yöresi nar genotiplerinde 5-7 adet; Çiçek ve ark. (2019), Diyarbakır'ın Çermik ve Dicle ilçelerinde yetiştirilen 10 nar genotipinde 7-8 arasında odacık olduğunu bildirmişlerdir.

İncelenen çeşitlerin kabuk alt zemin rengi Salaxani çeşidinde açık pembe, Meyhoş çeşidinde kırmızı, Kawahanar çeşidinde açık sarı ve Laswra çeşidinde kırmızı; kabuk üst zemin rengi Kawahanar çeşidinde sarı, Laswra çeşidinde kırmızı, Salaxani ve Meyhoş çeşitlerinde ise kırmızı-sarı olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Nar çeşit ve genotiplerinin kabuk alt zemin rengi ve kabuk üst zemin rengi ile ilgili farklı yörelerde yapılan çalışmalarda; kabuk alt zemin rengi sarı ve yeşilimsi-sarı (İkinci ve Kılıç, 2016), turuncu-kırmızı ve turuncu (Çiçek ve ark., 2019), sarı, sarı-yeşil ve pembe (Öztürk ve ark., 2019, pembe (Al-Jabbari ve ark., 2019), sarı, yeşil-sarı ve kırmızı (İkinci ve Dursun, 2021); kabuk üst zemin rengi açık pembe, pembe, kırmızı (Gündoğdu ve ark., 2015), açık pembe, pembe, kırmızı ve siyah (İkinci ve Dursun, 2019), pembe ve açık pembe (İkinci ve Kılıç, 2016), mor, pembe-kırmızı, turuncu-kırmızı, turuncu (Çiçek ve ark., 2019), açık pembe, pembe, kırmızı ve mor (Öztürk ve ark., 2019), açık pembe, pembe, kırmızı (Al-Jabbari ve ark., 2019) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Kuzey Irak yerel nar çeşitlerinin bazı pomolojik ve kimyasal özellikleri

Meyve özellikleri	Kawahanar	Laswra	Meyhoş	Salaxani
Meyve ağırlığı (g)	227	206	207	266
Meyve eni (mm)	77.25	75.92	76.34	81.19
Meyve boyu (mm)	80.16	76.01	76.85	84.30
Kaliks uzunluğu (mm)	11.03	11.28	12.31	12.43
Kaliks çapı (mm)	14.91	14.54	17.21	14.35
100 dane ağırlığı (g)	36.46	31.70	30.99	35.24
Toplam dane ağırlığı (g)	141.29	137.12	113.63	201.15
Kabuk ağırlığı (g)	70.32	60.12	96.92	117.96
Şekil indeksi	0.89	0.86	0.84	1.14
Dane randımanı (%)	62.24	66.57	54.89	75.62
Dane rengi	Pembe	Koyu Kırmızı	Açık kırmızı	Koyu Kırmızı
Daneleme kolaylığı	Orta	Kolay	Zor	Orta
Odacık sayısı (adet)	6	7	6	7
Odacıkların dış görünümü	Orta belirgin	Orta belirgin	Belirgin değil	Belirgin
Kabuk üst zemin rengi	Sarı	Kırmızı	Yoğun kırmızı-sarı çizgili	Yoğun kırmızı-sarı çizgili
Kabuk alt zemin rengi	Açık sarı	Koyu Kırmızı	Açık kırmızı	Açık pembe
Çekirdek sertliği	Yumuşak	Sert	Orta sert	Orta sert
Meyve suyu hacmi (ml)	148	145	132	145
Meyve tadı	Tatlı	Ekşi	Mayhoş	Mayhoş - ekşi
SÇKM (%)	11.8	15.5	14.0	15.8
pH	2.71	3.23	3.23	3.54
Asitlik (%)	0.27	0.26	0.21	0.12

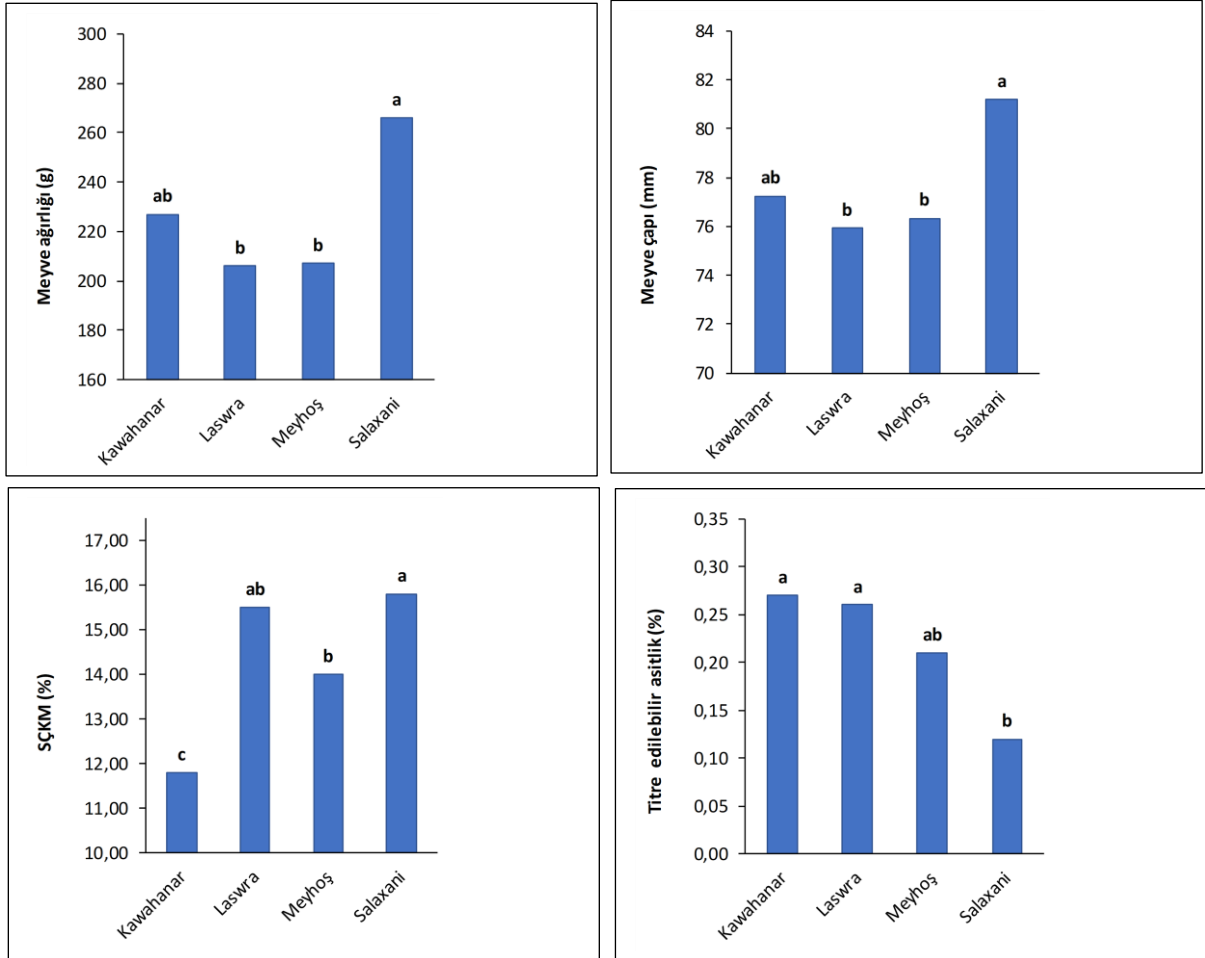
Laswra ve Meyhoş çeşitlerinde çekirdekler orta sert, Kawahanar çeşidinde yumuşak ve Salaxani çeşidinde ise sert olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Daha önce yapılan çalışmalarda Çiçek ve ark. (2019), Diyarbakır'ın Çermik ve Dicle ilçelerinde yetiştirilen 10 nar genotipinden sekizinin çekirdeğinin orta sert, ikisinin

ise sert; Al-Jabbari ve ark. (2019), Salaxani çeşidinin çekirdeklerinin sert ve Zivzik çeşidinin ise yarı sert; Öztürk ve ark. (2019), dokuz genotipte çekirdeğin sert, beş genotipte orta sert, üç genotipte yumuşak ve bir genotipte ise çok yumuşak olduğunu bildirmişlerdir.

Çeşitlerin meyve suyu hacmi 132 ml (Meyhoş) - 148 ml (Kawahananar) arasında olduğu tespit edilmiştir. Çeşitlerin meyve tadı Salaxani'de mayhoş-ekşi, Kawahananar'da tatlı, Meyhoş'da mayhoş ve Laswra'da ise ekşi olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). İncelenen çeşitler içerisinde daha yüksek meyve suyu hacmine sahip olan Kawahananar ve Laswra çeşitlerinin meyve suyu sanayisinde kullanılabilme potansiyelinin oldukça yüksek olduğu düşünülmektedir. Narla ilgili yürütülmüş olan farklı çalışmalarda, incelenen nar çeşitlerinin meyve suyu hacminin 32.0 - 135.7 ml arasında değiştiği bildirilmiştir (ikinci ve Kılıç, 2016; Çiçek ve ark., 2019; Öztürk ve ark., 2021; Şimşek ve Etik, 2022).

Kimyasal Özellikler

Araştırmada incelenen nar çeşitlerinin suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarına bakıldığında, Salaxani çeşidi %15.8 ile en yüksek SÇKM değerine sahip olurken, bu çeşidi %15.5 ile Laswra, %14.0 ile Meyhoş ve %11.8 ile Kawahananar çeşitleri izlemiştir (Çizelge 2 ve Şekil 3). Nar çeşitlerinin meyve suyu pH değerleri 2.71 (Kawahananar)-3.54 (Salaxani) ve titre edilebilir asit miktarı ise % 0.12 (Salaxani)-0.27 (Kawahananar) arasında tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen diğer çalışmalarda incelenen nar çeşit ve genotiplerinin SÇKM değerleri %12.2-17.6 (Hakkari), %5.96-9.13 (Bitlis-Narlıdere), %12.64-16.68 (Şanlıurfa-Siverek), % 11.50-14.62 (Türkiye-11 standart nar çeşidi), %14.60-17.29 (Diyarbakır-Kocaköy); pH değerleri 2.6-3.8 (Hakkari), 2.71-4.36 (Bitlis- Narlıdere), 2.84-3.31 (Şanlıurfa-Siverek), 3.45-4.71 (Türkiye-11 standart nar çeşidi), 2.55-4.15 (Diyarbakır-Kocaköy) ve titre edilebilir asit miktarı %0.07-1.06 (Bitlis-Narlıdere), %0.55-2.99 (Şanlıurfa-Siverek), %0.19-1.17 (Türkiye-11 standart nar çeşidi) arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir (Muradoğlu ve ark., 2006; Okatan, 2011; Kılıç, 2014; Gündoğdu ve ark., 2015; Burkan ve ark., 2021).



Şekil 3. Nar çeşitlerinin bazı pomolojik özellikleri

Öte yandan; Al-Jabbari ve ark. (2019), Irak'ın Halepçe şehrinden temin edilen Salaxani (Salaxani) nar çeşidinde SÇKM miktarını %16.5, pH'ı 3.54 ve titre edilebilir asitliği ise % 0.6 olarak belirlemişlerdir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, Kuzey Irak'ta yetiştirilen yerel nar çeşitleri üzerinde yürütülen ilk çalışmalardan biridir. Kuzey Irak yerel nar çeşitlerinin ağaç ve meyve özelliklerinin incelendiği bu çalışmada elde edilen sonuçlar, farklı yörelerde gerçekleştirilmiş olan araştırmalardan elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Araştırmada incelen çeşitler arasında Salaxani çeşidinin irilik, ağırlık, dane randımanı, meyve suyu miktarı ve SÇKM değerlerine göre diğer çeşitlerden daha üstün özelliklere sahip olduğu saptanmıştır. Bu bakımdan, gelecekte Salaxani ve yörede yetiştirilen diğer yerel çeşitler üzerinde araştırmaların sürdürülmesi ve mümkünse yörede yetiştirilen önemli nar çeşitleri üzerinde seleksiyon çalışmalarına ağırlık verilmesi yararlı olacaktır.


Ekler

Bu çalışma, Tara TAHIR MOHAMMED AMIN'in "Kuzey Irak Bölgesi Yerel Nar Çeşitlerinin (*Punica granatum* L.) Bazı Meyve Özelliklerinin Belirlenmesi" adlı yüksek lisans tezinden üretilerek hazırlanmıştır.


Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.


Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Tara TAHIR M AMIN  <http://orcid.org/0000-0001-8481-9248>

Ebru SAKAR  <http://orcid.org/0000-0001-6622-6553>

Ali İKİNCİ  <http://orcid.org/0000-0001-8149-7095>

Hülya ÜNVER  <http://orcid.org/0000-0003-3016-2249>

KAYNAKLAR

- Ak, B. E., Özgüven, A. I., İkinci, A., Yılmaz, C., & Parlakçı, H. (2009). Some pomological traits of different pomegranate varieties grown in Sanliurfa-Turkey. I. International Symposium on Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits, 16-19 October 2006, *Acta Horticulturae*, 818, 115-119.
- Al-jabbari, K. H. , Pakyürek, M., & Yaviç, A. (2019). Identification of Morphological and Pomological Characteristics of Iraq Pomegranate (*Punica granatum* L.) Variety Salakhani and Comparing with Variety Zivzik. *International Journal of Secondary Metabolite*, 6(3), 270-282. DOI: 10.21448/ijsm.598508
- Boğuş, F. (2018). *Şırnak İlinde Yetişen Yerel ve Standart Nar Çeşitleri ile Önemli Nar Genotiplerin Pomolojik ve Bazı Kimyasal Özelliklerin Karakterizasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, 60s.
- Burkan, S., Yaviç, A., & Şimşek, M. (2021). Kocaköy (Diyarbakır) ilçesinde yetiştirilen önemli standart ve mahalli nar (*Punica granatum* L.) çeşitlerinin bazı ağaç ve meyve özellikleri. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 8(18), 1–10. <https://doi.org/10.38065/euroasiaorg.710>
- Çiçek, M., Pakyürek, M., & Çelik, F. (2019). Determination of morphological and pomological characteristics of Diyarbakır region pomegranates (*Punica granatum* L.). *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 3(3), 197-203. DOI: 10.31015/jaefs.2019.3.12
- Fischer, U. A., Carle, R., & Kammerer, D. R. (2011). Identification and quantification of phenolic compounds from pomegranate (*Punica granatum* L.) peel, mesocarp, aril and differently produced juices by HPLC-DAESI/MSn. *Food Chemistry*, 127(2), 807-821.
- Gündoğdu, M., Yılmaz, H., Şensoy, R. G., & Gündoğdu, Ö. (2010). Şırvan (Siirt) yöresinde yetiştirilen narların pomolojik özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(2), 138-143.
- Gündoğdu, M., Yılmaz, H., & Canan, İ. (2015). Nar (*Punica granatum* L.) çeşit ve genotiplerin fizikokimyasal karakterizasyonu. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 1(2), 57-65.
- İkinci, A., & Dursun, E. (2021). Şanlıurfa'da Yetiştirilen Bazı Nar (*Punica granatum* L.) Çeşitlerinin Pomolojik ve Kimyasal Özellikleri. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 3(3), 63-72.

- İkinci, A., & Kılıç, M. (2016). Siverek (Şanlıurfa) yöresinde yetiştirilen yerel nar (*Punica granatum* L.) genotiplerinin bazı pomolojik ve kimyasal özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(4), 556-562.
- İkinci, A., 2007. Nar Yetiştiriciliği. *Tarım Türk Dergisi*, (7), 12-16, İzmir.
- Karaca, E. (2011). *Nar Suyu Konsantresi Üretiminde Uygulanan Bazı İşlemlerin Fenolik Bileşenler Üzerine Etkisi*. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 157s.
- Kılıç, M. E. (2014). *Siverek Yöresi (Şanlıurfa) Narların (Punica granatum L.) Morfolojik ve Pomolojik Karakterizasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 78s.
- Mahmood, A., & Jabar, H. (2023). Characterization of biochemical compounds in different accessions of pomegranate (*Punica granatum* L.) peels in Iraq. *Passer Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(2), 382-390. Doi: 10.24271/psr.2023.409738.1363
- Mohammad, S., Abdurahman, P., Salim, K., Younis, P., Abdurahman, H., & Mohammad, S. (2018). Physico-chemical characteristics of pomegranate accessions from the Kurdistan Region, Iraq. *Journal of Agricultural Sciences (Belgrade)*, 63(4), 355-366. <https://doi.org/10.2298/JAS1804355M>
- Mohammed Amin, T. (2021). Kuzey Irak Bölgesi Yerel Nar Çeşitlerinin (*Punica granatum* L.) Bazı Meyve Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 41s.
- Muradoglu, F., Balta, M. F., & Ozrenk, K. (2006). Pomegranate (*Punica granatum* L.) genetic resources from Hakkari, Turkey. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2(6), 520-525.
- Nikpeyma, Y., & Toprak, T. (2021). Kahramanmaraş'ta farklı nar (*Punica granatum* L.) genotiplerinin pomolojik özellikleri ile fitokimyasal ve antioksidant içeriklerinin belirlenmesi. *Alatarım*, 20(2), 96-103.
- Okatan, V., Akca, Y., Ercisli, S., & Gozlekci, S. (2015). Genotype selection for physico-chemical fruit traits in pomegranate (*Punica granatum* L.) in Turkey. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 14(2), 123-132.
- Onur, C. (1983). Akdeniz Bölgesi Narlarının Seleksiyonu. Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Eğitim Merkezi. Yayın No: 46, Mersin.
- Onur, C., & Tibet, H. (1995). Narlarda (*Punica granatum* L.) kombinasyon ıslahı. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 3-6 Ekim 1995, Adana, s: 677-680.
- Özatak, Ö. F. (2010). *Çukurca (Hakkâri) Yöresi Nar (Punica granatum L.) Genotiplerinin Özellikleri*. Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van.
- Özbek, S. (1977). Genel Meyvecilik. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Özden, A. N., Ak, B. E., & Özden, M. (2017). Farklı nar (*Punica granatum* L.) çeşitlerinin pomolojik, fitokimyasal özellikleri ve antioksidan kapasiteleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(2), 164-176.
- Öztürk, İ., Pakyürek, M., & Çelik, F. (2019). Mardin ili Artuklu ve Kızıltepe ilçelerinde yetiştirilen yerel nar (*Punica granatum* L.) genotiplerinin pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(4), 925-931. Doi 10.30910/turkjans.633639
- Sakar, E. (2016). Some fruit characteristics of wild pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes from Southern Anatolia Region in Turkey. *International Journal of Advances in Science Engineering and Technology*, 4(3), 146-149.
- Şimşek, M. (2018). Türkiye'de nar yetiştiriciliğinin geçmişi, bugünü ve geleceği konusunda bir araştırma. International Conference on Innovations in Natural Science and Engineering (ICINSE 2018), 3-6 Jan. 2018, Turkish Republic of Northern Cyprus.
- Şimşek, M., & Etik, R. (2022). Diyarbakır ilinin Dicle ilçesinde yetişen yerel nar (*Punica granatum* L.) çeşitlerinin fiziko-kimyasal karakterizasyonu. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(1), 89-98.
- Şimşek, M., & İkinci, A. (2017). Narın (*Punica granatum* L.) insan sağlığına etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(4): 494-506.
- TÜİK. (2020). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Erişim tarihi: 04 Kasım 2023.

Evaluation of Yields and Quality of Saplings Obtained by Grafting Combinations of Different American Grapevine Rootstocks and Kalecik Karası Grape Variety

Hüseyin KARATAŞ^{1*}, Murat KAYA²

¹Dicle University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Diyarbakir

²University of Lincoln, Institute for Agri-Food Technology, Lincoln, United Kingdom

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author) e-posta : karatas2172@yahoo.com

Geliş Tarihi: 22.11.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 04.01.2024 Kabul Tarihi: 05.01.2024

ABSTRACT

Cultivation on American grapevine rootstocks, which have been found to be an effective solution against phylloxera pest, which is the biggest threat to vineyard areas, has brought along the necessity of examining the affinity between rootstock and scion. In this regard, to increase the amount of current vineyard production by adding a new research to the studies examining the affinity situation in the literature, scions belonging to Kalecik Karası grape variety were grafted on 10 different rootstocks (41B, 5BB, 1103P, SO4, 99R, 1616C, 1613C, 5C, Ramsey ve Harmony) by omega bench grafting method, and sapling yield and quality characteristics were examined in greenhouse conditions for two years in duplicate. After the measurements carried out in both years, it was determined that the average degree of callus formation of the combinations formed trough different rootstocks was 3.45, the length of the saplings was 10.90 cm, the number of leaves was 5.71 and the total sapling yield was 78%.

Key words: *Grafting, Omega, Kalecik karası, Grapevine rootstocks, Sapling*

Farklı Amerikan Asma Anaçları ve Kalecik Karası Üzüm Çeşidinin Aşılama Kombinasyonu ile Elde Edilen Fidanların Kalite Özellikleri ve Randımanlarının Saptanması

ÖZ

Bağ alanlarının en büyük tehdidi olan filoksera zararlısına karşı etkili bir çözüm olduğu anlaşılan Amerikan asma anaçlarının kökleri üzerinde yetiştiricilik, anaç ve kalem arasındaki afinite durumunun incelenmesi gerekliliğini de beraberinde getirmiştir. Bu doğrultuda, literatürdeki afinite durumunun incelendiği çalışmalara yenisini katarak mevcut bağ üretim miktarını arttırmak amacıyla Kalecik Karası üzüm çeşidine ait kalemler 10 farklı anaç (41B, 5BB, 1103P, SO4, 99R, 1616C, 1613C, 5C, Ramsey ve Harmony) üzerine omega masabaşı aşı yöntemiyle aşılanıp sera koşullarında iki yıl tekerrürlü olarak fidan randımanı ve kalite özellikleri incelenmiştir. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonucunda her iki yılda da kallus skalası, sürgün uzunluğu ve yaprak sayısı açısından istatistiksel farklar bulunmuştur. Her iki yılda yapılan ölçümler sonunda, farklı anaçlarla oluşturulan kombinasyonların ortalama kallus oluşum derecesi 3.45, fidanların sürgün uzunlukları 10.90 cm, yaprak sayısı 5.71 ve toplam fidan randımanı %78 olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: *Aşılama, Omega, Kalecik Karası, Amerikan asma anaçları, Fidan*

INTRODUCTION

Türkiye is located at the crossroads of grapevine gene centres and has a strong viticulture culture (Çelik et al., 1998). Türkiye's different regions and favourable conditions of these regions enable the cultivation of many varieties of winemaking grapes of both local and foreign origin (Çelik et al., 2010). However, when the production quantities in Türkiye are analysed, wine-growing ranks last compared to table and raisin cultivation. On the other hand, there has been a decrease in both the area and production quantities of vineyards where

wine production takes place compared to the last 20 years, while fluctuations in yields are observed (Anonymous, 2023). The reason for the decrease in these amounts can be interpreted as the senescence of the vineyard areas and the lack of implementation of modern viticulture techniques. To bring the production grown for wine-growing to the desired position, especially considering that most of Türkiye's existing vineyard areas are contaminated with phylloxera pest, it becomes indispensable to establish vineyards with grafted vine saplings.

When the current production amounts of grafted grapevine saplings in Turkey are analysed, the production of saplings for wine production is in the second place with approximately 30%. Narince is the most common grape variety used in this production with approximately 60%, followed by Merlot and Cabernet Sauvignon with about 8%. Among the rootstocks, 1103 P, Kober 5 BB and 41 B are widely used (Anonymous, 2019; as cited in Söylemezoğlu et al., 2020). There are significant differences between the rootstocks used in viticulture and grape varieties in terms of adaptation to various ecological conditions and compatibility with each other. These variety-rootstock relationships can cause various difficulties in important factors such as plant growth, yield, quality, affinity and adaptation. Therefore, it is important to determine the compatibility of rootstocks used in viticulture with specific grape varieties, their adaptability to regional ecological conditions and their effects on the characteristics of the varieties during physiological growth periods (Çelik and Odabaşı, 1994; 1995; Türkben and Sivritepe, 2000; Çelik et al., 2010). In other words, in order to increase sapling production and to provide high yields with the obtained saplings, it is important to reproduce varieties adapted to various regions and favoured by consumers (Kaya and Karataş, 2023).

Kalecik Karası is one of the 3 most important red wine varieties of Turkey with its delicate, soft, lively, easy drinking and moderate aging characteristics with 23-24% total soluble solids and 0.7-0.8% acidity. However, viticulture in the Central Anatolia Region with the Kalecik Karası grape variety, which continued to exist until the 1960s, declined rapidly due to the phylloxera pest, neglect and marketing difficulties, and almost disappeared at the end of the 1980s. However, it was revitalised in the 1990s with the popularity of its wine, and intensive vineyard areas were set up throughout the country. Nowadays, clone selection projects based on wine quality are being carried out by various institutions and organisations in Turkey and infrastructure efforts for the production of certified saplings are continuing (Çelik et al., 2019).

Until now, it is seen that different rooting media, plant growth regulators and different grafting combinations have been applied in studies on the propagation of Kalecik Karası grape variety (Çelik, 1982; Kırac and Çelik, 1996; Çakır and Yücel, 2016; 2017). On the other hand, the affinity status of Kalecik Karası on different grapevine rootstocks has been investigated by electrophoretic method, but the quality characteristics of the saplings and affinity of some rootstocks namely 1616C, Ramsey and Harmony have not been determined and it has been emphasised that because of the difficulty in interpreting the data, using enzymes to predict graft incompatibility is daunting (Gökbayrak et al. 2007). In this respect, grape variety of Kalecik Karası should be grafted on the widely used grapevine rootstocks and then the yield and quality characteristics of the saplings should be examined.

The grafted grapevine saplings are obtained by hand or machine grafting of one year old scions of *Vitis vinifera* L. grape varieties onto American grapevine rootstocks and rooting them under nursery or controlled conditions (Çelik et al., 1998). Grapevine saplings obtained in greenhouses and similar controlled conditions have advantages such as a high sapling yields, being ready for planting in about 3 months and early maturity compared to bare-rooted ones (Akman and Ilgın, 1991).

In this study, it was aimed to investigate the affinity and quality characteristics of Kalecik Karası, a high performing red wine grape variety in Central Anatolia Region, by grafting on different American vine rootstocks with Omega grafting method under controlled conditions in order to eliminate the negative effects of environmental factors and to obtain saplings in a shorter time.

MATERIAL and METHOD

This study was carried out in the viticulture research and application area of Dicle University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture.

Plant material

The plant materials used in this study consisted of cuttings of different American grapevine rootstocks (41B, 5BB, 1103P, SO4, 99R, 1616C, 1613C, 5C, Ramsey and Harmony) and scions of Kalecik Karası, a winemaking grape variety.

Method

The cuttings were collected from healthy and strongly growing one-year-old branches of the plant during the pruning period and kept in cold storage at $4^{\circ}\text{C} \pm 1$ and 85-90% humidity level until the graft period. Before grafting, the cuttings were kept in a water pool for two days to regain the water lost in the structure during cold storage and to soften the wood tissue (Değirmenci Karataş et al., 2023). The cuttings removed from the water pool were treated with fungicide, and the omega bench grafting method was used for the grafting process. The grafting was carried out in the second week of March (15 March) and a total of 60 grafts were made for each combinations. To control the loss of moisture at the grafting point, the cuttings were quickly dipped in paraffin melted at $70-75^{\circ}\text{C}$ containing fusion-promoting ingredients (Akman and Iğın, 1993; Çelik et al., 1998). The paraffinised cuttings were stacked in plastic boxes in the order of moistened sawdust and cuttings. The plastic boxes, which were transported to the callusing room, whose temperature and humidity were controlled by the automation system and set $25^{\circ}\text{C} \pm 1$ - %85-90 humidity, were kept in this room for around 3 weeks (Çoban and Kara, 2003) to ensure the formation of callus at the grafting point of the cuttings. In addition, to prevent the increase in moisture concentration in the callusing room, 30 minutes of ventilation was carried out every day. The callused cuttings were removed from the callusing room and rinsed in plastic containers containing water to remove the sawdust adhering to the cuttings. Grafted cuttings were again treated with paraffin and planted in 12×24 cm polyethylene tubes containing peat, perlite and sand (2:2:1) and transferred to the greenhouse at the beginning of the second week of April for rooting. In case the air temperature in the greenhouse exceeded 30°C , fans were activated to reduce the environment temperature, and the greenhouse floor was wetted in case of low humidity to maintain the humidity level.

Investigated parameters

After rinsing the grafted cuttings taken out in the callusing room, the callus scale was used to observe the level of callus development, and the parameters of shoot length and number of leaves were examined in the greenhouse saplings. On the other hand, the viability ratio, which represents the percentage of fused cuttings planted in the greenhouse, was determined. The examination of all parameters was carried out on 10 randomly selected plants and the methods followed during the examination are presented below:

Callus scale (0-4): Grafted cuttings removed from callusing room were classified as per callus development. For this classification, numbers from 0 to 4 were used, and meanings of numbers are presented below (Çelik, 1982; Doğan, 1996):

- 0 : No callus formation
- 1 : One-way callus
- 2 : Callus in two directions
- 3 : Callus in three directions
- 4 : Callus in four (fully) directions

Shoot length (cm): The main shoot length of the saplings were measured with the help of a tape measure from the shoot exit point to the shoot tip.

Number of leaves (n): Leaves that have completed their development on the main shoot were counted (Cangi and Etker, 2019).

Viability ratio (%): It expresses how many of the grafted cuttings left in the greenhouse to be rooted have turned into saplings. For this purpose, $\frac{\text{Number of saplings}}{\text{Number of grafted cuttings planted}} \times 100$ formula was used (Cangi and Etker, 2019).

Statistical analysis

The data obtained in the experiment, which was designed according to random plots experimental design with four replications and 10 plants in each replicate, were subjected to analysis of variance by using Jump Pro 16.0 statistical software. After the analysis of variance, TUKEY HSD analysis was performed to compare the means.

FINDINGS AND DISCUSSION

Callus scale (0-4)

According to the analysis of variance for the callus scale parameter of the Kalecik Karası grape variety grafted on different rootstocks, there were significant differences (5%) only between the rootstocks in the second year, while differences at 5% level of significance were observed between the replicates and rootstocks in the first year (Table 1).

The average degree of callus formation obtained in both years depending on rootstock and scion compatibility was approximately 3.45. Callus formation was lower than this average value in 5C, Harmony and Ramsey rootstocks with values of 3.25-3.30, 3.23-3.15 and 2.65-2.83 in the first and second years, respectively. On the other hand, the combination with 99R rootstock showed a callus formation of 3.75 in the first year, which was above the average callus degree for both years, but this value decreased to 3.38 in the second year, causing it to be evaluated below the average (Table 4). According to the statistically analysed data, a high degree of callus formation, i.e. almost all-around callus formation, was recorded in the 1103P combination with a calculated value of 3.80. Although almost all combinations formed callus in 3 or more directions, the percentage of callus formation in the combination with Ramsey rootstock varied on average between two and three directions (2.74), making it the combination with the lowest degree of callus formation compared to all other combinations (Figure 1.).

Table 1. Analysis of variance results for callus scale parameter of saplings of Kalecik Karası grape variety produced by different rootstock combinations

Source	Nparm		DF		Sum of squares		F ratio		Prob > F	
Years	First	Second	First	Second	First	Second	First	Second	First	Second
Rootstock	9	9	3.69866	2.06618	0.41096	0.22958	22.7466	8.9868	<,0001*	<,0001*
Replication	3	3	0.20691	0.08959	0.06897	0.02986	3.8174	1.169	0,0102*	0.3213
Error	387	387	6.99192	9.88622	0.01807	0.02555				
Total	399	399	10.8975	12.042						
CV	7.14	8.19								

*denotes a significant difference at 5%.

Çakır and Yücel (2016) created a grafting combination between the Kalecik Karası grape variety and 1103P American grapevine rootstock. In the obtained saplings, it was determined that the callus rate was 60%. In a study by Çalkan Sağlam and Sağlam (2020), the effect of hot water treatments on callus formation in some grape varieties and rootstock combinations was investigated. In the Ramsey×Sultani seedless combination, the highest four-sided callus formation with a rate of 13% was obtained in the treatment in which the rootstocks were kept in water for 30 minutes and the scions for 45 minutes. In another study, the degree of callus development obtained when Müşküle grape variety was grafted on 5BB, 41B and 1613C rootstocks was determined as 2.88, 3.38 and 3.11, respectively (Sivritepe and Türkmen, 2001). Eroğlu (2014) found that when Alphonse Lavallée and Red Globe grape varieties were grafted on 110R and 1103P rootstocks, the rate of all-around callus formation was 64.90% - 84.90% for Alphonse Lavallée and 84.94% - 92.67% for Red Globe grape varieties, respectively. Çakır et al. (2013) grafted Sultani seedless grape variety on 8 different American grapevine rootstocks, the lowest percentage of four-way callus formation was obtained from 99R rootstock with 4.8% and the highest percentage of four-way callus formation was achieved from the combination of 5BB rootstock with 82.29%. Köse et al. (2015), when Merzifon Karası grape variety was grafted to 10 different grapevine rootstocks, the callus development degree was found to be 3.5, 2.6, 1.6, 2.3, 3.1 and 3.4 on 99R, 41B, 5C, 5BB, SO4 and 1103P rootstocks, respectively. According to the findings obtained in our study, the highest degree of callus development was obtained in 1103P combination. This finding was similar to the studies carried out by previous researchers with different varieties.

Shoot length (cm)

Analysis of variance for the shoot length parameter of the Kalecik Karası grape variety grafted on different rootstocks showed that in both years there were differences between the rootstocks at 5% level of significance (Table 2).

Saplings of Kalecik Karası grape variety formed shoots with an average length of 10.90 cm in both years on different rootstocks. The highest shoot length (13.05 cm) was recorded in combination with 1616C rootstock, while the shortest shoots (8.17 cm) were found in combination with Ramsey rootstock. In addition,

only 41B, 1103P and 1616C combinations had higher values than the average shoot length values of two years with 12.29, 12.30, and 13.05 cm respectively (Figure 1). Looking at Table 4, it is seen that there are fluctuations in the shoot lengths of the combinations on a yearly basis. In both the first and second year, 1616C rootstock had the highest shoot length with 13.15 and 12.94 cm shoots, respectively, and Ramsey formed the shortest shoot length with 8.1 and 8.25 cm shoots in the same order. While Harmony was the combination with the shortest shoot length after Ramsey with 9,43 cm in the first year, in the second year this combination was among the top three rootstock with the longest shoots by forming shoots with an average length of 12,18 cm.

Table 2. Analysis of variance results for the length of shoot parameter of saplings of Kalecik Karası grape variety obtained by different rootstock combinations

Source	Nparm		DF		Sum of squares		F ratio		Prob > F	
Years	First	Second	First	Second	First	Second	First	Second	First	Second
Rootstock	9	9	20.6376	19.3944	2.29306	2.15494	8.0073	8.2528	<,0001*	<,0001*
Replication	3	3	1.79096	0.13032	0.59699	0.04344	2.0846	0.1664	0.1017	0.919
Error	387	387	110.826	101.052	0.28637	0.26112				
Total	399	399	133.255	120.576						
CV	16.45	15.59								

* denotes a significant difference at 5%.

In a study in which Uslu and Yalova Incisi grape varieties were grafted on 5BB, 140Ru, 41B and 1103P American grapevine rootstocks, the main shoot length was 34.10-28.97 cm for Uslu and Yalova Incisi varieties in 41B, 32.20-26.41 cm in 140Ru, 41.99-39.53 cm in 1103P and 33.50-32.56 cm in 5BB combination (Dardeniz and Sahin, 2005). In a study conducted by Arik and Altindisli (2019), scions of the Sultani seedless grape variety were grafted on 1103P, 41B and Ramsey American grapevine rootstocks with omega and chip-budding grafting methods. According to the analyses, the longest average shoot length was 19.5 cm in the 1103P × omega combination. This parameter was determined as 11 cm in 1103P × chip-budding combination. According to the study in which five different table grape varieties were grafted on six different American grapevine rootstocks, the average shoot length values for 41B, 5BB, SO4, 420A, 5C and 1613C rootstocks were 12.22, 12.68, 19.62, 15.37, 19.57 and 17.88 cm; and 15.51, 19.29, 15.30, 15.22 and 15.81 cm for Razakı, Yalova İncisi, Italia, Alphonse Lavellee and Hamburg misketi (Değirmenci Karataş et al, 2023). The findings obtained in our study were not found to be similar in all other studies except the mean value of 41B combination in the study conducted by Değirmenci Karataş et al.

Number of leaves (n)

According to the analysis of variance for the leaf number parameter of Kalecik Karası grape variety grafted on different rootstocks, there were differences between rootstocks at 5% level of significance in the first year, while a significant difference (5%) was detected between both rootstocks and replicates in the second year (Table 3).

When the number of leaves formed by the saplings was analysed, the lowest number of leaves was found in the Ramsey combination with an average of 3.625, while the highest number of leaves was found in the 1616C combination with 7.58, and these ranks did not change in the second year. Although the number of leaves of the saplings formed by the combinations of 5C, SO4, 1103P and 5BB increased compared to the first year, the 41B combination with an increase of 2.85 in the number of leaves had most leaf increase. It thought that the cuttings used in second year have different carbohydrate levels. In contrast the rest of the combinations were in the group of combinations that showed a decrease in the number of leaves compared to the second year.

Table 3. Analysis of variance results for leaf number parameter of saplings of Kalecik Karası grape variety obtained by different rootstock combinations

Source	Nparm		DF		Sum of squares		F ratio		Prob > F	
	Years	First	Second	First	Second	First	Second	First	Second	First
Rootstock	9	9	30.3123	21.4376	3.36804	2.38196	27.2036	18.7794	<,0001*	<,0001*
Replication	3	3	0.26185	1.22722	0.08728	0.40907	0.705	3.2251	0.5495	0,0226*
Error	387	387	47.9139	49.0868	0.12381	0.12684				
Total	399	399	78.4881	71.7516						
CV	15.15	14.7								

* denotes a significant difference at 5%.

A study using three different grape varieties grafted on 41B, SO4 and 1103P American grapevine rootstocks showed that the number of leaves was 9.71 on 1103P rootstock, 9.10 on 41B rootstock and 8.68 on SO4 rootstock (Kamiloğlu and Güler, 2014). In another study in which Sire grape variety was grafted on several rootstocks, the highest number of leaves obtained in the grafting combinations was found in the 1613C rootstock with 8.91. This combination was followed by 41B (8.54) and 1103P (7.89). All the other combinations (5BB, 420A, 99R and 110R) were statistically in the same group, and the number of leaves varied between 7.52 and 7.04 (Kaya and Karatas, 2023). The Red Globe grape variety was grafted on several American rootstocks in a research carried out by Yildirim and Dardeniz in 2021. The number of leaves observed in the saplings for the 5BB, 41B, 110R, 1613C, and 1103P rootstocks were 6.32, 4.80, 5.13, 5.83, and 6.37, respectively. While the findings of this study are in line with the findings of Yildirim and Dardeniz, the similarity could not be observed with the other two studies.

Viability ratio (%)

When the viability rate, which represents the conversion rate of the grafted cuttings of Kalecik Karası grape grafted on different rootstocks to saplings after rooting in the greenhouse, was analysed, the 99R and Ramsey combinations had the lowest viability rates with 20% and 48% in the first year, 33% and 45% in the second year, respectively. All other rootstocks showed remarkable success. Although there were decreases and increases between the combinations from the previous year, these changes were not enough to cause a statistical difference. The highest viability rate obtained in the combinations was achieved in 41B rootstock with an average of 94%. This combination was followed by the 1613C combination with 92.5% (Figure 1.).

Table 4. Mean values of some sapling quality features examined in the first and second year in the combinations of Kalecik Karası grape variety grown on different American grapevine rootstocks

Rootstock	Years	Callus scale (0-4)	Shoot length (cm)	Number of leaf (n)	Viability ratio (%)
41B	First	3.63 a	12.48 ab	3.68 c	0.93 a
	Second	3.5 a-c	12.1 ab	6.53 a-c	0.95 a
1103P	First	3.85 a	12.1 ab	5.9 b	0.93 a
	Second	3.75 a	12.5 ab	6.18 b-d	0.93 a
SO4	First	3.75 a	10.45 b-d	4.4 c	0.9 a
	Second	3.65 ab	10.33 b-d	5.95 b-d	0.88 a
Harmony	First	3.23 b	9.43 c-d	6.3 b	0.88 a
	Second	3.15 cd	12.18 ab	5.45 cd	0.75 a
99R	First	3.75 a	10.48 b-d	5.78 b	0.2 c
	Second	3.38 a-c	9.48 cd	5.05 d	0.33 b
1616C	First	3.65 a	13.15 a	7.63 a	0.95 a
	Second	3.38 a-c	12.94 a	7.53 a	0.9 a
1613C	First	3.65 a	10.06 b-d	5.58 b	0.83 a
	Second	3.58 ab	11.54 a-c	5.48 cd	0.9 a
5C	First	3.25 b	10.44 b-d	6.38 b	0.88 a
	Second	3.3 bc	10.53 b-d	6.43 a-c	0.78 a
Ramsey	First	2.65 c	8.1 d	3.65 c	0.48 b
	Second	2.83 d	8.25 d	3.6 e	0.45 b
5BB	First	3.55 ab	10.84 a-c	6.15 b	0.83 a
	Second	3.53 a-c	10.56 a-d	6.68 ab	0.85 a

*A significant variation between rootstocks is shown by different letters in the same column.

Kavak (2006) examined the effect of mycorrhiza and humic acid in different graft combinations and found that in the control group, Kalecik Karası had a sapling yield of 52.67% in 1103 P and Fercal combinations. Gursoz et al. (2017) in their study, the total sapling yield of 99R in 3 different grape varieties varied between 66.7% and 80%. Cangi and Deveci (2018) reported that the total sapling yield in the grafting combination of Royal grape variety with several different rootstocks was 78% on 5BB rootstock and 70% on 1613C rootstock. Gunen and Altindisli (2017) stated that when they grafted Cabernet Sauvignon, a wine grape variety, on 99R, 110R and 1103P American grapevine rootstocks, the total sapling yield was 78%-46.03%-90.48% in the field and 84.12%-60.32%-89.68% under the greenhouse, depending on the rootstock order in the first year of the study. Sucu and Yagci (2017) examined the sapling yield of 10 different grapevine rootstocks (Rup.Du Lot, 420A, 5BB, SO4, 8B, 110R, 1103P, 140Ru, 41B, Ramsey) both grafted with Sultani seedless grape variety and without grafting. The highest sapling yield was observed in Du Lot and 5BB combinations (54%), while the lowest sapling yield was found in 140Ru combination. The yield of non-grafted saplings varied between 84-60% and the highest yield of saplings was obtained when Sultani seedless grape variety was grown in their roots. The reason why the yield values in our study differed between years is thought to be due to the diameter (Etker, 2015) and length (Guler et al., 2017) of the cuttings as mentioned by other researchers.

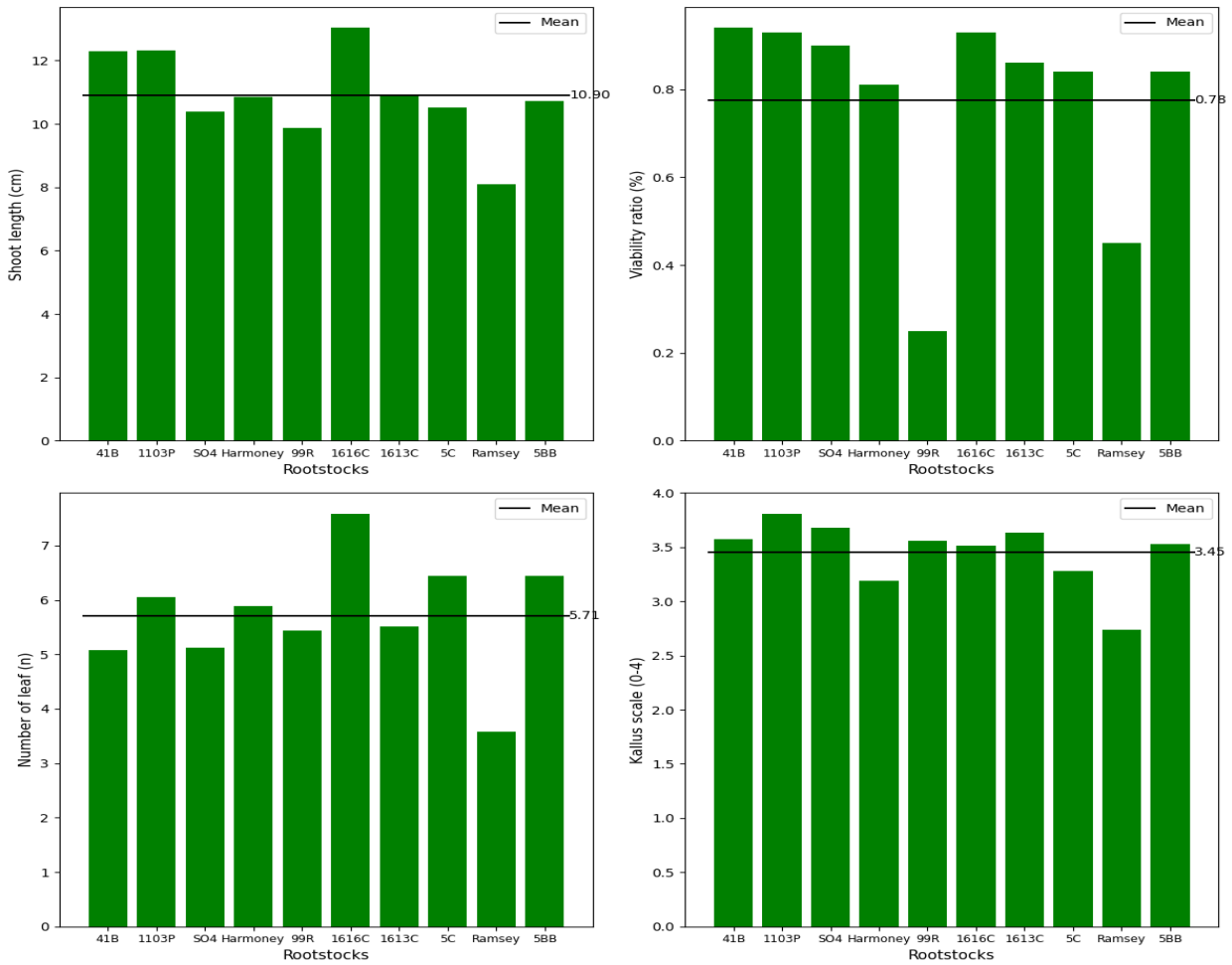


Figure 1. Average values of affinity and sapling quality characteristics of combination for both years

CONCLUSION and SUGGESTIONS


In this study, scions of Kalecik Karası grape variety were grafted on different rootstocks and their affinity was analysed. According to the statistical analysis of the data obtained after the growth period was completed, it can be said that no compatibility problem was observed in all rootstocks except 99R and Ramsey rootstocks and remarkable success was obtained. When the sapling quality values are analysed, it is an undeniable fact that lower quality saplings were observed compared to the previous studies conducted by the researchers. Among all combinations, 1616C rootstock stands out in terms of sapling quality measurements. As a result, it is


recommended that the scions belonging to the Kalecik Karası grape variety should be grafted again on the varieties that show affinity in our study and treatments should be carried out to improve the quality of the saplings, as well as the soil structure that each rootstock needs varies, and also the appropriate combination should be selected according to the soil structure in which the cultivation will be performed.

CONFLICTS of INTEREST: The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS: The authors declare that they have contributed equally to this article.

AUTHORS' ORCID NUMBERS

Hüseyin KARATAŞ  <http://orcid.org/0000-0002-0393-9609>

Murat KAYA  <http://orcid.org/0000-0001-6626-2984>

REFERENCES

- Akman, İ. and Ilgın, C. 1991. Tüplü asma fidanı üretiminde başarıyı etkileyen faktörler. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Türkiye 1. Fidancılık Sempozyumu, 26-28 Ekim 1987, Tokat, s. 153-159.
- Akman, İ. and Ilgın, C. 1993. Aşılı asma fidanı üretiminde çimlendirmede kullanılan katlama materyalinin fidan randıman ve kalitesine etkisi. Bağcılık Araştırma Ens., Yayın No: 52. Manisa.
- Anonymous, 2019. Tarım ve Orman Bakanlığı verileri. <https://www.tarimorman.gov.tr>. (Access date: 17.10.2019).
- Anonymous, 2023. TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr/Start.do> (Access date: 24.12.2023).
- Arık, C. and Altındisli, A. 2019. The effects of two different grafting methods on some graft properties of the graft combinations consisted of the cuttings of Sultani Seedless grape variety and different American rootstocks. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 36(3): 211-219.
- Cangi, R., and Deveci, G. Ö. 2018. Aşılı tüplü asma fidanı üretiminde çeliklerde göz köreltme, bazalda yeniden kesim ve yaralamanın fidan randımanı ve kalitesine etkileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(11): 1630-1639.
- Cangi, R., and Etker, M. 2019. Tüplü asma fidanlarının vejetatif gelişmesine anaç çapının etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(2): 157-164.
- Çakır, A. and Yücel, B. 2017. Aşılı tüplü (kaplı) asma fidanı üretiminde farklı köklendirme ortamlarının fidan randımanı üzerine etkileri. *Meyve Bilimi* 4(1): 1-5.
- Çakır, A. and Yücel, B. 2016. Narince ve Kalecik Karası üzüm çeşitlerinin 1103 Paulsen amerikan asma anacı ile aşı performanslarının belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bil. Dergisi*, 3(4): 311-317.
- Çakır, A., Karaca, N., Sıdgar, M., Baral, Ç. and Söylemezoğlu, G. 2013. Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin farklı Amerikan asma anaçları ile aşı tutma oranının belirlenmesi. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 23(3), 229-235.
- Çelik H., Kunter B., Söylemezoğlu, G., Ergül, A., Çelik, H., Karataş, H., Özdemir, G. and Atak, A. 2010. Bağcılığın geliştirilmesi yöntemleri ve üretim hedefleri, Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11 - 15 Ocak, Ankara, Bildiriler Kitabı 1, s. 493-513.
- Çelik, H. and Odabaş, F. 1994. Bağcılıkta uyuşma ve afinite. *Hasat Dergisi (ocak)*: 37-41.
- Çelik, H. and Odabaş, F. 1995. Farklı anaçlar üzerine aşılanan bazı üzüm üzerinde aşı tipi ve aşılama zamanlarının fidanların büyüme ve gelişmeleri üzerine etkileri. Türkiye II. Bahçe Bitkileri Kongresi, 3-6 Ekim, Adana, Cilt II, s. 464-468.
- Çelik, H. 1982. Kalecik karası/41B aşı kombinasyonu için ser koşullarında yapılan aşılı köklü fidan üretiminde değişik köklenme ortamları ve NAA uygulamalarının etkileri. Basılmamış Doçentlik Tezi, 73 S. Ankara.
- Çelik, H., Ağaoğlu, Y.S., Fidan, Y., Marasalı, B. and Söylemezoğlu, G. 1998. *Genel Bağcılık*, Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi, No:1, Ankara, 253s.
- Çelik, H., Kunter, B., Selli, S., Keskin, N., Akbaş, B. and Değirmenci, K. 2019. Kalecik karası üzüm çeşidinde klon seleksiyonu ve seçilen klonlara ait ana damızlık parselinin oluşturulması. *Current Research And Assesments For Agricultural Sciences*. Stamparija Ivpe, Cetinje Montenegro, 59-95.
- Çoban, H., and Kara, S. 2003. Bazı üzüm (*Vitis vinifera L.*) çeşitlerinin asma anaçları ile aşı tutma durumu ve fidan kalitesine etkileri üzerine araştırmalar. *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 13(1): 176-187.

- Dardeniz, A., and Şahin, A. O. 2005. Aşılı asma fidanı üretiminde farklı çeşit ve anaç kombinasyonlarının vejetatif gelişme ve fidan randımanı üzerine etkileri. *Bahçe Dergisi*, 34(2): 1-9.
- Degirmenci Karatas, D., Kaya, M. and Karatas, H. 2023. Comparative analysis of rootstock-variety combinations for table grape saplings. *Applied Ecology and Environmental Research*. 21(5):4677-4684. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/2105_46774684.
- Doğan, A. 1996. Aşılı asma fidanı üretiminde IBA, NAA ve plastik malç uygulamalarının fidan randımanı ve kalitesine etkileri. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi: 89 s.
- Eroğlu, D. 2014. Bazı üzüm çeşitlerinin aşılı tüplü fidan üretimlerinde farklı biyolojik preparat uygulamalarının etkileri. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi: 81 s.
- Etiker, M. 2015. Anaç çapının tüplü asma fidan randımanı, kalitesi ve bağda fidan gelişimi üzerine etkisi. GOÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tokat 51 s.
- Gökbayrak, Z., Söylemezoğlu, G., Akkurt, M. and Celik, H. 2007. Determination of grafting compatibility of grapevine with electrophoretic methods. *Scientia Horticulturae*, 113(4), 343-352.
- Gunen, E., and Altindisli, A. 2017. Cabernet Sauvignon üzüm çeşidinin bazı Amerikan asma anaçları ile aşı kombinasyonlarının örtü altı ve açıkta yetiştiricilik koşullarında tüplü fidan performanslarının değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(1): 91-99.
- Güler, M.Y. 2017. Anaç uzunluğunun açık köklü asma fidanı üretiminde aşı başarısı, fidan randımanı ve kalitesi üzerine etkisi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tokat, 45 s.
- Gürsöz, S., Odabaşoğlu, M. I., and Ak, B. E. 2017. A study on the grafting of different table grape varieties on different rootstocks. In The 3rd International Conference on Engineering and Natural Sciences (ICENS), 03-07 May 2017, Budapest-Hungary, 888-893p.
- Kamiloğlu, Ö., and Güler, E. 2014. A research on grafted vine ratio and vegetative growth of 'Ora', 'Prima' and 'Early sweet' grape cultivars grafted on certain rootstocks. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(Özel Sayı-1): 1005-1010.
- Kavak, O. 2006. Aşılı köklü ve tüplü asma fidanı üretiminde fidan kalite özelliklerine mikoriza ve humik asit uygulamalarının etkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 64 s.
- Kaya, M. and Karataş, H. 2023. Farklı Amerikan asma anaçları üzerine aşılardan Şire (Mazrumi) üzüm çeşidinde tüplü fidan randımanı ve kalite özelliklerinin incelenmesi. *Bahçe Dergisi*, 52(Özel Sayı 1): 78-84.
- Kıraç, A., Çelik, H. 1998. Çelikleri zor köklenen anaçlar ile tüplü asma fidanı üretiminde köklendirme ortamları ve IBA uygulamalarının fidan randımanı üzerine etkileri. 4. Bağcılık Sempozyumu Bildirileri, 20-23 Ekim 1998, Yalova:206-211.
- Köse, B., Çelik, H. and Karabulut, B. 2015. Determination of callusing performance and vine sapling characteristics on different rootstocks of 'Merzifon Karası' grape variety (*Vitis vinifera L.*). *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(2):87-94.
- Saglam, O.C., and Saglam, H. 2020. The hot water treatments effect on callus regeneration in grafted cuttings for some grape varieties and rootstocks. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(2): 136–145.
- Söylemezoğlu, G., Kunter, B., Akkurt, M., Karaman, H.T., Çelik, H., Özer, C., Boz, Y., Ünal, A. and Kiracı, M.A. 2020. Bağcılıkta mevcut durum ve gelecek. Türkiye Ziraat Mühendisliği 9. Teknik Kongresi, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, 13-17 Ocak 2020, Ankara, 1:609-645.
- Sucu, S. and Yağcı, A. 2017. Bazı asma anaçları ve bu anaçlar üzerine aşılı Sultani Çekirdeksiz çeşidinde fidan randımanı ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54 (1): 53-59.
- Türkben, C. and Sivritepe, N. 2000. Aşılı köklü asma fidanı üretiminde bazı dışsal uygulamaların aşı yerinde kallus oluşumu ve kökleşme üzerine etkileri. II. Ulusal Fidancılık Sempozyumu, 25-29 Eylül 2000, Ödemiş/İzmir. s. 29.
- Yıldırım, E. and Dardeniz, A. 2021. Determination of the effects of different rootstocks on the yield and development of potted (coated) saplings in 'Red Globe' grape varieties. *Lapseki Vocational School Journal of Applied Studies*. 2(4): 16-22.

Tarım İlaçlarının Sera Gazı Emisyonlarına Etkisi: BRICS Ülkeleri Örneği

Hacı Hayrettin TIRAŞ 

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Zübeyde Hanım Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Niğde

Sorumlu Yazar e-posta : hhayrettintiras@hotmail.com

Geliş Tarihi: 13.12.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 04.01.2024 Kabul Tarihi: 04.01.2024

ÖZ

Dünya nüfusunun hızla artması ve artan nüfusun gıda ihtiyacının karşılanması tüm dünya ülkelerinin en önemli problemlerinden birisidir. Artan nüfusun gıda ihtiyacının karşılanması ve açlık sorununun yaşanmaması için yeni girdi ve tekniklerin uygulanması gündeme gelmiştir. Bu bağlamda kaliteli ve bol ürün elde etmek amacıyla yeni girdiler olarak tarımsal ilaçlar kullanılmaya başlanmıştır. Tarımsal ilaçların kullanımı kaliteyi ve verimliliği artırırken, zamanla insan sağlığına ve doğal çevreye de zarar vermektedir. Tarım sektörü çevresel açıdan değerlendirildiğinde hem kullanılan tarımsal ilaçlardan etkilenmekte hem de uzun dönemde çevreyi etkilemektedir. Bu çalışmanın amacı tarım üretiminde kullanılan tarım ilaçlarının çevreye olan etkilerini tarımsal sera gazları (nitroz oksit ve metan) üzerinden 1990-2019 dönemi verileri ile BRICS ülkeleri bağlamında araştırmaktır. Çalışmada değişkenler arasındaki ilişkisi dinamik panel veri yöntemleri ile araştırılmıştır. Tahminlerin yapılmasında panel birim kök ve panel eş bütünleşme testlerinden yararlanılmıştır. Tahmin sonuçlarına göre, panel genelinde nitroz oksit emisyonları için tarım ilacı satışlarının uzun dönem katsayısının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı, metan emisyonları için tarım ilacı satışlarının uzun dönem katsayılarının ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Buna göre BRICS ülkelerinde tarım ilacı satışında %1'lik artış metan gazı emisyonlarını %0.15 arttırmaktadır. Ülkeler bazında değerlendirildiğinde tarım ilaçları satışının nitroz oksit ve metan emisyonlarını farklı düzeylerde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Tarım İlaçları, Sera Gazları, Çevre, BRICS, Panel Veri Analizleri

Effect of Pesticides on Greenhouse Gas Emissions: BRICS Countries Example

ABSTRACT

The rapid increase in the world population and meeting the food needs of the increasing population is one of the most important problems of all countries in the world. The application of new inputs and techniques has come to the fore in order to meet the food needs of the increasing population and to avoid the problem of hunger. In this context, agricultural pesticides have begun to be used as new inputs in order to obtain quality and abundant products. While the use of agricultural pesticides increases quality and efficiency, it also harms human health and the natural environment over time. When the agricultural sector is evaluated from an environmental perspective, it is both affected by the pesticides used and affects the environment in the long term. The aim of this study is to investigate the environmental effects of pesticides used in agricultural production on agricultural greenhouse gases (nitrous oxide and methane) in the context of BRICS countries with data for the period 1990-2019. In the study, the relationship between variables was investigated using dynamic panel data methods. Panel unit root and panel cointegration tests were used to make the estimates. According to the estimation results, it was determined that the long-term coefficient of pesticide sales for nitrous oxide emissions across the panel was not statistically significant, while the long-term coefficient of pesticide sales for methane emissions was statistically significant. Accordingly, a 1% increase in pesticide sales

in BRICS countries increases methane gas emissions by 0.15%. When evaluated on a country basis, it was concluded that the sale of pesticides affects nitrous oxide and methane emissions at different levels.

Key words: Pesticides, Greenhouse Gases, Environment, BRICS, Panel Data Analyzes.

GİRİŞ

Günümüzde tüm dünya ülkelerinin en önemli problemlerinden birisi artan nüfus ve bu nüfusun gıda ihtiyacının karşılanmasıdır. Ancak, artan nüfusa rağmen dünya yüzölçümünün aynı kalması ve hatta çeşitli sebeplerle tarıma elverişli alanların giderek azalması artan gıda ihtiyacını karşılayacak tarımsal üretimin yapılmasını sınırlandırmaktadır. Bu durumda tek çıkar yol üretim yapılan birim alan başına elde edilecek ürün miktarını artırmaktır. Bunun içinde yapılması gereken, kullanılan girdiler ve uygulanan tekniklerin gözden geçirilerek daha yüksek verimi sağlayacak yeni ve etkili modern tarım tekniklerinin uygulanmasıdır. Açlık sorunlarının dünyanın pek çok bölgesinde ciddi boyutlara ulaşması ve yetersiz beslenme sorunlarının yaşanacağı düşüncesi, gelişen sanayi ve teknolojinin tarıma uygulanarak birim alanda daha fazla üretimi sağlayacak yoğun tarım uygulamalarını gündeme getirmiştir (Altıkat ve ark., 2009). Bu bağlamda daha kaliteli ve bol ürün elde etmek için tarımsal ürünlerin; zararlılardan, yabancı otların etkisinden ve hastalık etmenlerinden korunması amacıyla, genel olarak pestisitler olarak da adlandırılan tarım ilaçları yeni girdiler olarak kullanılmaya başlanmıştır. Pestisitlerin kullanımının kolaylığı ve kısa sürede etki göstermesi tercih sebebi olmuştur. Ayrıca verim artışı sağlama, işgücü tasarrufu sağlama ve riski azaltma gibi diğer etkilerde önemli tercih sebepleri olarak görülmektedir (Ghimire ve Woodward, 2013). Tarımsal ürünlerde istenmeyen organizmaları ortadan kaldırmak için kullanılan pestisitler sentetik organik bileşiklerdir ve zirai mücadelede yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde tarımsal faaliyetler ile yaşam için zorunlu olan gıda ihtiyacının yanı sıra giyecek, enerji ve pek çok alanda hammadde ihtiyacı da karşılanmaktadır. Tarımsal faaliyetler sonucu elde edilen tahıllar, meyve ve sebzeler, et ve süt ürünleri gibi çeşitli ürünler insanların gıda ihtiyacının karşılanmasında önemli bir rol oynarken çoğu ülkenin ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır (Önder, 2023). Tarımsal üretimin üçte birinin pestisit kullanımı sonucu elde edildiği varsayıldığında yakın gelecekte kimyasal pestisit kullanımından vazgeçilemeyeceği anlaşılmaktadır (Ayyıldız, 2022). Yapılan araştırmalara göre bitkisel ürünlere zararlı organizmaların her birinin vermiş olduğu zarar oranı %30-100 arasında değişirken, zararlı organizmalarla mücadele edilmediği takdirde bitkisel üretimde kalite ve verim kaybının ortalama %30-40 oranında olacağı kabul edilmektedir (Tezer, 2021). Dolayısıyla tarımsal üretimi artırmada pestisit kullanımının kaçınılmaz olduğu ve pestisitlerden vazgeçilemeyeceği anlaşılmaktadır. Türkiye Bankalar Birliği (TBB) Tarım Sektörü Raporu'na (2023) göre; 2000-2020 döneminde küresel tarımsal alan büyüklüğü pek değişmemiştir. 2020 yılında küresel tarım alanlarının %38'i Asya, %24'ü Amerika, %18'i Afrika, %18'i Avrupa ve %2'si Okyanusya bölgesinde bulunmaktadır. Ancak, Asya bölgesinin tarım alanı Amerika bölgesinin tarım alanından büyük olmasına rağmen tarımsal üretimdeki verimi düşüktür. Bunun sebebi ise makineleşme, yoğun gübre ve pestisit kullanımının Amerika bölgesinde verimi yükseltmesidir. 2000-2020 döneminde küresel GSYH içerisinde tarım sektörünün payı %4,0-%4,3 bandında seyrederken, küresel tarımsal üretimin %50'si Asya bölgesinde gerçekleştirilmiştir. Amerika bölgesi ise küresel tarımsal üretimde birim alan başına en fazla ürünü üreten bölge olmuştur. Tarımsal faaliyetlerde küresel pestisit kullanımı 2000 yılında 2 milyon ton iken, 2020 yılına kadar yıllık ortalama %1,3 oranında artarak 2,6 milyon tona ulaşmıştır. Bunun %51'i Amerika, %25'i Asya, %18'i Avrupa, %4'ü Afrika ve %3'ü Okyanusya bölgesinde kullanılmıştır. Dünyada tarımsal üretimde kullanılan pestisit miktarı her geçen gün artarken 2020 yılı itibarıyla ekili alan başına en fazla pestisit 3,7 kg/ha ile Amerika bölgesinde gerçekleştirilmiştir. Amerika bölgesi gübre pestisit kullanımında dünya ortalamasının üstünde seyretmektedir. TBB (2023) raporunda verilen istatistik bilgileri, tarım alanlarının artmamasına rağmen artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacının karşılanmasında tarımsal üretimde yeni girdi ve yöntemlerin kullanılmasının doğru bir yol olduğunu gösterebilir. Ancak, pestisit kullanımının yararlarının yanında uzun süre kullanılmaları insan sağlığına ve ekosisteme önemli zararlar vermektedir. Günümüzde hava, su ve toprak kirliliği önemli çevre sorunları haline gelmiştir. Gübreleme, kimyasal atıklar ve pestisit kullanımı da bu kirliliğin başlıca sebepleridir. Binlerce yıldır doğal koşullarda, doğayla uyumlu olarak gerçekleştirilen tarımsal faaliyetler çevreye zarar vermemiş, çevre problemlerine neden olmamıştır. Ancak artan nüfusun gıda ihtiyacının karşılanması çabası ile daha fazla ürün elde etmek için tarımsal üretime katılan yapay girdiler, doğanın bozulmasına ve çevre sorunlarına neden olan bir sektör durumuna gelmiştir. Tarımda kullanılan yoğun kimyasal girdi kullanımının insan sağlığı ve doğal kaynaklar üzerindeki etkisi, 1980'li yıllarla birlikte özellikle gelişmiş ülkeler başta olmak üzere bütün dünyada en önemli çevre ve kalkınma sorunu olarak ortaya çıkmıştır (Koç ve Tanrıvermiş, 2001). Tarımsal faaliyetlerde kullanılan pestisitler, hava, toprak ve suya karışmakta, sonrasında ortamlardaki diğer canlılara geçerek

dönüşüme uğramaktadır. Kullanılan pestisitlerin hareketlerini, formülasyonu, kimyasal yapısı, fiziksel özellikleri, tarımsal koşullar, uygulama biçimi ve iklim şartları gibi etmenler belirlemektedir (Altıkat ve ark., 2009). Pestisitlerin insan sağlığına ve çevreye zarar vermesi kontrolsüz, bilinçsiz, aşırı ve denetimsiz kullanılması, depolama ve fazla ilaçların bertarafı sırasında yapılan yanlışlıklardan kaynaklanmaktadır. Pestisitler, tehlikeli, zararlı ve toksik maddeler olduklarından canlı üzerinde toksik etkilere sahiptir (Tezer, 2021). Dolayısıyla pestisitler bu konuda bilgili ve bilinçli kişiler tarafından kullanılmalı, çevreye ve insan sağlığına en az zarar verenler tercih edilmelidir.

Pestisitler sık sık ve büyük miktarlarda uygulandıklarında çok önemli değişimler olabilmektedir. Karbondioksit üretimi, oksijen tüketimi, nitrifikasyon, baklagil nodulasyonu ve gelişme oranı gibi mikrobiyal aktiviteler pestisitlerin tepkisini ölçmede kullanılan bazı değişkenlerdir. İlaçlı topraklarda yetişen ürünler, pestisit kalıntılarını bünyesine alabilirler ve gıda maddeleri ile insanlara, oluşturulan yemler vasıtasıyla hayvanlara ve buharlaşmayla atmosfere geçebilirler. Ayrıca püskürtme yöntemi ile kullanılan pestisitler havaya karışır ve rüzgarın etkisiyle başka yerlere taşınabilirler (Altıkat ve ark., 2009). Tarımsal amaçlarla kullanılan pestisitlerin insan sağlığı ve çevreye olan etkisi çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur. Ancak pestisitlerle sera gazlarının ilişkisini araştıran çok az çalışma bulunmaktadır. Bunlardan birisi Ayyıldız (2022)'in yaptığı pestisit kullanımının çevre ve ekonomik açıdan değerlendirilmesidir. Çalışmadan çevre ile ilgili olarak elde edilen sonuçlara göre, tarımsal ilaç türlerinden herbisit ve fungusit kullanımının tarımsal sera gazları üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu, FMOLS ve DOLS analizlerine göre herbisit ve fungusit kullanım miktarında (kg/ha) meydana gelen %1'lik artışın tarım kaynaklı sera gazı emisyonunda sırasıyla %0,36 (%0,35) ve %0,16 (%0,14)'lük bir artışa yol açabileceği bulgusu elde edilmiştir. Sonuçlar pestisit kullanımının verimliliği artırırken zamanla çevresel kirlenmeye daha fazla yol açtığını göstermektedir. Dolayısıyla tarımda kullanılan pestisitler insan sağlığını ve çevreyi doğrudan ve dolaylı olarak etkilemektedir. Son yıllarda gelişmiş ülkelerde tarımda kimyasal girdi kullanımı denetim altına alınmaya ve bazı kimyasalların kullanımına sınırlama veya yasak getirmeye çalışsa da tarımsal üretimde kimyasal kullanımının azaltılması konusunda ilerleme sağlanamamıştır. Halen tüm dünyada birim alandan alınan bitkisel ürünün artırılması konusunda bilimsel çalışmalar devam etmektedir. Yapılan açıklamalarda göz önünde bulundurularak çevresel açıdan tarım sektörü değerlendirildiğinde, tarım sektörünün pestisit kullanımından etkilendiği aynı zamanda da çevresel etkilere neden olduğu söylenebilir. Kısa dönemde verimliliğin artacağı ancak uzun dönemde çevrenin ve üretimin olumsuz etkileneceği göz önünde bulundurulduğunda pestisit kullanımının çevre üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi önemli hale gelmektedir.

Dolayısıyla bu çalışmanın amacı, tarım ilaçlarının çevreye olan etkilerini sera gazları (tarımsal nitröz oksit emisyonları ve metan emisyonları) üzerinden BRICS (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika) ülkeleri bağlamında dinamik panel veri yöntemleri ile araştırmaktır. Çalışmanın giriş bölümünü takiben çalışmada kullanılan değişkenlerin yıllar itibariyle gelişimi değerlendirilecek, ampirik analiz bölümünde çalışmada kullanılan veriler, kullanılan model ve yöntem hakkında bilgiler verilerek, yapılan analizden elde edilen bulgular yorumlanarak sonuç ve öneriler kısmı ile çalışma sonlandırılacaktır.

Tarım İlacı Satışları Ve Sera Gazı Emisyonu Göstergeleri

Bu bölümde çalışmada kullanılan değişkenlere ait istatistik veriler ve bu verilerin zamanla değişimi incelenmektedir.

Tarım İlaçları (Pestisitler)

Tarım ilaçları kısaca, tarımsal ürün yetiştiriciliğinde ürünlere zarar verebilecek böcek ve ot gibi canlılar ile hastalık etkenlerine karşı koruma amacıyla kullanılan kimyasal maddeler veya mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır. Pestisitler olarak da bilinen tarım ilaçlarının içeriği büyük oranda zehirlerden oluşmaktadır. Yapısında bir veya daha fazla solvent (çözücü), yapıştırıcı ve emülgatör gibi farklı içerikler bulunmaktadır (Çağlayan ve ark., 2023). Bununla birlikte pestisitler günümüz modern tarım uygulamalarının vazgeçilmezlerinden birisidir.

Pestisitlerin kullanımının temel amacı ürün yetiştirmede zararlı organizmaların neden olduğu verim kaybını engelleyerek birim hektar başına en yüksek verimi elde etmektir. Bunun içinde tüm dünyada farklı formülasyona sahip tarım kimyasalı her yıl artan miktarda kullanılmaktadır (Tezer 2021). Pestisitler içeriği gereği birer zehirli madde olduklarından bitkiler üzerine oldukları gibi kullanılmazlar. Bunlar zararlılara karşı daha dikkatli, gerektiği kadar, insan sağlığı ve çevreye daha az zararlı olacak şekilde yardımcı bazı maddelerle birlikte kullanılır. Aşırı, kontrolsüz, bilinçsiz ve denetimsiz kullanıldıklarında insan ve çevre sağlığını tehdit etmektedirler. Dolayısıyla pestisitlerin bu konuda bilgili ve bilinçli kişiler tarafından kontrollü bir şekilde, çevre ve insan sağlığına en az zararlı olanlar tercih edilerek uygulanması gerekmektedir. Tablo 1'de BRICS ülkelerinde toplam tarım ilacı satışının yıllar itibariyle değişimi bulunmaktadır.

Tablo 1: BRIC ülkelerinde toplam tarım ilacı satışı (ton).

Ülkeler	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019
Brezilya	49.695	92.967	140.423	232.232	342.580	395.646	377.176
Rusya	25.961	25.961	30.194	37.249	44.305	51.360	77.307
Hindistan	75.000	61.257	44.958	35.342	40.094	56.720	61.702
Çin	154.561	215.216	250.607	284.885	339.782	345.983	273.376
Güney Afrika	16.582	18.025	26.857	26.857	26.857	26.857	26.857

Kaynak: OECD, 2023

Tablo 1'e göre ele alınan dönem başında BRICS ülkelerinde en fazla tarım ilacı satışı 154.561 ton ile Çin'de gerçekleştirilirken en az tarım ilacı satışı 16.582 ton ile Güney Afrika'da gerçekleşmiştir. Çin'de gerçekleşen tarım ilacı satışı miktarı bu dönemde Hindistan'da satılan miktarın iki katı, diğer ülkelerde gerçekleştirilen tarım ilaçları satışı toplamından yaklaşık %8 fazladır. Çin'de yoğun tarım ilacı kullanımının sebebi ülke nüfusunun fazla olması ve sınırlı tarımsal üretim alanına sahip olmasından kaynaklanıyor olabilir. Zamanla artan nüfusun gıda ihtiyacının karşılanması ve uygulanan yoğun tarım uygulamalarının da etkisiyle, Hindistan ve Çin dışında diğer BRICS ülkelerinde tarım ilaçları satışı farklı miktarlarda artışlar göstermiştir. Çin'de 2015 yılına kadar hızlı bir artış söz konusu iken 2019 yılında yaklaşık %21 oranında düşüş yaşanmıştır. BRICS ülkelerinde 1990-2019 döneminde tarım ilacı satışı miktarı dönem başına göre; Brezilya'da %759, Rusya'da %330, Çin'de %175, Güney Afrika'da %62 oranında artarken, Hindistan'da %17,7 oranında düşüş göstermiştir. Tablo1'e göre BRICS ülkelerinde tarımsal üretimde tarım kimyasallarının yoğun olarak kullanılmaya devam ettiğini söylemek mümkündür.

Tarımsal Nitroz oksit Emisyonları

Nitroz oksit (N₂O) başlıca sera etkisi yapan gazlar arasında bulunmaktadır. Azot peroksit yada güldürücü gaz olarak da bilinmektedir. Salınımından sonra atmosferde 100 yıldan fazla kalabilen nitroz oksit, dünya azot döngüsü içerisinde atmosferde doğal olarak bulunmaktadır. Atmosferde bulunan sera gazları arasında %6'lık orana sahip olan nitroz oksit emisyonlarının %40'ı insan kaynaklıdır (EPA, 2023). Nitroz oksit emisyonlarının en önemli kaynağı tarımsal faaliyetlerdir. Tarımsal faaliyetler içerisinde ise hayvancılık en önemli nitroz oksit kaynağı durumundadır (Kara ve ark., 2019). ABD Çevre Koruma Ajansının bir raporuna göre en önemli sera gazı sorununun bitkisel üretim dikkate alındığında nitroz oksit emisyonu olduğu belirtilmektedir (Kayıkçıoğlu ve Okur, 2012). İnsan faaliyetleri ile atmosferde miktarı artan sera gazları küresel ısınma ve iklim değişikliklerine, çevre ve hava kirliliğine yol açarak insan ve diğer canlıların yaşamını doğrudan veya dolaylı olarak olumsuz etkilemektedirler. Tablo 2'de BRICS ülkelerinde tarımsal kaynaklı nitroz oksit emisyonlarının yıllar itibariyle değişimi bulunmaktadır.

Tablo 2: BRIC ülkelerinde tarımsal nitroz oksit emisyonları (1.000 Metrik Ton CO₂ Eşdeğeri).

Ülkeler	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019
Brezilya	97.838	108.784	111.062	139.968	155.365	158.989	169.526
Rusya	90.914	56.825	44.173	41.996	43.007	45.861	50.709
Hindistan	132.080	150.909	160.982	177.186	206.797	214.800	229.906
Çin	253.821	305.821	304.416	331.106	349.602	358.004	326.525
Güney Afrika	14.647	13.993	15.285	14.606	15.142	13.946	13.456

Kaynak: OECD, 2023

Tablo 2'de tarımsal sera gazlarının en önemlilerinden biri olan nitroz oksit emisyonlarının BRICS ülkelerinde seyri izlenmektedir. İzlenen dönemde en fazla nitroz oksit emisyonu Çin ve Hindistan'da gerçekleşirken en düşük oran Güney Afrika'da gerçekleşmiştir. Ele alınan dönemde tarımsal nitroz oksit emisyonları Brezilya ve Hindistan'da sürekli yükselirken, Rusya, Çin ve Güney Afrika'da dalgalı bir seyir izlenmektedir. Rusya'da dönem sonunda yaklaşık %44, Güney Afrika'da ise yaklaşık %8 oranında düşüş gerçekleşmiştir. Çin'de ise 2015 yılına kadar sürekli artış yaşanırken 2015'den 2019'a yaklaşık %8,8 oranında düşüş yaşanmıştır. Buna göre BRICS ülkelerinde tarımsal nitroz oksit emisyonlarının tarımda kullanılan gübre ve ilaç miktarlarına göre değişiklikler gösterdiği söylenebilir.

Tarımsal Metan Emisyonları

Metan (NH₄) küresel ölçekte insan faaliyetlerinden kaynaklanan başlıca sera gazlarından birisidir. Tarımsal faaliyetler, enerji kullanımı, atık yönetimi ve biyokütle yakma gibi faaliyetler metan emisyonlarının oluşumuna katkıda bulunan faaliyetlerdir. Karbondioksit kadar atmosferde uzun süre kalmasa da küresel ısınmada 25 kat daha etkilidir. Atmosferde bulunan sera gazları arasında %16'lık orana sahip olan metan emisyonlarının %50-%65'i insan kaynaklıdır (EPA, 2023). Metan emisyonlarının çok büyük bir bölümü tarımsal üretim içerisinde yer alan hayvancılıktan kaynaklanmaktadır. Toplam tarımsal metan emisyonlarının %80'i ve toplam antropojenik metan emisyonlarının %35'i hayvancılık kaynaklıdır (Kara ve ark., 2019). Yapılan literatür incelemelerinde de insan kaynaklı metan emisyonlarının çok büyük bir bölümünün hayvancılıktan kaynaklandığı, tarımsal ilaçların ise metan emisyonlarını çok düşük oranda ve dolaylı olarak etkilediği anlaşılmaktadır. Tablo 3'te BRICS ülkelerinde tarımsal kaynaklı metan emisyonlarının yıllar itibariyle değişimi bulunmaktadır.

Tablo 3: BRIC ülkelerinde tarımsal metan emisyonları (1.000 Metrik ton CO₂ eşdeğeri).

Ülkeler	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019
Brezilya	242.118	264.081	268.594	328.429	335.813	337.887	335.499
Rusya	149.578	106.339	69.827	58.692	55.608	52.820	51.069
Hindistan	433.942	448.123	456.449	470.028	484.135	489.136	498.513
Çin	336.937	366.253	372.889	356.424	346.056	341.378	324.905
Güney Afrika	17.725	16.702	17.779	17.380	17.279	16.517	15.272

Kaynak: OECD, 2023

Tablo 3'te tarımsal sera gazları içerisinde en fazla bulunan metan emisyonlarının BRICS ülkelerinde seyri izlenmektedir. İzlenen dönemde metan emisyonları Hindistan'da sürekli artış gösterirken Rusya ve Güney Afrika'da sürekli düşüş göstermiştir. Brezilya ve Çin'de ise dalgalı bir seyir izlemiştir. 1990-2019 döneminde en fazla metan emisyonu Hindistan'da gerçekleşirken, en düşük emisyonlar Güney Afrika ve Rusya'da gerçekleşmiştir. Brezilya'da 1990-2015 döneminde sürekli artış görülürken, 2015-2019 döneminde %0,7 oranında düşüş yaşanmıştır. İzlenen dönemde metan emisyonları dönem başına göre dönem sonunda Brezilya'da %38,5, Hindistan'da %14,9, oranında artarken, Rusya'da %65,9, Çin'de %3,6, Güney Afrika'da %13,8 oranında düşüş göstermiştir. Buna göre izlenen dönemde tarımsal metan emisyonlarının BRICS ülkelerinde yetiştirilen ürün türü, kullanılan gübre ve ilaç miktarına göre değişiklikler gösterdiğini söylemek mümkündür.

AMPİRİK ANALİZ

Veri ve model

Bu çalışmada, BRICS ülkelerinin 1990-2019 dönemi verileri ile tarım ilaçları satışlarının tarımsal nitroz oksit ve tarımsal metan emisyonları arasındaki ilişki dinamik panel veri yöntemleriyle analiz edilmektedir. Çalışmada kullanılan değişkenler OECD veri tabanından elde edilmiştir. Ekonometrik tahminler yapılmadan önce değişkenlerin logaritması alınarak tam logaritmik iki model kurulmuştur. Tarımsal nitroz oksit emisyonu verisi (bin metrik ton karbondioksit eşdeğeri) *LNO*; tarımsal metan emisyonu verisi (bin metrik ton karbondioksit eşdeğeri) *LMT* ile ifade edilirken; tarım ilacı satışı verisi (ton) *LIS* olarak ifade edilmektedir. Söz konusu değişkenlerle kurulan tam logaritmik modeller Denklem (1) ve Denklem (2)'deki gibidir:

$$\text{Model 1: } LNO_{it} = \alpha_i + \beta_{1i} LIS_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$\text{Model 2: } LMT_{it} = \mu_i + \gamma_{1i} LIS_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$(i = 1, \dots, 5) \text{ ve } (t = 1990, \dots, 2019)$$

Modelde *i*; kesit boyutunu ve *t*; zaman boyutunu ifade etmektedir.

Yöntem

Bu çalışma, dinamik panel veri analizini yeni ekonometrik yöntemlerle ele almaktadır. Panel veri analizi, yatay kesit birimlerine zaman boyutu ekleyerek değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koymaktadır. Ekonomik büyüme ile iktisadi hoşnutsuzluk endeksi arasındaki eş bütünleşme ilişkisinin incelenmesinden önce, çeşitli ön testler uygulanmaktadır. Bu testler arasında, yatay kesit bağımlılığını tespit etmeye yönelik olarak

Breusch ve Pagan (1980), Pesaran (2004), ve Pesaran ark. (2008)'nin geliştirdiği yöntemler bulunmaktadır. Bunun yanında, Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen delta testi, eğim katsayılarının homojenliğini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Homojenite testinde, "H₀: Eğim katsayıları homojendir" ve "H₁: Eğim katsayıları heterojendir" şeklindeki hipotezler test edilmektedir (Örnek ve Türkmen, 2019).

Değişkenlerin birim kök varlığını araştırmak için, ikinci nesil panel birim kök testlerinden olan ve yapısal kırılmaları göz önünde bulunduran Panel Fourier LM Birim Kök Testi (Nazlıoğlu ve Karul, 2017) kullanılmıştır. Bu testin güvenilirliği, kırılma tarihlerinin, sayılarının ve formlarının doğru bir şekilde belirlenmesine bağlıdır. Fourier birim kök testleri, hem sert hem de kademeli yapısal kırılmaları dikkate alır ve testin modellemesinde kırılma formu ve tarihlerinin önceden bilinmesine gerek yoktur (Kar ve ark., 2019; Türkmen, 2022; Önder, 2022). Panel Fourier LM testi, Fourier frekansına bağlı bireysel istatistikler ve standart normal dağılıma sahip panel istatistikleri sunmaktadır. Bu testin küçük örneklem özellikleri, farklı veri üretme süreçlerine dayalı Monte Carlo simülasyonları ile incelenmiştir. Söz konusu testin boş hipotezi "birim kök vardır" varsayımı üzerine kuruludur (Nazlıoğlu ve Karul, 2017).

Sapmalı sonuçlar elde etmemek için yapısal kırılmaların eş bütünleşme testlerinde dikkate alınması önemlidir. Bu amaçla, değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için yatay kesit bağımlılığı olan ve olmayan durumlarda kullanılabilen, Westerlund (2006) tarafından geliştirilen çoklu yapısal kırılmalı panel eşbütünleşme testi uygulanmıştır. İkinci nesil eş bütünleşme testlerinden olan bu test, eşbütünleşme ilişkisini kırılmaların etkisini dikkate alarak tahmin eder ve daha güvenilir bulgular sunar. McCoskey ve Kao (1998)'nin LM testine dayanan eşbütünleşme testinin sıfır hipotezi "Eşbütünleşme ilişkisi vardır" üzerine kuruludur ve sabitte ve trendde yapısal kırılmaları tespit etmeye imkan sağlar. Bu test, açıklayıcı değişkenler arasındaki içsellik sorunları ve çoklu doğrusal bağlantı durumlarında istatistiksel olarak güçlüdür (Örnek ve Türkmen 2019).

Son olarak, eşbütünleşme katsayıları, kesitler arası bağımlılığı ve katsayıların heterojenliğini dikkate alarak Eberhardt ve Bond (2009) tarafından geliştirilen Augmented Mean Group Estimator (AMG) yöntemi ile tahmin edilmiştir (Ağır ve Türkmen, 2020).

Bulgular

Bu bölümde ekonometrik testlerden elde edilen bulgular yer almaktadır. Tablo 4'te eş bütünleşme analizi öncesi yapılması gereken ön test sonuçları bulunmaktadır.

Tablo 4: Ön test sonuçları

<i>Değişkenlerin Yatay Kesit Bağımlılığı</i>						
	LNO		LMT		LIS	
Testler	İst. Değeri	Olasılık	İst. Değeri	Olasılık	İst. Değeri	Olasılık
CD _{lm1}	19.313**	0.036	22.923**	0.011	20.536**	0.025
CD _{lm2}	2.082**	0.019	2.890***	0.002	2.356***	0.009
CD _{lm3}	-3.553***	0.000	-3.751***	0.000	-2.751***	0.003
LM _{adj}	3.994***	0.000	2.871***	0.002	12.341***	0.000
<i>Eş Bütünleşme Denklemi Yatay Kesit Bağımlılığı</i>						
	Model 1		Model 2			
	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri		
CD _{lm1}	24.867***	0.006	47.197***	0.000		
CD _{lm2}	3.324***	0.000	8.318***	0.000		
CD _{lm3}	-0.885	0.188	-3.614***	0.000		
LM _{adj}	44.900***	0.000	39.307***	0.000		
<i>Eğim Homojenliği</i>						
	Model 1		Model 2			
Testler	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri		
$\tilde{\Delta}$	14.986***	0.000	12.714***	0.000		
$\tilde{\Delta}_{adj}$	15.796***	0.000	13.402***	0.000		

Not: "****" işareti %1, "***" işareti %5 seviyesinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir. Sabitli model kullanılmıştır.

Tablo 4'deki bulgular, incelenen değişkenlerde ve her iki eş bütünleşme denkleminde kesitler arası bağımlılığın varlığını tespit gösterirken, öte yandan her iki modelin eğim katsayısının heterojen olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, Nazlıoğlu ve Karul (2017) tarafından geliştirilen ikinci nesil Panel Fourier LM birim kök testinin uygulanabilirliğini ortaya koymaktadır. Tablo 5 bağımlı ve bağımsız değişkenlerin birim kök testi sonuçlarını içermektedir.

Tablo 5: Panel Fourier LM birim kök testi sonuçları

Ülkeler	LNO			LMT			LIS		
	Fourier tau LM ₁ k=1	Fourier tau LM ₂ k=2	Fourier tau LM ₃ k=3	Fourier tau LM ₁ k=1	Fourier tau LM ₂ k=2	Fourier tau LM ₃ k=3	Fourier tau LM ₁ k=1	Fourier tau LM ₂ k=2	Fourier tau LM ₃ k=3
Brezilya	-1.415	-1.154	-0.249	-2.778	-1.725	-0.738	-0.678	0.341	0.885
Rusya	-1.364	-2.945	-2.345	-0.682	-2.958	-3.712	0.109	-0.196	0.155
Hindistan	-1.948	-2.042	-1.505	-2.028	-2.163	-1.974	0.788	2.317	3.438
Çin	-2.604	-1.986	-2.262	-1.198	0.588	1.327	0.855	0.871	3.180
G. Afrika	-1.725	-2.553	-2.742	-0.916	-2.125	-1.837	-0.810	0.436	-0.677
Panel Sonucu									
Z _{LM} (İst. Değeri)	4.147	0.245	0.856	5.205	1.663	2.335	10.929	9.157	11.827
p- değeri	1.000	0.597	0.804	1.000	0.951	0.990	1.000	1.000	1.000

Panel Fourier LM birim kök testi sonuçları BRICS ülkeleri için bağımlı ve bağımsız değişkenlerinin seviyede birim kök içerdiğini belirlemiştir. Bu durum, eş bütünleşme testinin yapılabirliğini sağlamaktadır. Tablo 6, Westerlund (2006) çoklu yapısal kırılmalı panel eş bütünleşme test sonuçlarını ve her bir ülke için belirlenen kırılma tarihlerini sunmaktadır.

Tablo 6: Çoklu yapısal kırılmalı eş bütünleşme test sonuçları

Model 1			
	LM Test İst.	Asimptotik Olasılık Değeri	Bootstrap Olasılık Değeri
Yapısal Kırılmasız Model			
<i>Sabitli</i>	3.489	0.000	0.110
<i>Sabit ve Trendli</i>	0.115	0.454	0.620
Yapısal Kırılmalı Model			
<i>Sabitli</i>	-4.267	0.047	0.360
<i>Sabit ve Trendli</i>	24.126	0.007	0.470
Kırılma Tarihleri			
	<i>Sabitli Model</i>	<i>Sabit ve Trendli Model</i>	
Brezilya	1995	1995-2001-2009	
Rusya	1997-2003	1997-2003	
Hindistan	1995-2011	1995-2001-2011	
Çin	1997-2009	1997-2009	
G. Afrika	2007	2007	
Model 2			
	LM Test İst.	Asimptotik Olasılık Değeri	Bootstrap Olasılık Değeri
Yapısal Kırılmasız Model			
<i>Sabitli</i>	3.923	0.000	0.080
<i>Sabit ve Trendli</i>	1.120	0.131	0.120
Yapısal Kırılmalı Model			
<i>Sabitli</i>	-3.156	0.863	0.950
<i>Sabit ve Trendli</i>	21.567	0.009	0.480
Kırılma Tarihleri			
	<i>Sabitli Model</i>	<i>Sabit ve Trendli Model</i>	
Brezilya	1995-2003-2009	1995-2003-2009	
Rusya	1998-2004	1998-2004	
Hindistan	2001	2001-2008	
Çin	2000	2000	
G. Afrika	2004-2011	2004-2011	

BRICS ülkelerine ait değişkenlerde yatay kesit bağımlılığı tespit edildiğinden, eş bütünleşme test sonuçlarında bootstrap olasılık değerleri dikkate alınmaktadır. Söz konusu ülke grubu için elde edilen istatistik sonuçlarına göre kurulan her iki model için eş bütünleşme ilişkisinin varlığı üzerine kurulu sıfır hipotezi hem yapısal kırılmalı hem de yapısal kırılmasız modelde reddedilememektedir. Sonuç olarak, tarım ilacı satışı ile nitroz oksit ve metan emisyonları arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Panel genelinde ve ülke düzeyinde uzun dönem eş bütünleşme parametreleri, Eberhardt ve Bond (2009)'un geliştirdiği AMG yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Uzun dönem katsayılarına ilişkin tahminler Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7: Panel eş bütünleşme katsayı tahmin sonuçları

	LNO=f(LIS)			LMT=f(LIS)		
	Katsayı	Std. Hata	p-değeri	Katsayı	Std. Hata	p-değeri
AMG	-0.007***	0.171	0.965	0.152**	0.067	0.025
Ülke Sonuçları						
Brezilya	0.212***	0.017	0.000	0.221***	0.026	0.000
Rusya	-0.614***	0.195	0.002	0.090	0.063	0.150
Hindistan	-0.094**	0.046	0.040	0.001	0.011	0.921
Çin	0.393***	0.026	0.000	0.066	0.068	0.332
G. Afrika	0.065	0.041	0.117	0.383***	0.052	0.000

Not: "****" işareti %1, "***" işareti %5 seviyesinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.

BRICS ülkelerine ait 1990-2019 dönemi için uygulanan eş bütünleşme parametreleri incelendiğinde, Model 1'de panel genelinde tarım ilacı satışının uzun dönem katsayısının istatistiksel bakımdan anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Sonuçlar ülke bazında incelendiğinde, Brezilya ve Çin'de tarım ilacı satışında %1'lik artışın nitroz oksit emisyonlarını sırasıyla %0.2 ve %0.3 oranında artırdığı; Rusya ve Hindistan'da ise tarım ilacı satışında %1'lik artışın nitroz oksit emisyonlarını sırasıyla %0.6 ve %0.09 oranında azalttığı bulgusu elde edilmiştir. Diğer taraftan, Model 2 için elde edilen sonuçlara göre BRICS ülkelerinde tarım ilacı satışının uzun dönem katsayısının istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve bu ülke grubunda tarım ilacı satışında %1'lik artışın metan emisyonlarını %0.15 arttırdığı bulgusu elde edilmiştir. Ülke bazında ise, Rusya, Hindistan ve Çin'de uzun dönem katsayıları istatistiksel olarak anlamsız bulunurken; Brezilya ve Güney Afrika'da tarım ilacı satışında %1'lik artışın metan gazı emisyonlarını sırasıyla %0.22 ve %0.38 arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Hızlı nüfus artışı ve artan nüfusun gıda ihtiyacının karşılanması yirminci yüzyılın başından itibaren tüm dünya ülkelerinin en önemli problemlerinden biri olmuştur. Nüfusun hızlı artışına rağmen tarım alanlarının aynı kalması, üretimi artırmak için yeni yöntem ve girdilerin tarımsal üretimde kullanılmasını gerekli kılmıştır. Tarım üretiminde kalite ve miktarın artırılması amacıyla kullanılan yeni girdilerden biride tarım ilaçları (Pestisitler) olarak adlandırılan ve özünde zehir içeren, tarımsal ürünlerin; zararlılardan, yabancı otların etkisinden ve hastalık etmenlerinden korunması amacıyla kullanılan sentetik organik bileşiklerdir. Tarım ilaçları, tehlikeli, zararlı ve toksik maddelerdir. Uzun süre, çok miktarda, sık sık ve bilinçsiz kullanılmaları çevre ve insan sağlığına zarar vermekte sera gazı emisyonlarını etkilemektedir. Bu çalışmada, tarım ilaçlarının çevreye olan etkileri tarımsal nitroz oksit emisyonları ve metan emisyonları bağlamında BRICS ülkeleri için dinamik panel veri yöntemleri ile araştırılmıştır. Yapılan tahminlerden elde edilen bulgulara göre panel genelinde;

- Tarım ilacı satışı ile nitroz oksit emisyonları ve metan emisyonları arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu,
- Nitroz oksit emisyonları için tarım ilacı satışının uzun dönem katsayısının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı,
- Metan emisyonları için tarım ilacı satışının uzun dönem katsayısının istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve panel genelinde tarım ilacı satışında %1'lik artışın metan emisyonlarını %0.15 arttırdığı bulgusu elde edilmiştir.

Sonuçlar ülke bazlı değerlendirildiğinde;

- Tarım ilacı satışında %1'lik artışın nitroz oksit emisyonlarını; Brezilya'da %0.2 ve Çin'de %0.3 arttırdığı, Rusya'da %0.6 ve Hindistan'da %0.09 azalttığı bulgusu elde edilmiştir.

- Metan emisyonları için tarım ilacı satışının uzun dönem katsayılarının Rusya, Hindistan ve Çin’de istatistiksel bakımdan anlamsız olduğu bulgusu elde edilmiştir.
- Tarım ilacı satışında %1’lik artışın metan emisyonlarını Brezilya’da %0.22 ve Güney Afrika’da %0.38 arttırdığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Bu sonuçlara göre, tarımsal üretimde kalite ve üretim miktarını artırmak amacıyla kullanılan tarım ilaçlarının uzun dönemde belirli ölçülerde sera gazı emisyonlarını artırdığı, çevre ve insan sağlığını olumsuz etkilediği söylenebilir. Dolayısıyla günümüz tarımsal üretiminin vazgeçilmezlerinden olan tarım kimyasallarının aşırı, kontrolsüz, bilinçsiz ve denetimsiz kullanılmaması, insan ve çevre sağlığını en az etkileyenlerin tercih edilerek, bu konuda bilgili ve bilinçli kişiler tarafından kontrollü bir şekilde uygulanması, kullanılan tarım ilaçlarının insan sağlığı ve çevreye verdiği zararı en aza indirebilir.

YAZAR ORCID NUMARALARI





ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5197-9827>

KAYNAKLAR

- Ağır, H. ve Türkmen, S. 2020. Ekonomik büyümeye etkisi bakımından doğal kaynaklar: dinamik panel veri analizi. *Gaziantep university journal of social sciences*, 19(3): 840-852.
- Altıkat, A., Turan, T., Ekmekyapar Torun, F. ve Bingül, Z. 2009. Türkiye’de pestisit kullanımı ve çevreye olan etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(2): 87-92.
- Ayyıldız, M. 2022. Türkiye’de kimyasal pestisit kullanımının ekonomi ve çevre yönüyle değerlendirmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 10(2): 267-274.
- Breusch, T. S. ve Pagan, A. R. 1980. The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The review of economic studies*, 47(1): 239-253.
- Çağlayan, Ç., Yavuz, M. ve Şehiroğlu, B. 2023. Pestisitler ve sağlığa etkileri. Bilgi notu. Çevre, iklim ve sağlık için işbirliği. https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2023/01/Pesticides_Brief_Final.pdf Erişim Tarihi: 15.10.2023.
- Eberhardt, M. ve Bond, S. 2009. Cross-section dependence in nonstationary panel models: a novel estimator. EPA (United States Environmental Protection Agency). 2023. Greenhouse gas emissions. <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data> Erişim Tarihi: 12.12.2023.
- Ghimire, N. ve Woodward, R.T. 2013. Under-and over-use of pesticides: An international analysis. *Ecological Economics*. 89: 73-81.
- Kar, M., Ağır, H. ve Türkmen, S. 2019. Seçilmiş gelişmekte olan ülkelerde elektrik tüketiminin ekonomik büyümeye etkisinin panel ekonometrik analizi. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 5(3): 37-48.
- Kara, G., Yalınz, İ. ve Sayar, M. 2019. Konya ili hayvansal gübre kaynaklı sera gazı emisyonları durumu. *Ulusal çevre bilimleri araştırma dergisi*, 2(2): 57-60.
- Kayıkçıoğlu, H. H. ve Okur, N. 2012. Sera gazı salınımlarında tarımın rolü. *Adnan Menderes üniversitesi ziraat fakültesi dergisi*, 9(2): 25-38.
- Koç, A. ve Tanrıvermiş, H. 2001. Türkiye tarımında kimyasal ilaç kullanımı: etkisizlik, sorunlar ve alternatif düzenlemelerin etkileri. (Editörler: Nermin Akyıl ve Tijen Özüdoğru) *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü*, Yayın No: 63, 1-4.
- McCoskey, S. ve Kao, C. 1998. A residual-based test of the null of cointegration in panel data. *Econometric Reviews*, 17(1): 57-84.
- Nazlıoğlu, S. ve Karul, C. 2017. Panel LM unit root test with gradual structural shifts. In *40th International Panel Data Conference* (pp. 7-8).
- OECD. 2023. Environmental performance of agriculture - indicators. https://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?datasetcode=AEI_OTHER&lang=en Erişim Tarihi: 13.10.2023.
- Önder, F. 2022. Finansal gelişme ile ekonomik büyüme ilişkisi: kırılmalı beşli ülkeleri üzerine ampirik bir analiz. *Journal Of Economics And Research*, 3(2): 36-48.
- Önder, F. 2023. Türkiye’de tarımsal kredilerin büyümeye etkisi: bir panel veri tahmini. *Türk tarım ve doğa bilimleri dergisi*. 10(4): 1039-1050.
- Örnek, İ. ve Türkmen, S. 2019. Gelişmiş ve yükselen piyasa ekonomilerinde çevresel kuznets eğrisi hipotezi'nin analizi. *Journal Of The Cukurova University Institute of Social Sciences*, 28.
- Pesaran, M. H. 2004. General diagnostic tests for cross section dependence in panels. IZA Discussion Paper, 1240 (1): 1-39

- Pesaran, M. H. ve Yamagata, T. 2008. Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of econometrics*, 142(1): 50-93.
- Pesaran, M. H., Ullah, A. ve Yamagata, T. 2008. A bias-adjusted LM test of error cross-section independence. *The Econometrics Journal*, 11(1): 105-127.
- TBB (Türkiye Bankalar Birliği). 2023. Tarım sektörü raporu. TSKB danışmanlık hizmetleri, Haziran, İstanbul.
- Tezer, N. 2021. Zirai mücadele ilaçlarının insan ve çevre sağlığına etkileri. Türkiye Ziraat Odaları Birliği, Ankara.
- Türkmen, S. 2022. Finansallaşma ve enerji tüketimi ilişkisinin analizi: Türk devletleri teşkilatı'ndan ampirik kanıtlar, *Journal of economics and research*, 3(1): 109-122.
- Westerlund, J. 2006. Testing for panel cointegration with multiple structural breaks. *Oxford bulletin of economics and statistics*, 68(1): 101-132.

Geleneksel ve Coğrafi İşaretli Kuru Fasulyede Çiftçilerin Eline Geçen Fiyatlar: Ürün Kalitesi ve Mekânsal Özelliklere Göre Bir Değerlendirme

Nilgün DOĞAN^{1*} , Hakan ADANACIOĞLU² 

¹Gümüşhane Üniversitesi, Kelkit Aydın Doğan MYO, Kelkit, Gümüşhane

²Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, İzmir

*Sorumlu Yazar: ndogan@gumushane.edu.tr

Geliş Tarihi: 28.07.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 10.11.2023 Kabul Tarihi: 04.01.2024

ÖZ

Son yıllarda, ürünlerin ait oldukları bölgeye has taşıdıkları özelliklerin coğrafi işaret (Ci) tescili ile koruma altına alınarak ürünün pazar gücünün artırılması yaygın hale gelmiştir. Araştırmanın kapsamına alınan Gümüşhane ilinde Ci tescilli pek çok gastronomik ürün bulunmaktadır ve bunlardan bir tanesi 2020 yılında Türk Patent Enstitüsü (TPE) tarafından tescillenen Kelkit Kuru Fasulyesidir. Yöre halkı arasında pembe göz olarak tabir edilen bu tohum, beyaz rengi ve üzerinde bulunan pembe lekeleri ile diğer kuru fasulye tohumlarına göre ayırt edici özellikleri ile tescillenmiştir. Son yıllarda, yöre çiftçisi ata tohumunu kullanmak yerine çevre bölgelerden elde ettikleri ve daha yüksek verim özelliklerine sahip saf olmayan kuru fasulye tohumu ile üretim yapmaktadır. Tescilli Kelkit Şeker Fasulyesinin ürün değerini avantaja çevirmek için çiftçi eline geçen fiyatları kalite özelliklerine göre incelemek ve mekânsal özelliklere göre karşılaştırmasını yapmak bu çalışmanın odak noktasını oluşturmuştur. Kaliteyi belirleyen faktör olarak ele alınan ürün derecesine göre kuru fasulye satış miktarı, fiyatları ve hasat sonrası ürünün satış noktasına olan uzaklıkları 2020 ve 2021 yılı üretim dönemi için incelenmiştir. Araştırmanın birincil verileri şeker (kuru) fasulyesi üretimi yapan çiftçilerle yüzyüze yapılan anketlerden elde edilmiştir ve araştırmanın hedef grubunu Gümüşhane ili Kelkit, Şiran ve Köse ilçeleri ile bağlı belde ve köylerinde yaşayan Ci'li üretim yapan ve yapmayan çiftçiler oluşturmaktadır. Ci'li üretim yapan üreticilerin sayısının az olması nedeniyle bu çalışmada herhangi bir örnekleme gidilmeyerek tam sayım yöntemi kullanılmıştır. Toplamda 100 kuru fasulye üreticisi için anketler yapılmıştır. Elde edilen veriler ortalama ve yüzde gibi temel tanımlayıcı istatistikler şeklinde gösterilmiştir. Araştırmanın sonucuna göre, araştırma kapsamına alınan Ci'li üretim yapan çiftçiler ile yapmayan çiftçilerin eline geçen fiyatlar arasında beklenen bir fark yoktur. Fakat çalışmada gerçekleştirilen analiz sonuçları, ürün kalitesi ile elde edilen ortalama satış fiyatı arasında pozitif yönde ve güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Coğrafi işaret, fiyat, kuru fasulye, Gümüşhane

Traditional and Geographical Indication Labelled Dry Beans Prices Received By Farmers: An Evaluation According to Product Quality and Spatial Properties

ABSTRACT

It has become common to increase the market power of commodities by protecting the features of the products specific to the region with the GI label. There are many gastronomic products registered with GI in the province of Gümüşhane and one of them is Kelkit Dry Beans, which was registered by the Turkish Patent Institute (TPE) in 2020. This seed is registered with its white colour and pink spots on it, with its distinctive

features compared to other dry bean seeds. In recent years, local farmers have been producing with impure dry bean seeds, which they obtained from the surrounding regions and have higher yield characteristics, the dried beans produced with this seed differ from the beans produced with the local seed with its pinkish coloration and elliptical grain feature. In order to turn the product value of Kelkit Dry Beans produced with local seeds into an advantage, examining the prices received by the farmers according to their quality characteristics and comparing them according to spatial characteristics constituted the focus of this study. For both farmer groups, dry bean sales amount, prices and distance to the sales point were examined according to the product grade, which is the factor determining the quality in 2020 and 2021. According to the findings of this study, there is no expected difference between the prices received by the farmers. However, the results of the analysis show that there is a positive and strong relationship between the product quality and the average sales price obtained.

Key words: Geographical indication, price, haricot bean, Gumushane.

GİRİŞ

Dünyada artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak amacıyla gittikçe endüstrileşen, kar ve yüksek verim odaklı, toprak gibi doğal kaynaklardan rant elde etmeye çalışan bir üretim sistemi uygulanmakla birlikte bu uygulamaların insan sağlığı, çevre ve tarımsal üretim üzerindeki olumsuz etkilerine karşı bir mücadele başlamıştır. Dünyada yaşanan bu değişimler beraberinde tarımsal üretimde alternatif üretimlerin olması gerektiğini kanıtlar niteliktedir. Tarımda yeni alternatif üretim uygulamaları ile söz konusu mücadele içinde; üretim kültürünü kaybetmiş ve sınıf bilincini yitirmiş yeni üretici grubu oluşmuştur. Son yıllarda özellikle ülkemizde köylerden kentlere doğru olan nüfus hareketleri yaşanan değişimin başında gelmektedir. Bu değişimle birlikte üretim kültürü önemini kaybetmeye başlamıştır. Nüfus hareketleri ile birlikte yıllardır üretim geleneğine sahip bu bölgelerde bu değişimi görmek mümkündür. Oysaki Türkiye’de özellikle kırsal bölgelerde halkın ana geçim kaynağını tarımsal üretim oluşturmaktadır. Bu nedenle, kapitalist bir yaklaşımla birlikte ülkemiz kültürel erozyona maruz kalmaktadır. Köydeki nüfusun kente gitmesi ve oralarda artan nüfus ile birlikte işsizliğin yaratılması ile kentlerde %100 tüketimi oluşturma gayesini taşıyan bu yaklaşım, eskiden sosyolojik, ekolojik ve kültürel bir içeriğe sahip olan köylülük ya da çiftçilik kavramını değiştirmiştir. Kırsal bölgelerdeki ekonominin mevcut pazarda mücadele edebilmesi için karşılaştırılmalı üstünlüklerin olduğu alanlarda, yöreye ait özelliklerin belirlenerek pazarda rekabet avantajı elde etmek mümkündür (Narin ve İnanöz, 2016).

Bu çalışmanın araştırma bölgesini oluşturan Gümüşhane ilinin toplam nüfusu 164 521 kişi olup, 2008-2019 yılları arasında 25 477 kişilik nüfus dışı göç olarak verilmiştir (TUİK, 2021). Gümüşhane, bu göç miktarı ile Türkiye’de en fazla dışı göç veren illerden bir tanesidir. İlin topografik yapısı, iklim özellikleri, lojistik durumu, coğrafik konumu gibi nedenlerden dolayı geçim kaynaklarının başında bitkisel ve hayvansal üretim gelmektedir. Gümüşhane’de toplam 149007 hektar tarım arazisi olup, bunun %22,66’sı tarım alanları olarak kullanılmaktadır. Ayrıca ilçelerdeki tarım alanlarının dağılımı göz önünde bulundurulduğunda Kelkit ilçesi %42,95’lik bir oranla önde gelmektedir ve bunu %39,54 ile Köse ve %31,01 ile Şiran takip etmektedir. Merkez ilçe, Torul ve Kürtün ilçelerinde tarım alanları oldukça kısıtlı olup, toplam tarım alanlarının dağılımı bu ilçelerde sırasıyla %13, %7 ve %6’dır. Toplam tarım alanlarının %70’i tarla arazisi olarak kullanılmaktadır ve ağırlıklı olarak tarla bitkileri üretimi yapılmaktadır. 2021 yılı üretim döneminde toplam 310 bin 796 ton tarla bitkisi üretilmiştir. Üretilen tarla bitkileri içerisinde 74 bin 680 ton ile en fazla mısır üretilmiş, bunu 71 bin 831 ton ile yonca, 37 bin 676 ton ile patates, 27 bin 987 ton ile buğday, yaklaşık 16 bin ton ile şeker pancarı ve 4 bin ton ile kuru fasulye takip etmiştir. Sebze ve meyve ekili alanlar toplam ekili alanların sadece %1,69’unu oluşturmakta ve öz tüketime yöneliktir. Kullanılmayan tarım arazilerinin oranı %55,93 gibi yüksek bir orandadır (Gümüşhane İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2020).

Coğrafi işaretler (CI); üreticiler, tüketiciler, kırsal alanlar ve yöre açısından pek çok avantaj sağlamaktadır. Son zamanlarda küresel pazarda ürünlerin yetiştirildikleri bölgeye özgü karakteristik özelliklerini korumak, standart üretim gerçekleştirmek ve ürünün pazar gücünü artırmak amacıyla üreticiler için önemli olan CI sertifikası alınmaktadır (Ardana, 2019). CI’ler, ürünlerin belirli bir kalitesi, itibarı veya diğer özelliklerinin esas itibarıyla coğrafi menşesine atfedilebildiği durumlarda, yöresel ürünlerin kullanımını korumak üzere tasarlanmıştır Durand ve Fournier, 2017). Arslan ve Furtana (2021) tarafından yapılan çalışmada belirtildiği üzere CI tescilli ürün üreten üreticiler tescilli ürünlerin marka değerini kullanarak elde ettikleri rekabet avantajı ile hem gelirlerini artırır hem bölge ekonomisine katkıda bulunurlar. Çünkü tescilli ürünlerin tescilli olmayan

ürünlere göre daha yüksek fiyattan satılmasının yöre ekonomisine katkı sağlamasının yanında özellikle gastronomi ürünlerin marka değeri ile farklılaştırılmasına imkân tanımaktadır (Sandıkçı ve ark., 2022). Sırbistan'da yapılan bir araştırmaya göre; Cİ tescilli Futog Lahanasının piyasa değeri diğer lahanalara göre ortalama yaklaşık %17 daha yüksek olduğu saptanmıştır (Paslı, 2021). Cİ tescilli ürünlerin üreticiler açısından faydalarının yanında tüketiciler açısından faydaları yadsınamaz bir gerçektir. Giderek sanayileşen ve standartlaşan bir gıda pazarında, Cİ etiketleri, üreticilere ürünlerini farklılaştırma ve belki de daha yüksek fiyatlar elde etme fırsatı sunarken, tüketicilere daha gerçek ve daha kaliteli gıda garantisi verebilmektedir (Deselnicu ve ark., 2013). Bu çalışmada Cİ tescilli ürünlerin üretici açısından faydalarına odaklandığından tüketici bakımından Cİ tescilli ürünlerin etkisine yer verilmemiştir.

Geçim kaynakları kısıtlı olan Gümüşhane ilinde bugüne kadar birçok gıda ürününe Cİ tescili alınmıştır. Gümüşhane Dut Pestili, Gümüşhane Kömesi, Gümüşhane Ekmeği, Gümüşhane Sironu, Kürtün Araköy Ekmeği ve Kelkit Ketesi örnek olarak verilebilir. Kelkit Kuru Fasulyesi Cİ tescili ile tescillenen ürünler arasındadır. Halk arasında pembegöz olarak da ifade edilen Kelkit Kuru Fasulyesi diğer kuru fasulyelerden farklı karakteristik özellikleri ile tescillenmiştir. Son yıllarda yöre çiftçisi, ata tohumu olan pembegöz tohumu yerine daha yüksek verim özelliklerine sahip tohumlar kullanmakta ve bu tohumlardan elde edilen kuru fasulye pembemsi renklenme ve elips tane özelliklerini taşımamaktadır. Ata tohumunu korumak, belli standartlarda kuru fasulye üretimi yapmak, yöre çiftçisini yerel tohum ile üretime teşvik etmek ve diğer tohumlar ile üretim yapmaya engel olmak amacı ile Kelkit Kuru Fasulyesi Üreticileri Birliği kurulmuş ve bu birlik Kelkit kuru fasulyesini tescilletmiştir. Kelkit fasulyesi beyaz tohum rengi ve üzerinde bulunan pembe lekeleri ile diğer fasulyelerden ayrılmaktadır. Üretimi yapılan fasulye popülasyonu, yerelde pembegöz olarak tabir edilen uç kısmında pembemsi renklenme ile bazılarında damarlanma bulunan taneler içermektedir. Tohumlar oval şeklindedir ve tohum uzunluk- genişlik oranı 1.51-1.7 arasındadır. Üretim yerel tohum ile yapılmakta ve çiftçiler her üretim dönemi sonunda elde ettiği üründen tohumluk ayırmakta ve ayrılan tohumlar içerisinde %20-30 oranında pembegöz taneleri bulunmaktadır. Bu taneler ile beyaz taneler karıştırılarak ekim yapılmaktadır. Gümüşhane ilinin geçiş iklimine sahip olması gece-gündüz arasında sıcaklık farkının istenilen düzeyde seyretmesine sebep olmakta ve bu durum fasulye üretimi bakımından bölgeye bir üstünlük sağlamaktadır. Böylece fasulye taneleri terleme yapmadan büyümekte ve taneler gevşek dokulu olarak gelişmektedir. Sonuç olarak, fasulyenin pişme süresi kısaltmakta ve lezzeti artmaktadır. Kelkit kuru fasulyesinin Cİ tescili almasında bahsi geçen karakteristik özellikler etkili olmuştur.

Bu çalışmanın amacı, tescilli tohum ile üretilen Kelkit Şeker Fasulyesinin ürün değerini avantaja çevirmek için çiftçi eline geçen fiyatları kalite özelliklerine göre incelemek ve mekânsal özelliklere göre karşılaştırmasını yapmaktır.

MATERYAL ve METOT

Cİ tescilli Kelkit Kuru Fasulyesi için alınan tescil belgesinde yetiştiricilik alanı olarak belirlenen Gümüşhane ili Kelkit, Köse ve Şiran ilçelerine bağlı köy ve beldelerinde kuru fasulye yetiştiren çiftçilerden elde edilen veriler bu araştırmanın ana materyalini oluşturmaktadır. Yüz yüze yapılan anket görüşmeleri 2020 ve 2021 yılı Şubat ve Mart aylarında yapılmıştır. Araştırma kapsamına alınan ilçelerin nüfus büyüklüklerine göre oransal olarak anketler dağıtılmıştır. Birliğe üye olan ve yetiştiriciliğinde yerel tohum kullanan çiftçilerin sayısının 50 ile sınırlı olması nedeniyle herhangi bir örnekleme metoduna gidilmeyerek tam sayım metodu kullanılmıştır. Bu çalışmada çiftçi eline geçen fiyatları incelemek ve mekânsal özelliklere göre karşılaştırmasını yapmak için birliğe üye olmayan ve yetiştiriciliğinde pembegöz tohumu kullanmayan çiftçiler de anket görüşmelerine dâhil edilmiştir. Bu çiftçilerin sayısı üretiminde pembegöz tohumu kullanan ve birliğe üye olan çiftçilerle aynı tutulmuştur. Toplamda 100 çiftçi ile yüz yüze anketler yapılarak veri toplanmıştır. Her iki üretici grubu için 2020 ve 2021 yılı üretim döneminde bu çalışmada kaliteyi belirleyen faktör olarak ele alınan ürün derecesine göre kuru fasulye satış miktarı, fiyatları ve hasat sonrası ürünün satış noktasına olan uzaklıkları içeren anket soru formu hazırlanmıştır. Araştırmadan elde edilen verilerin analizinde frekans, yüzde ve ortalama gibi tanımlayıcı istatistiklerden faydalanmak için SPSS paket programı kullanılmıştır. Görüşülen kuru fasulye üreticilerinin ürün dereceleri ve ürünün satış noktasına olan uzaklığına göre elde ettikleri ortalama satış fiyatları arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla Korelasyon Analizi yapılmıştır. Ayrıca, Cİ'li kuru fasulye üreten ve üretmeyen çiftçilerin elde ettiği fiyatlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann-Whitney U testi uygulanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA**İncelen işletmelere ait tanımlayıcı istatistikler**

Çizelge 1’de araştırma kapsamına alınan kuru fasulye üreticilerine ait tanımlayıcı istatistikler verilmiştir. Ankete katılan 100 çiftçinin sadece birinin kadın üretici olduğu görülmüştür. Bu bulgudan yola çıkarak araştırma bölgesinde erkek egemen bir üretim şekli olduğu ve kadınların üretime katılmadıkları anlaşılmaktadır. Hanelerde tarımla uğraşan birey sayısı ortalama 2 kişi olarak elde edilmiştir. Geçmişte özellikle kırsalda hanelerin tüm geçim kaynağını oluşturan tarımsal üretim günümüzde sosyolojik, ekonomik, eğitim, göç gibi nedenlerden dolayı kırsal nüfusun azalmasıyla birlikte hanede tarımla uğraşan birey sayısını olumsuz yönde etkilemiştir. Bu bakımdan üretimin sürdürülebilirliğinde önemli bir faktör olabilen tarımla uğraşan birey sayısı bu çalışmada düşük çıkmıştır. Çiftçilerin %50’sinin lise mezunu, %28’inin ilkökul mezunu, %10 ve %12’sinin sırasıyla ortaokul ve üniversite mezunu oldukları tespit edilmiştir. Çiftçilerin eğitim düzeyi ilkökul ve üniversite arasında değişkenlik göstermektedir. Bu çalışmada, çiftçilerin eğitim düzeyi, Kızılaslan ve Kılıç (2022) tarafından yapılan benzer bir çalışmadaki eğitim düzeyi ilkökul ve lise arasında değişkenlik göstermektedir. Coğrafi işaretli Amasya Misket Elması üreticilerinin eğitim durumu ağırlıklı olarak ilkökul (%27), ortaokul (%32) ve lise (%23) düzeyinde olduğu bildirilmiştir. Çiftçilerin yaş aralıkları ele alındığında % 54 gibi büyük bir çoğunluğu 41-55 yaş aralığındadır. Yukarıda ifade edildiği gibi tarımsal üretimin sürdürülebilirliğinde etkili olabilecek yaş ve tarımla uğraşan birey sayısı bu çalışmada dikkat çekmektedir. Everest ve ark.’nın (2022) çalışmalarındaki yaş ile ilgili bulgu bu çalışmadaki bulgu ile örtüşmektedir. Çiftçilerin coğrafi işaretli ürünlerin üretimine ilişkin bilgi düzeyini ölçen çalışmalarında, %58,4’ünün ortalama yaşta yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Çizelge 1. İncelenen işletmelerin tanımlayıcı istatistikleri

Değişkenler	Sayı	Yüzde	Değişkenler	Sayı	Yüzde
Cinsiyet			İşletme Tipi		
Erkek	99	99,0	Bitkisel Üretim	39	39,0
Kadın	1	1,0	Hayvansal Üretim	-	-
Yaş Düzeyleri			Karma	61	61,0
≤40	29	29	Kuru Fasulye Deneyimi (Yıl)		
41-55	47	47	≤15	34	34,0
56≥	24	24	16-30	42	42,0
Eğitim Düzeyi			31 ve daha fazla	24	24,0
İlkökul	32	32,0	Arazi Varlığı	Ort.	Std.Sapma
Ortaokul	13	13,0	Mülk Arazi	34,61	33,208
Lise	41	41,0	Kiraya Tutulan	69,06	77,422
Üniversite	14	14,0	Ortağa tutulan	86,55	154,413
Tarımla Uğraşan Birey Sayısı	Ort.	Std.Sapma	Ort. Kuru Fasulye Üretim alanı (da)	15,36	11,357
	2,17	1,129	Fasulye üretim miktarı (kg)	1450,11	Cevaplamayan
					5

İncelenen kuru fasulye işletmelerinin faaliyet türlerine bakıldığında %30’unun sadece bitkisel üretim yaptığı, %70’inin ise hem bitkisel hem de hayvansal üretim yaptığı anlaşılmaktadır. Kuru fasulye üretimindeki deneyim aralıklarına bakıldığında Çizelge 2’de görüldüğü üzere çiftçilerin %42’lik gibi büyük çoğunluğunun kuru fasulye üretim deneyimi 16-30 yıl aralığındadır. Everest ve ark.’nın (2022) yaptıkları çalışmada, çiftçilerin yaklaşık %51’i 27 yıldan daha fazla üretim tecrübesine sahip oldukları bildirilmiştir. Kuru fasulye işletmelerin mülk arazi varlığı ortalama 39.88 dekar iken kiraya ve ortağa tutulan arazilerin ortalama büyüklükleri sırasıyla

67.48 ve 79.90 dekardır. Altuntaş ve Kurt'un (2023) yapmış oldukları coğrafi işaretli İspir Kuru Fasulyesi ile ilgili benzer bir çalışmada, araştırma kapsamına aldıkları kuru fasulye üreticilerinin %69 gibi büyük bir çoğunluğunun arazi mülklerinin kendilerine ait oldukları tespit edilmiştir ve sadece %23'ü kiralama yöntemini kullanmışlardır.

İncelenen işletmelerin bitkisel üretim desenlerinde başlıca buğday, mısır ve arpa yer almaktadır. Çiftçilerin toplam ekili alanlarına bakıldığında kuru fasulyeye ayrılan ortalama arazi miktarının (15.36) buğday, mısır ve arpaya göre daha az olduğu anlaşılmaktadır ve Çizelge 2'den anlaşıldığı üzere ortalama üretilen kuru fasulye miktarı 1450 kg olarak elde edilmiştir. Sonuç olarak, kuru fasulye üretim miktarı ve ekim alanlarının artırılması için üretimde modern tekniklerin kullanılması, zirai mücadele yöntemlerinin bilinmesi, sulama sistemlerinin etkin kullanılması gibi uygulamalar ekonomik getirisi daha yüksek olan kuru fasulyenin ekiminin özendirilmesine imkân sağlayabilecektir (Altuntaş ve Kurt, 2023).

Ürün derecesine ve satış noktasına uzaklıklara göre satış miktarları ve satış fiyatları (2020-2021)

Yetiştiriciliği yapılan kuru fasulye, pazarlanmadan önce ürün derecelerine göre sınıflandırılmaktadır. Elek altı olarak tabir edilen kuru fasulyenin büyüklüğü 7mm ve altı olarak satışı yapılırken, elek üstü olarak satışı yapılan kuru fasulyenin büyüklüğü 8-8,5mm arasındadır. Bu çalışmada, ürün derecesinin ele alınmasının sebebi elek altı ve elek üstü kuru fasulye satışının fiyatının farklı olmasıdır. Çizelge 2'de ortalama satış miktarı, ortalama satış fiyatı ve aynı zamanda ürünün hasat edilip depoya kaldırıldıktan sonra satış yerine olan uzaklığı yer almaktadır. Ürünün hasat edildikten sonra depoya kaldırılması ve satış noktasına getirilmesi üretici için ek bir maliyet gerektirmektedir. Bundan dolayı, satış noktasına olan uzaklığın üreticinin ürünü satmasında etkili olup olmadığını anlayabilmek için yüz yüze görüşmelerde bu veri elde edilmiştir. Araştırma kapsamına alınan üretici gruplarından 2020 yılı üretim döneminde Cİ'li Kelkit Kuru Fasulyesi üretimi yapanlar 7 mm ve altı büyüklüğünde olan kuru fasulyeden ortalama 279.60 kg sattıklarını ve ortalama satış fiyatının 13.16 TL olduğunu bildirmişlerdir. Ürünün depodan satış yerine olan ortalama uzaklığı ise 4.32 km olarak elde edilmiştir. Geleneksel kuru fasulye üretimi yapan üreticiler için ise elek altı kuru fasulye için ortalama satış miktarı yaklaşık 232 kg ve satış fiyatının 12.46 TL olduğu saptanmıştır. Ürünün depodan satış noktasına olan uzaklığı ise yaklaşık 5 km'dir. Çizelge 2'den anlaşıldığı üzere tüm üreticilerin 2020 yılı üretim dönemine ait elek altı ortalama satış miktarı 255.75 kg ve satış fiyatı yaklaşık 13 TL'dir. Tüm üreticilerin elek üstü fasulye miktarı ortalama 1452 kg iken ortalama satış fiyatı 21.47 TL olduğu elde edilen veriler arasındadır. Bu bulgudan yola çıkarak elek üstü kuru fasulyesinin satış fiyatının ve satış miktarının elek altı fasulyeye göre daha fazla olduğunu bu durumda elek üstü kuru fasulye üretiminin artırılmasının çiftçiye daha fazla ekonomik getiri sağlayacağını söylemek mümkündür. Aynı çizelgede, araştırma kapsamına alınan üreticilerin 2021 yılı üretim dönemine ait kuru fasulye satış miktarı, fiyatı ve satış noktasına olan uzaklıkları verilmiştir. Buna göre, Cİ tohumlu Kelkit Şeker Fasulyesi üreten üreticilerin elek altı ve elek üstü ortalama satış miktarı sırasıyla 208.67 ve 1112.05 kg iken satış fiyatları sırasıyla 15.42 TL ve 24.14 TL olarak bulunmuştur. Cİ tohum kullanmadan kuru fasulye üretenlerin elek altı ve elek üstü ortalama satış miktarları ise sırasıyla 155.88 kg ve 1184 kg iken, satış fiyatları 15.25 TL ve 23.59 TL'dir. Genele baktığımızda ise benzer bir tablo ile karşılaşılmaktadır. Tüm üreticilerin ortalama satış miktarı elek altı ve elek üstü için sırasıyla 181.38 kg ve 1153 kg iken, ortalama satış fiyatları 15.32 TL ve 23.82 TL olarak bulunmuştur. Mann-Whitney U testi sonuçları, hem 2020 hem de 2021 yılları kapsamında ürün derecelerine göre Cİ'li kuru fasulye üreten ve üretmeyen çiftçilerin elde ettiği fiyatlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını ortaya koymaktadır (Çizelge 2). Elde edilen bulgulara göre, araştırma kapsamına alınan her iki üretici grubunun eline geçen fiyatlar arasında bir fark olmamakla birlikte, ürün kalitesinin mekânsal özelliklerin etkisi altında olmadığı anlaşılmıştır. Elde edilen bu bulgulara göre, Cİ'li kuru fasulye yetiştiriciliği yapan üreticiler Cİ'li ürün satmanın avantajını görememişlerdir. Hâlbuki Cİ'li ürünler pazarda daha yüksek fiyattan satılabilme avantajına sahiptirler. Maina ve Mburu (2016) tarafından yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara göre çiftçilerin Cİ tescilli mango yetiştiriciliğinde en önemli motivasyon kaynağı fiyattır. Maina ve ark., (2018)'nin yapmış olduğu benzer bir çalışmada, faktör analizinden elde edilen sonuçlara göre araştırma kapsamına alınan keçi üreticilerinin Cİ tescilli keçi eti üretimi için göz önünde bulundurdıkları en önemli faktör kg fiyatının yüksek olmasıdır. Chilla ve ark. (2020) tarafından Bavyera bölgesinde yapılan başka bir çalışmada, sazan balığının tescillendikten sonra daha yüksek fiyattan satıldığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada, 2020 döneminin pandemi dönemine denk düşmesi ile ülke genelinde yaşanan kapanmalar fasulye pazarını ciddi anlamda etkilediği yüz yüze yapılan görüşmelerde elde edilmiştir. Cİ tescilli üretim yapan üreticiler ürünlerini 2020 yılında beklenen fiyattan çok altında doğrudan tüketicilere satmak zorunda kalmışlardır ya da bir kısmı depoda ürününü bekletme durumunda kalmıştır. Bu durum 2021 döneminde kuru fasulye ekim alanlarında ciddi düşüşlere sebep olmuştur. Ürünü depoda bekleten üretici bir sonraki üretim döneminde ekim alanını azaltmış ya da hiç ekim yapmamıştır. 2021 yılı üretim miktarına bakıldığında Cİ'li kuru fasulye üretimi yapan

üretici sayısı diğer üretici sayısından az olmasına rağmen üretim miktarları birbirine yakın elde edilmiştir. Tuğay'ın (2012) çalışmasında belirttiği gibi Türkiye'de bitkisel üretimde düşük verim, üretim sorunlarının başında gelmektedir. Bununla birlikte, kuru fasulye üretiminin sulu tarıma bağlı olması, yüksek girdi maliyetleri ve en önemlisi de sıcaklık şartlarının kuru fasulye verimini direkt etkilediği elde edilen bu bulgudan anlaşılmaktadır. Araştırma bölgesinde üreticilerin 2021 yılı üretim döneminde yaşadıkları kuraklık, üretim miktarını etkileyen bir diğer faktördür. Cı'lı kuru fasulye üretimini artırmak ve kuru fasulyenin karakteristik özelliklerini korumak amacıyla kurulan Kelkit İlçesi Kuru Fasulyesi Üreticiler Birliği 2020 tarihinde Kelkit kuru fasulyesini TPE'ye tescilletmiştir. Bu bakımdan, tescilli kuru fasulye yetiştirmek isteyen üreticiler ilk olarak birliğe üye olmak zorunda ve tüm üretim sürecinde birlik ile iletişim halinde kalmak durumundadır. Cı ile tescillenmiş ürün üretiminin yaygınlaştırılmasında birlik faaliyetleri oldukça önem arz etmektedir. Farklılaştırılmış bu çeşit ürünlerin üretim aşamasından pazarlama imkânlarına kadar çiftçi örgütlerinin rolü büyüktür. Grashuis ve Skevas'ın (2022) yapmış oldukları araştırmalarında elde edilen sonuçlara göre; Peru'da üretici örgütüne üye olan kahve üreticileri üye olmayanlara göre üretim miktarları, satış miktarları ve çiftçi eline geçen fiyatlar sırasıyla 120-295 kg/ha, 118-296 kg/ha ve 0.42-1.53 PEN/kg daha fazladır. Anketlerin yapıldığı dönemde birlik faaliyetlerinin çok yeni olması dolayısıyla birliğe üye olan çiftçi sayısı oldukça sınırlıdır. Birlik faaliyetlerinin desteklenmesi, üye sayısının artırılması ve çiftçi eğitim çalışmaları gibi girişimler Cı'lı kuru fasulye üreten üretici sayısını zamanla artıracaktır. Grashuis ve Skevas (2021) tarafından yapılan araştırmada Peru'da kahve üretimi yapan üreticilerin çiftçi üretici birliğine üye olmasının pozitif bir etkiye sahip olduğu elde edilen bulgular arasındadır. Bu araştırmada, birliğe üye olup tescilli kuru fasulye üretimi yapan çiftçi sayısı kadar birliğe üye olmayıp tescilli kuru fasulye üretimi yapmayan çiftçi sayısı örneklem büyüklüğünü oluşturmuştur. Bilindiği üzere, üreticilerin her üretim dönemi başında üretim desenini belirlerken ekonomik kaygıları ağır basmaktadır. Bu nedenle, yöre şartlarında yetiştirilmesi oldukça müsait ve yaygın olan ve ekonomik getiri olarak diğer ekilen ürünlere göre daha avantajlı olan kuru fasulyenin satış fiyatının üretici üretim maliyetlerini karşılayacak şekilde ve karlı olması için fasulye pazarının büyütülmesi mevcut birlik faaliyetlerinin genişlemesi için çeşitli imkânların sunulmasının gerekliliği açıkça kendini göstermektedir.

Çizelge 2. Ürün derecesi ve 2020-2021 üretim yıllarına göre ortalama satış miktarları ve ortalama satış fiyatları

Ürünün Derecesi -2020	Cı'lı kuru fasulye üretimi			Cı'sız kuru fasulye üretimi			Genel		
	Ort. Satış Miktarı (kg)	Ort. Satış Fiyatı (TL/kg)	Satış Yerine Olan Uzaklık (km)	Ort. Satış Miktarı (kg)	Ort. Satış Fiyatı (TL/kg)	Satış Yerine Olan Uzaklık (km)	Ort. Satış Miktarı (kg)	Ort. Satış Fiyatı (TL/kg)	Satış Yerine Olan Uzaklık (km)
7 mm ve altı (Elek altı)*	282.24	13.06	4.32	231.9	12.46	4.89	255.75	12.81	4.61
8-8,5mm (Elek üstü)**	1403.26	21.59	4.96	1505.83	21.42	4.51	1452.04	21.47	1.29
Ürünün Derecesi -2021									
7 mm ve altı (Elek altı)*	214.1	15.41	4.45	155.88	15.25	4.29	181.38	15.32	4.32
8-8,5mm (Elek üstü)**	1112	24.14	4.82	1184.33	23.59	4.46	1153.23	23.82	4.46

* 7 mm ve altı (Elek altı) için 2020 ve 2021 yılları ortalama satış fiyatlarına göre Mann-Whitney U testi p değerleri sırasıyla 0,190 ve 0,709'dur.

** 8-8,5mm (Elek üstü) için 2020 ve 2021 yılları ortalama satış fiyatlarına göre Mann-Whitney U testi p değerleri sırasıyla 0,518 ve 0,288'dir.

Kuru fasulye üreticilerinin ürün dereceleri ile elde ettikleri satış fiyatları arasındaki ilişki analizi

Araştırma kapsamına alınan kuru fasulye üreticilerinin ürün derecelerine göre elde ettikleri ortalama satış fiyatları arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla Korelasyon Analizi yapılmıştır (Çizelge 3). Analiz sonuçları, ürün dereceleri ile elde edilen ortalama satış fiyatı arasında pozitif yönde ve güçlü bir ilişki olduğunu göstermiştir ($r=0.797$, $p=0.000$). Bu sonuca göre, ürünün kalitesini de gösteren yüksek derece özellikli kuru fasulye üretenler pazarda daha yüksek satış fiyatı elde etmektedir.

Çizelge 3. Ürün derecelerine göre satış fiyatları arasındaki Bivariate Korelasyon analizi

		Ürünün derecesi	Satış fiyatı
Ürünün derecesi	Pearson Correlation	1	0.797**
	Sig. (2-tailed)		.000

Üreticilerin ürünlerini pazarladıkları mesafe ile satış fiyatları arasındaki ilişki analizi

Yapılan analize göre, araştırma kapsamına alınan her iki üretici grubunun, hasat sonrası elde edilen ürünün satış noktasına olan uzaklığı ile elde ettikleri satış fiyatının arasında anlamlı bir ilişki elde edilmemiştir. Çizelge 4’de görüldüğü üzere yapılan Korelasyon Analizi sonucuna göre; iki faktör arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Bu bulgudan yola çıkarak, üreticinin özellikle diğer kuru fasulyeye göre daha kaliteli olarak lanse edilen Cı tescilli tohum ile üretimi yapılan Kelkit Şeker Fasulyesi için uzak mesafelere daha yüksek fiyattan satış yapılabilme avantajını değerlendiremediği söylenebilir. Üreticinin yöre dışı bölgelere ürünü pazarlamasında daha yüksek satış fiyatı elde etme durumunu göze almadığı açıktır. Bir başka deyişle, çiftçi pazarlamadaki eksiklerinden dolayı taşıma maliyetlerini ürün fiyatına yansıtarak yüksek kar elde etme beklentisini karşılayamamaktadır. Üreticinin elde ettiği fiyatta ürünün satış noktasına taşıma masrafları belli bir oranda yansımaktadır. Kızıltuğ ve Fidan (2019) tarafından yapılan çalışmada elde edilen bulgulara göre toplam masraflar içerisinde ürünün satış noktasına götürülme masrafı %10-20 oranındadır. Bu bakımdan, araştırma kapsamına alınan çiftçilerin elde ettikleri Cı işaretli kuru fasulyeyi bölge dışındaki yerlere pazarlayarak taşıma maliyetlerini ürün fiyatına yansıtamadıkları elde edilen bulgudan anlaşılmaktadır.

Çizelge 4. Satış noktasına uzaklık ve satış fiyatları arasındaki Bivariate Korelasyon analizi sonuçları

		Satış Noktasına Uzaklık	Satış Fiyatı
Uzaklık	Pearson Correlation	1	-0.015
	Sig. (2-tailed)		0.786

**Korelasyon %1 önem düzeyinde anlamlı

SONUÇ ve ÖNERİLER

İnsan yaşamının devamını sağlayan aynı zamanda ülkelerin ekonomik gelişimlerinde önemli bir pay alan tarımsal üretimde son yıllarda sürdürülebilirlik konusuna dikkat çekilmektedir. Tarımın sürdürülebilir olması; doğal çevrenin korunması, tarımsal üretimin etkisinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin kontrol altına alınması ve ekonomik olarak fayda sağlamasına yönelik bir mücadele olarak karşımıza çıkmaktadır. Agro-ekolojik mücadele diye tanımlanan bu değişim içinde Cı tescilli ürünlerin üretimi ve sürdürülebilirliği bir hedef olarak kendini göstermektedir. Üretimin sürdürülebilirliğinde çiftçinin şüphesiz bir rolü vardır. Son yıllarda üretim kültürünün kaybolmaya başlaması, üretimin sadece belli bir yaşın üzerindeki kimseler tarafından yapılması (Özüdoğru vd., 2016) ve köylerden kentlere doğru artan göçler üretimin sürdürülebilirliğinde önemli sorunların yaşanacağını işaret etmektedir. Bu bakımdan özellikle kırsalda tarımsal üretimin artırılmasına yönelik alternatif üretim faaliyetlerinin önemi her geçen gün artmaktadır. Cı tescilli ürün uygulamaları bu faaliyetlerin içerisinde ele alınmaktadır. Yetiştirildikleri ya da buldukları yerlerin karakteristik özelliklerinin koruma altına alınması ürünün farklılaştırılmasını ve rekabet gücü elde etmesini sağlamaktadır. Ürünün Cı tescilli ile

tescillenmesi tanınırlığını sağlaması yanında o bölgede buluna diğer ürünlere olan talebi de olumlu olarak etkilemektedir. Bu durum, Cİ tescilli ürünlerin ekonomide bir canlılık yaratmasına sebep olmaktadır.

Üreticilerin üretimlerini sürdürülebilir yapmasındaki en önemli etken şüphesiz fiyattır. Üretici eline geçen fiyatın iyi olması yani üreticinin beklentisinin üstünde olması üretimin sürdürülebilirliğinde etkili olmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada Cİ tescilli Kelkit Kuru Fasulyesi üretiminin sürdürülebilirliğinde etkili olacak çiftçi eline geçen fiyatlar ele alınmıştır. İki üretim dönemi incelenerek fiyat karşılaştırılması yapılmıştır. Ayrıca üreticinin kuru fasulyeyi hasat ettikten sonra pazara götürmesinde etkili olabilecek satış noktasına olan uzaklık da dikkate alınmıştır. Bu çalışmanın bulgularına göre, araştırma kapsamına alınan Cİ tescilli tohum ile üretim yapan çiftçiler ile Cİ tescilli tohum kullanmayarak kuru fasulye üretimi yapan çiftçilerin eline geçen fiyatlar arasında beklenen bir fark olmadığı anlaşılmıştır. Çalışmada gerçekleştirilen analiz sonuçları, ürün kalitesi ile elde edilen ortalama satış fiyatı arasında pozitif yönde ve güçlü bir ilişki olduğunu göstermiştir. Kuru fasulye üreticilerinin yüksek kaliteli ürünlerini daha yüksek fiyattan pazara arz etmeleri olumlu bir gelişme olarak değerlendirilebilir. Diğer yandan, kuru fasulye üreticilerinin ürünlerini pazarladıkları mesafe ile elde ettikleri ortalama satış fiyatları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Normal koşullarda daha uzak mesafelerdeki pazarlarda taşıma maliyetinin yükselmesinden dolayı daha yüksek satış fiyatlarının elde edilmesi beklenirdi. Bununla beraber, elde edilen analiz sonuçları bunu doğrulamamaktadır. Bu da daha uzak mesafelerdeki pazarlara yapılan kuru fasulye satışlarında taşıma maliyetlerindeki artışı üreticilerin tam olarak yansıtmadığı ya da yansıtamadığı anlamına gelmektedir. Bu sonuçlar neticesinde kuru fasulye üreticilerinin daha yüksek fiyat elde edebilmeleri için kalite göstergesi olan yüksek derece özellikli kuru fasulyeyi pazara arz etmeleri önemli görülmektedir. Kuru fasulye üreticilerinin mekânsal farklılığı satış fiyatlarına yansıtamamaları önemli bir sorun olarak görülebilir. Bu sorunun aşılması için ürün kalitesinin özellikle de Cİ'li ürünlerde ön planla çıkartılarak buna göre bir pazar tutundurma programının yapılması önerilmektedir.


Teşekkür: Gümüşhane Üniversitesi (GÜ) Bilimsel Araştırmalar Projesi (BAP) kapsamında BAP/21.B0312.03.01 numaralı proje ile finansal desteğini sağlayan GÜ BAP koordinatörlüğüne çok teşekkür ederiz.

Bilgi: Bu araştırma, Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma Yayın Etiği Kurulu kararı, 2021/1 Etik Kurul Sayısı ile yürütülmüştür.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Nilgün DOĞAN  <http://orcid.org/0000-0002-7142-8296>

Hakan ADANACIOĞLU  <http://orcid.org/0000-0002-8439-8524>

KAYNAKLAR

- Altuntaş, B., Kurt, H. 2023. Coğrafi (Menşe) işaretli İspir Kuru Fasulyesinin üretim, pazarlama imkanlarının tespiti ve ülke ekonomisine katkısının artırılmasına yönelik öneriler. *Ahi Evran Akademi*, 4: 39-48.
- Ardana, I. 2019. Sustainability of Temanggung Coffee Farming System in the Perspective of Geographical Indications. *Jurnal Littri*, 25: 69-80.
- Arslan, İ.K. ve Furtana, T. 2021. Yükselen bir küresel değer: coğrafi işaretler ve ihracat pazarlaması açısından değerlendirilmesi. XVI. IBANESS Congress Series on Economics, Business and Management, September 11-12, Istanbul / Turkey.
- Chilla, T., Fink, B., Balling, R., Reitmeier, S., Schober, K. 2020. The EU Food Label “Protected Geographical Indication”: Economic Implications and Their Spatial Dimension, *Sustainability*, 12: 3-21.
- Deselnicu, O.C., Costanigro, M., Souza-Monteiro, D.M & McFadden, D.T. 2013. A meta-analysis of geographical indication food valuation studies: What drives the premium for origin-based labels?. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 38:204–219.
- Durand, C., Fournier, S. 2017. Can geographical indications modernize Indonesian and Vietnamese agriculture? Analyzing the role of national and local governments and producers' strategies. *World Development*, 98: 93-104.

- Everest, B., Aker, A., Çıracı, B., Uğurlu Ege, R. 2022. Çiftçilerin coğrafi işaretli ürünlere yönelik bilgi düzeyleri ile bilgilendirme isteklerinin analizi: Çanakkale ili örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9:1123-1130.
- Grashuis, J., Skevas, T. 2021. What is the benefit of membership in farm producer organizations? The case of coffee producers in Peru. *Ann Public Coop Economy*, 94: 423-443.
- Gümüşhane İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2021 yılı kurum brifingi, 05.05.2022 tarihinde <https://gumushane.tarimorman.gov.tr/> erişildi.
- Kızılaslan, N., ve Kılıç, S. 2022. Üreticilerin coğrafi işaret tescilli amasya misket elması üretim ve pazarlamasında yaşadığı sorunlar ve çözüm önerileri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 11: 183-202.
- Kızıltuğ, T., Fidan, H. 2019. Hatay ilinin portakal üretimi ve dış ticarete işletmelerin pazarlama stratejileri. *KSÜ tarım ve Doğa Dergisi*, 22: 281-293.
- Maina, F.W., Ackello-Ogutu, C., Mburu, J., Egelyng, H. 2018. Producers' perception of geographical indications as a product diversification tool for agrifood products in semi-arid regions of Kenya. *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 6:85-100.
- Maina, F.W., Mburu, J. 2016. Assessing producers' perceptions of protecting coffee and apple mangoes as geographical indications in Kenya. 5th International Conference of AAAE, 23-26 September 2016, UN Conference Centre, Addis Ababa, Ethiopia.
- Narin, M. ve İnanöz, N. 2019. Yöresel gıda ürünlerinin kırsal kalkınmaya etkisi: Savaştepe/Sarıbeyler üzerinde bir pilot çalışma. *International Journal of Social and Economic Sciences*, 6: 81–88.
- Paslı, M.M. 2021. Coğrafi işaretli gastronomi ürünleri üzerine bir araştırma: Giresun ili örneği. *Tourism and Recreation*, 3: 93-99.
- Sandıkçı, M., Kazan, İ. ve Baydeniz, E. 2022. Ege Bölgesi'nde coğrafi işaret tesciline sahip gastronomik ürünlerin tescil belgesi kullanım düzeyinin belirlenmesi. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 12: 2393-2408.
- TÜİK (2021). Aderese Dayalı Kayıt Sistemi, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?> 04.01.2021 tarihinde erişildi.

Antagonist *Clonostachys rosea* İzolatının Farklı Ph Koşullarında Miselial Kitle Gelişimi

Fatih ÖLMEZ^{1*}, Şahimerdan TÜRKÖLMEZ²

¹Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas

²GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Şanlıurfa

*Sorumlu Yazar: fatih.olmez@sivas.edu.tr

Geliş Tarihi: 05.09.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 14.10.2023 Kabul Tarihi: 01.11.2023

ÖZ

Biyopestisitler, bitki hastalık ve zararlılarıyla mücadelede, biyoloji mücadelenin en popüler unsurlarındandır. *Clonostachys rosae* birçok bitki patojeni fungusu karşı etki gösterebilen mikoparazit bir fungustur. Biyolojik mücadele ajanlarının yaygın kullanımlarının önündeki en büyük engel, belli bir standartta kitlesel olarak üretilmelerinde karşılaşılan zorluklardır. Katı besi yerlerinde geliştirme, elde edilen ürün miktarının nispeten az olması ve son kullanıma uygun ürün eldesinin zor olması gibi olumsuzluklar içermektedir. Bu çalışma kapsamında antagonist fungus *C. rosea*'nin sıvı kültürde, farklı pH koşullarındaki miselyal kitle gelişimi incelenmiştir. Patates Dekstroz Broth sıvı ortamının pH'sı 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7 ve 8'e ayarlanmış ve 121 °C'de 20 dakika sterilize edilerek 0.5 mL *C. rosea* spor süspansiyonu çeşitli pH değerlerine sahip 30 mL erlenmeyer şişelerine aşılanmıştır. Hazırlanan kültürler 25 ° C 'de 8 gün çalkalayıcı inkübatörde 50-100 rpm'de inkübe edilmiştir. Antagonist *C. rosea* izolatının miselyal gelişimi için yapılan çalışmalar sonucunda *C. rosea*'nin 1.5-3.5 pH değerleri arasında gelişim göstermediği, en iyi geliştiği ve en fazla miselyal kitle oluşturduğu optimum pH derecesinin hem yaş ve hem de kuru ağırlıkta pH 6.5 seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Elde edilen verilerin *C.rosea*'nın kitlesel üretimine katkı sunması beklenmektedir.

Anahtar kelimeler: Fungus, *Clonostachys rosea*, biyolojik mücadele, antagonist

Mycelial Mass Development of Antagonist *Clonostachys rosea* Isolate in Different pH Conditions

ABSTRACT

Biopesticides are one of the most popular elements of the fight against plant diseases and pests, biology. *Clonostachys rosae* is a mycoparasitic fungus that can act against many plant pathogenic fungi. The main obstacle to the widespread use of biological control agents is the difficulties encountered in mass production to a certain standard. Developing in solid media has disadvantages such as the relatively low amount of product obtained and the difficulty of obtaining products suitable for end use. In this study, mycelial mass growth of the antagonist fungus *C. rosea* in liquid culture at different pH conditions was investigated. The pH of the potato dextrose broth liquid medium was adjusted to 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7 and 8 and sterilized at 121 °C for 20 minutes. Then, 0.5 mL *C. rosea* spore suspension with 1×10^6 spores mL⁻¹ was added to 30 mL Erlenmeyer flasks with various pH values and incubated in a shaker incubator at 50-100 rpm for 8 days at 25 °C. As a result of the studies carried out for the mycelial growth of the antagonist *C. rosea* isolate, it was determined that the optimum pH level where it developed best and formed the most mycelial mass, has been determined as pH 6.5 for both wet and dry weight. In addition, *C. rosea* did not develop between 1.5-3.5 pH values. The data obtained are expected to contribute to the mass production of *C. rosea*.

Key words: Fungi, antagonist, *Clonostachys rosea*, mass production, biological control.

GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusunun bu yüzyılın ortalarında yaklaşık 9 milyar kişiyle zirveye ulaşacağı ve 2050 yılında yaklaşık 10 milyarı bulabileceği tahmin edilmektedir (FAO, 2023). Bu durum, sağlıklı gıdaya olan talebin her geçen gün artacağı anlamına gelmektedir. Dünyada tarıma elverişli üretim alanlarının azalması, iklim değişikliği ve bitkisel üretimi sınırlayan zararlı organizmaların olumsuz etkilerinin artması gibi riskler sürdürülebilir bitkisel üretimi tehdit etmektedir. Bu nedenle bitkisel üretimin her aşamasında önemli ekonomik kayıplara neden olan zararlı organizmaların uygun metotlarla önlenmesi çok büyük önem arz etmektedir. Verim kayıplarına neden olan hastalık ve zararlılara karşı, en sık başvurulan yöntem, uygulama kolaylığı ve kısa sürede etkili sonuçlar alınması nedeni ile kimyasal mücadeledir (Anonim, 2018; Godfray ve ark., 2010). Kimyasalların tarım alanlarında sık ve bilinçsizce kullanılması sonucu kalıntı, çevre kirliliği, yer altı sularının kirlenmesi, direnç oluşumu nedeniyle etkisizleşme gibi birçok olumsuzlukları beraberinde getirmektedir (Kotan, 2020). Bu nedenlerle tarımda çok yoğun olarak kullanılan kimyasallara alternatif yeni yöntemlerin mutlaka geliştirilmesi gerektiği ve bunun sürdürülebilir bir tarım için zorunlu olduğu kabul edilmektedir (Borkar, 2015; Kotan, 2020). Bu kapsamda Entegre Zararlı Yönetimi (Integrated Pest Management- IPM) olarak da adlandırılan ve kültürel, fiziksel, biyolojik, biyoteknik ve kimyasal mücadele yöntemlerinin eş zamanlı kullanılması yoluyla pestisit miktarını azaltmaya yönelik geliştirilen yaklaşım, tarımın sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Bir zararlı/hastalığın başka bir organizma ile mücadelesi anlamına gelen biyolojik mücadele yaklaşımı, IPM uygulamaları içinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu kapsamda hastalık etmeni mikroorganizmalar ile mücadelede, bakteri, fungus ve virüsler gibi çok farklı biyolojik gruplardan mikroorganizmalar başarı ile kullanılmaktadır (Avan ve Kotan, 2021). Bu amaçla kullanılan fungal gruplar içerisinde *Trichoderma* spp., *Clonostachys* spp., *Coniothyrium* spp., *Stachybotrys* spp. ve *Phoma* spp., cinsi funguslar bitki patojenlerine karşı biyolojik mücadelede en yaygın olarak bilinen ve kullanılanlardır (Park ve ark., 2019; Sun ve ark., 2018). Fungus aleminde Ascomycota şubesinde yer alan *Clonostachys rosea* türü (synonym: *Gliocladium roseum*) ilk olarak Bainier (1907) tarafından tanımlanmıştır. Biyolojik mücadele, biyodegradasyon, biyotransformasyon, biyolojik enerji kaynakları, fermantasyon özelliği gösteren mikoparazit bir türdür (Sun ve ark., 2020). Schroers ve ark. (1999), *G. roseum*'un morfolojisi, ekolojisi, eşeyli üreme biyolojisi ve DNA dizisi verilerinin diğer *Gliocladium* türlerinden oldukça farklı olduğunu bulmuş ve bu nedenle *G. roseum*'u *C. rosea* olarak yeniden sınıflandırmıştır. Antagonist özelliği gösteren *C. rosea*, yaşam döngüsü boyunca konidi ve klamidospore olarak iki farklı spor türü üretir. Konidi yapıları $2.9 \pm 0.3 \times 1.6 \pm 0.1 \mu\text{m}$, klamidosporeler ise $5.8 \pm 0.4 \times 5.0 \pm 0.4 \mu\text{m}$ boyutundadır (Sun ve ark., 2018). *C. rosea* kolonilerinin renkleri farklı koşullar altında değişiklik gösterdiği, koloniler daha koyu renkli bir ortamda grimsi beyazdır, ancak patates dekstroz agar ortamında daha açık sarıdan turuncuya döndüğü bildirilmiştir (Schroers ve ark., 1999). Antifungal, antibakteriyel ve antinematodidal özelliklere sahip mikoparazitik fungus *C. rosea*, bol miktarda toprak saprofitini izole edebileceğimiz çeşitli ekosistemler ve kaynaklar vardır (Badaluddin ve ark., 2018). Ayrıca bitkilerin farklı dokularında endofitik yetenek sergilediği bildirilmiştir (Wang, 2012). İzolatlar sıklıkla toprak olmakla birlikte arpa, soğan, çilek, gül ve kakao gibi farklı bitki türlerinin kök, yaprak ve çiçek kısımlarından izole edilmiştir (Muvea ve ark., 2014; Sun, Sun ve Li, 2015a, 2015b). Bu tür *Alternaria dauci*, *A. radicina*, *Botrytis cinerea*, *B. aclada*, *Bipolaris sorokiniana*, *Drechslera teres*, *Fusarium graminearum*, *F. verticillioides*, *F. crookwellense*, *F. culmorum*, *Helminthosporium solani*, *Moniliophthora roreri*, *Phytophthora palmivora*, *Rhizoctonia solani*, *Rhynchosporium commune* ve *Sclerotinia sclerotiorum* gibi birçok patojene karşı biyolojik mücadele etmeni olarak kullanıldığı rapor edilmiştir (Çevik ve ark., 2022; Jensen ve ark., 2004; Jensen, Cusini ve Gomberg, 2016; Kosawang ve ark., 2014; Krauss ve Soberanis, 2001; Lysøe, Dees ve Brurberg, 2017; Samsudin ve ark., 2017; Schöneberg ve ark., 2015; Sun, Sun ve Li, 2015a, 2015b; Yohalem ve ark., 2004). Ayrıca *C. rosea*, *Bursaphelenchus xylophilus*, *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus*, *Heterodera* ve *Helicotylenchus* cinsi nematodlara; *Oncometopia tucumana*, *Myzus persicae*, *Rhopalosiphum padi*, *Thrips tabaci* ve *Varroa destructor* gibi zararlı böceklerle karşı biyo pestisit etkisi göstermektedir (Hamiduzzaman ve ark., 2012; Muvea ve ark., 2014; Rodriguez ve ark., 2015). Farklı *C. rosea* izolatlarının, biyolojik mücadele amacıyla, biyofungusit olarak ruhsatlandırıldığı bildirilmiştir (Pasqualetti ve ark., 2019; Rodriguez-Martínez ve ark., 2018; Rybczyńska-Tkaczyk ve Kornięwicz-Kowalska, 2018). Bir biyolojik mücadele etmeni olarak *C. rosea*'nın kullandığı temel mekanizmalar: hücre duvarı parçalayıcı enzimlerin (Cell Wall Degrading Enzymes CWDE) salınması, antibiyotikler ve toksinler dahil olmak üzere bazı sekonder metabolitlerin üretilmesi ve bitki savunma mekanizmalarının tetiklenmesidir (Chatterton ve Punja, 2009; Fatema ve ark., 2018). *Clonostachys rosae* endofitik özelliği nedeniyle patojenlerin dokuya giriş yaptığı noktalara yakın yerlerde bulunduğu bildirilmektedir (Saraiva ve ark., 2015). Bazı durumlarda uyarılmış bitki savunma (Induced Systemic Resistance-ISR) tepkilere neden olur (Kamou ve ark., 2020; Wang ve ark., 2019) ve uyarılmış sistemik direncini arttırmaktadır (Lahoz ve ark., 2004).

Yapılan çalışmalar *C. rosea*'nın hastalık, böcek, nematod gibi çok farklı bitki patojeni unsurlar üzerindeki etkileri nedeniyle, entegre mücadele programlarında etkin bir biyolojik mücadele ajanı olarak kullanım potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak biyolojik mücadele etmenlerinin geniş alanlarda kullanımının önündeki en büyük engel, belli bir standartta kitlesel üretimlerinin zorluğudur. Bu nedenle, *C. rosea*'nın kitlesel üretimine temel teşkil edecek parametrelerin ortaya konulması büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada antagonist, mikoparazit *C. rosea* izolatının, sıvı besi yerinde farklı pH koşullarında miselial kitle gelişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Bu çalışmanın materyalini Şanlıurfa Bozova İlçesinde Antep fıstığı (*Pistacia vera*) konukçusundan elde edilen *C. rosea* (CR9063) fungal izolatu ve Patates Dekstroz Agar (Himedia, Hindistan) ve Patates Dekstroz Broth (PDB) besi yeri (Himedia, Hindistan), sterilizasyon için kullanılan otoklav, spor sayımında kullanılan hemositometre, soğutmalı çalkalayıcı inkübatör, etüv, pH metre, çeşitli cam malzemeler, petri kapları, pH ayarlanmasında kullanılan hidroklorik asit ve sodyum hidroksit gibi kimyasallar ile diğer laboratuvar alet ve ekipmanlar oluşturmuştur.

Metot

İnokulum Üretimi

Bu amaçla -20 °C'de, eğik agar'da/viallerde muhafaza edilen *C. rosea* stok kültüründen steril koşullarda alınan agar parçası, spor üretimi için PDA besi ortamı içeren 9 cm'lik petrilere transfer edilmiştir. Hazırlanan kültür ortamları, 6 gün boyunca 25 °C'de 8 saat karanlık 16 saat aydınlık ortam koşullarında inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra petrilere, steril fırça yardımıyla sporların steril saf suya geçmesi sağlanmış ve elde edilen süspansiyon miselial parçaların elimine edilmesi için üç katlı steril tülbent kullanılarak süzümüştür. Spor konsantrasyonu bir hemositometre ile belirlendikten sonra final konsantrasyon steril saf su ile 10^7 mL⁻¹e ayarlanmıştır.

Farklı pH koşullarında Antagonist *Clonostachys rosea* izolatının miselial kitle gelişiminin belirlenmesi

Çalışma kapsamında öncelikle *C. rosea*'nın sporülasyonunu Patates Dekstroz Broth sıvı ortamının pH'sı, hidroklorik asit ve sodyum hidroksit ile tam olarak 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7 ve 8'e ayarlanmış ve 121 °C'de 20 dakika sterilize edilmiştir. Daha sonra, bir önceki aşamada hazırlanan, 10^7 mL⁻¹ yoğunluktaki spor süspansiyonundan alınan 0.5 mL *C. rosea* spor süspansiyonu, çeşitli pH değerlerine sahip 30 mL PDB içeren erlenmayer şişelerine aşılanmıştır. Ardından, 25 °C 'de 8 gün boyunca, çalkalayıcı inkübatörde 50-100 rpm'de inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda, gelişen misellerin hasadı yapılmıştır. Bu amaçla, tülbent yardımı ile besi yerleri süzümüştür, elde edilen miseller steril kurutma kağıtlarına alınarak yaş ağırlıklarının tespiti için hassas terazide tartılmıştır. Tartım işlemi yapılan tüm örnekler, 65 °C 'de 48 saat süre ile etüvde kurutulmuştur. Ardından tüm örnekler için kuru ağırlık ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Denemeler, çalışılan her bir karakter için 5 tekerrürlü olarak, tesadüf blokları deneme desenine göre planlanarak uygulanmıştır.

İstatistik Analizi

In vitro çalışmalarında elde edilen farklı pH koşullarındaki yaş ve kuru ağırlık verilerinin varyans analizi (One-way ANOVA) SPSS v 21 paket programı yardımı ile yapılmış ve uygulamalar arasındaki farklılıkları ortaya koyabilmek amacıyla "Tukey Test" çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma kapsamında, *C. rosea* izolatının, farklı pH seviyelerine ayarlanmış PDB besi yerinde, miselial kitle gelişimi incelenmiştir. Yapılan hassas ölçümlerle denemede kullanılan parametrelere göre fungusun misel gelişim değerleri ortaya konulmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı pH koşullarında *C. rosae* izolatının misel gelişim ağırlığı (gram)

pH	Uygulama	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	4. Tekerrür	5. Tekerrür
1.5	Yaş Ağırlık	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.
	Kuru Ağırlık	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.
2.0	Yaş Ağırlık	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.
	Kuru Ağırlık	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.
2.5	Yaş Ağırlık	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.
	Kuru Ağırlık	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.
3.0	Yaş Ağırlık	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.
	Kuru Ağırlık	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.
3.5	Yaş Ağırlık	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.
	Kuru Ağırlık	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.	g.y.
4.0	Yaş Ağırlık	3,95	3,90	3,93	3,79	3,86
	Kuru Ağırlık	0,80	0,76	0,70	0,67	0,71
5.5	Yaş Ağırlık	3,94	3,68	3,25	3,37	3,44
	Kuru Ağırlık	1,60	1,65	1,68	1,49	1,58
6.5	Yaş Ağırlık	4,83	4,91	4,85	4,94	4,87
	Kuru Ağırlık	1,25	1,29	1,34	1,4	1,19
7.0	Yaş Ağırlık	5,07	5,1	4,92	4,86	5,02
	Kuru Ağırlık	2,5	2,6	2,57	2,63	2,61
8.0	Yaş Ağırlık	5,29	5,32	5,35	5,2	5,2
	Kuru Ağırlık	2,1	1,9	2,07	2,03	2,04

g.y= gelişim yok

Elde edilen verilere SPSS programı yardımı ile ANOVA analizleri yapılmış ve uygulamalar arasında fark olup olmadığı istatistiki olarak test edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 2 ve 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. Farklı pH'larda *C. rosea* izolatının kuru ve yaş ağırlıklarının varyans analizi*

VK	D	S	Yaş Ağırlık KO	F	Kuru Ağırlık KO	F
pH Koşulları		8	29.7264	2766.	5.0089	1960.
Hata	6	3	0.0107	39*	9	89*
Genel Toplam	4	4	-	-	-	-

* $P < 0.01$ düzeyinde önemli; VK: Varyasyon Kaynakları; SD: Serbestlik Derecesi; KO: Kareler Ortalaması; F: F Değeri

Çizelge 3. Farklı pH'larda *C. rosea* izolatının kuru ve yaş ağırlıkları*

pH Koşulları	Yaş Ağırlık Ortalama \pm Sd(g)	Kuru Ağırlık Ortalama \pm Sd(g)
1.5	0.00 \pm 0.00d	0.00 \pm 0.00d
2	0.00 \pm 0.00d	0.00 \pm 0.00d
2.5	0.00 \pm 0.00d	0.00 \pm 0.00d
3.5	0.00 \pm 0.00d	0.00 \pm 0.00d
4	3.34 \pm 0.05c	0.71 \pm 0.07c
5.5	3.75 \pm 0.21b	0.93 \pm 0.13c
6.5	4.99 \pm 0.14a	2.47 \pm 0.19a
7	5.05 \pm 0.05a	2.29 \pm 0.24ab
8	5.04 \pm 0.17a	2.08 \pm 0.08b

*Aynı sütundaki ortalamaları takip eden harfler, ortalamaların istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğunu gösterir (Anova $p < 0.01$, Tukey test)

Çizelge 3 incelendiğinde, fungusun hayatta kalabilmesi için pH 4 seviyelerinin kritik olduğu anlaşılmaktadır. Fungus sadece 4 ve üzeri pH derecelerinde gelişebilmiştir. Fungusun en iyi geliştiği ve en fazla

miselyal kitle oluşturduğu optimum pH derecesinin, yaş ağırlıkta “a” grubunda yer aldığı 6.5, 7 ve 8 pH seviyesi olduğu ortaya konulmuştur. Kuru ağırlıkta ise en iyi değeri “a” grubunda pH 6.5 değeri vermiş ve bunu sırasıyla “b” grubu pH 8 ve “ab” grubu 7 takip etmiştir. Kuru ve yaş ağırlıkta ise en iyi misel gelişim pH değeri 6.5’dir. Antagonist *C. rosea* izolatının en iyi miselyal kitle gelişimi pH 6.5, bitkinin besin elementinin topraktan alınımının ve kök gelişiminin en iyi olduğu (Ferrarezi ve ark., 2022) pH 6.0-6.5 arasında yer almaktadır. de Andrade Carvalho ve ark. (2018), *C. rosea*’nın seri üretimini optimize etmiş ve konidia, kurutulmuş biyokütle ve koloni oluşturan birimin veriminin sırasıyla maksimum 1.78×10^7 konidi ml^{-1} , 0.558g ve 5.15×10^6 Colony-forming unit/CFU’ya ulaşabileceğini bildirmiştir. *Clonostachys rosae* konidial gelişimi için sıcaklık, pH, fotoperiyot, karbon:azot oranı ve su aktivitesinin inokulum üretimi üzerindeki etkileri değerlendirdiklerinde pH ve fotoperiyot konidial üretime önemli bir katkıda bulunan faktör olmuşturlar. *Clonostachys rosae*’nın sıvı fermentasyon işleminde Tezgah üstü biyolojik reaktör (New Brunswick™ BioFlo/CelliGen® 115, Eppendorf®, New Brunswick, NY, United States) ve M3 ortamı (50:1 C:N (Karbon:Azot oranı), 36 g karbon/L, pH 6,0, inokulum yoğunluğu 5×10^6 spor/mL, %9.1 (a/h) dekstroz monohidrat ve %0.84 (a/h) soya fasulyesi küspesi kullanılarak konidial gelişim performansı test edilmiştir (Mascarin ve ark., 2022). *Clonostachys rosae*’nın konidial gelişim düzeyi, bizim çalışmamızda en iyi gelişme etkinliği gösteren pH 6.5 ‘a yakın bir değer olan, pH 6.0 olarak belirlenmiştir. Sun ve ark. (2014), fermantasyon sırasında ortam bileşiminin ve yetiştirme koşullarının *C. rosea*’nın konidi ve klamidospore verimi üzerindeki etkisini incelemiştir. Sıvı içinde hazırlanan tohum kültürü fermantasyon ortamına aktararak ardından besi yerine bakır sülfat (CuSO_4) iyonlarının eklenmesiyle *C. rosea*’daki klamidospore oranını artırılabilirliğini bildirmiştir. Araştırmacı, geleneksel koşullar altında klamidospore üretmesi zor olan *C. rosea* 67-1 izolatının, patates dekstroz ve pirinç unu besi yerlerindeki, dayanıklı spor yapılarının oluşum oranının, 8 günlük inkübasyonun ardından, sırasıyla %17.4 ve %15.5 oranında arttığını ifade etmiştir. Ortam pH’sının 67-1 sporülasyonunda hayati bir rol oynadığını belirlemiştir. Araştırmacılar, ortamdaki klamidosporelerin yüzdesinin, artan pH ile hızla azaldığını (pH 3.0’da %88.1 ile pH 6.5’te %1.0) bildirmişlerdir. Konidi üretimi için optimum pH’yı 6.0-6.5 olarak belirlerken ve bu değerde *C. rosea* 67-1 izolatının klamidospore oluşumunun güçlü bir şekilde engellendiğini bildirilmişlerdir. *C. rosea* izolatının miselyal kitle gelişiminin belirlenmesinde konidi üretimi için optimum pH 6.0-6.5 bu çalışma ile aynı sonucu desteklemektedir. Pasqualetti ve ark. (2019), bir deniz sularından elde ettikleri *C. rosea*’nın IG119 izolatının, farklı pH (3-12 arası) ve tuzluluk (%0-40) kombinasyonlarında büyüme ve kitinolitik enzim aktivitesini araştırmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarında pH 6.4 ve 0% tuzlulukta maksimum enzim aktivitesi (411.137 IU/L) tespit etmiş; ancak farklı pH aralığında (pH 4.5-8.5) da oldukça yüksek üretim (>390 IU/L) gerçekleştiğini ifade etmişlerdir. Pasqualetti ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, deniz suyu kökenli *C. rosea* izolatının, genel olarak pH 8 seviyesinde optimum gelişme gösterdiği, bizim çalışmamızda kullanılan toprak kökenli *C. rosea* izolatının da pH 6.5’ te en iyi gelişim değerine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumun izolatların doğal yaşam alanlarına adaptasyondan kaynaklandığı düşünülebilir. Nitekim Pasqualetti ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada kullanılan izolatın tuzlu deniz suyunda yaşamaya adapte olmuş olması, pH 8 seviyelerinde optimum gelişme göstermesini açıklayabilir. Bir biyolojik mücadele ajanı olarak *C. rosea*’nın hastalık etmenlerine karşı geniş ölçekte kullanımının önündeki en büyük engel, fungusun yeterli miktarda kitlesel üretimidir. Bu çalışma kapsamında farklı pH koşullarında, sıvı besi yerinde, topraktan izole edilen bir *C. rosea* izolatının miselyal kitle üretme potansiyeli araştırılmıştır. Çalışma sonunda optimum pH olarak belirlenen pH 6.5 seviyelerinin, bitkilerin yetiştirilmesi ve besin elementlerini sorunsuz olarak, maksimum düzeyde alabildikleri toprak pH seviyesi olduğu bilinmektedir (Ferrarezi ve ark., 2022). *Clonostachys rosea* gibi biyo-pestisit veya biyo-fertilizer biyolojik gübre! olarak kullanılabilir antogonist mikroorganizmaların büyük ölçekli üretimlerinin yapılabilmesi ve ticarileştirilebilmesi için fungusun gelişiminde farklı sıcaklık, pH, su aktivitesi seviyeleri, uygun dolgu maddesi vb. etkenlerin etkilerinin belirlenmesi çalışmalarının tamamlanması gerekmektedir. PH’dan sonra diğer gelişim faktörleriyle birlikte denemeler yapılarak optimal gelişim koşullarının belirlenmesine yönelik çalışmaların fungal kitle üretimine önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak, antagonist *C. rosea* izolatının miselyal gelişimi için yapılan çalışmada *C. rosea*’nın 1,5-3,5 pH değerleri arasında gelişim göstermediği, en iyi geliştiği ve en fazla miselyal kitle oluşturduğu optimum pH derecesinin hem yaş ve hem de kuru ağırlıkta pH 6.5 seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Elde edilen verilerin *C. rosea*’nın kitlesel üretimine katkı sunması beklenmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Fatih ÖLMEZ  <http://orcid.org/0000-0001-7016-2708>

Şahimerdan TÜRKÖLMEZ  <http://orcid.org/0000-0001-8775-5470>


KAYNAKLAR

- Anonim. 2018. *Kimyasal Mücadele. Tarım ve Orman Bakanlığı.*
- Avan, M. ve Kotan, R. 2021. Fungusların mikrobiyal gübre veya biyopestisit olarak tarımda kullanılması. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 3: 167-191.
- Badaluddin, N. A., Jamaluddin, S. N. T., Ihsam, N. S., Sajili, M. H., Khalit, S. I. ve Mohamed, N. A. 2018. Molecular identification of isolated fungi from Kelantan and Terengganu using internal transcriber spacer (ITS) region. *Journal of Agrobiotechnology*, 9: 222-231.
- Bainier, G. 1907. Mycothèque de l'école de Pharmacie. XI. Paecilomyces, genre nouveau de Mucédinées. *Bulletin Trimestrielle de la Societe de Mycologie Française*, 23: 26-27.
- Borkar, S.G., 2015, *Microbes as Biofertilizers and Their Production Technology*, Woodhead Publishing India Pvt. Ltd., 218p.
- Çevik, R., Demir, S., Türkölmez, Ş. ve Boyno, G. 2022. The effect of *Clonostachys rosea* (sch.) schroers and samuels against verticillium wilt (*Verticillium dahliae* Kleb.) and early blight [*Alternaria solani* (Ell. and G. Martin) Sor.] diseases in tomato plants. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 32: 372-382.
- Chatterton, S. ve Punja, Z. K. 2009. Chitinase and β -1, 3-glucanase enzyme production by the mycoparasite *Clonostachys rosea* f. *catenulata* against fungal plant pathogens. *Canadian journal of microbiology*, 55: 356-367.
- de Andrade Carvalho, A. L., de Rezende, L. C., Costa, L. B., de Almeida Halfeld-Vieira, B., Pinto, Z. V., Morandi, M. A. B., de Medeiros, F. H. V. ve Bettiol, W. 2018. Optimizing the mass production of *Clonostachys rosea* by liquid-state fermentation. *Biological control*, 118: 16-25.
- Food and Agriculture Organization of the United States (FAO), www.faostat.org (Erişim tarihi: 04.10.2023).
- Fatema, U., Broberg, A., Jensen, D. F., Karlsson, M. ve Dubey, M. 2018. Functional analysis of polyketide synthase genes in the biocontrol fungus *Clonostachys rosea*. *Scientific Reports*, 8: 15009.
- Ferrarezi, R. S., Lin, X., Gonzalez Neira, A. C., Tabay Zambon, F., Hu, H., Wang, X., Huang, J.-H. ve Fan, G. 2022. Substrate pH influences the nutrient absorption and rhizosphere microbiome of Huanglongbing-affected grapefruit plants. *Frontiers in Plant Science*, 13: 856937.
- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M. ve Toulmin, C. 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *science*, 327: 812-818.
- Hamiduzzaman, M. M., Sinia, A., Guzman-Novoa, E. ve Goodwin, P. H. 2012. Entomopathogenic fungi as potential biocontrol agents of the ecto-parasitic mite, *Varroa destructor*, and their effect on the immune response of honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of invertebrate pathology*, 111: 237-243.
- Jensen, B., Knudsen, I. M., Madsen, M. ve Jensen, D. F. 2004. Biopriming of infected carrot seed with an antagonist, *Clonostachys rosea*, selected for control of seedborne *Alternaria* spp. *Phytopathology*, 94: 551-560.
- Jensen, J., Cusini, M. ve Gomberg, M. 2016. European guideline on *Mycoplasma genitalium* infections. In European guideline on *Mycoplasma genitalium* infections.
- Kamou, N. N., Cazorla, F., Kandylas, G. ve Lagopodi, A. L. 2020. Induction of defense-related genes in tomato plants after treatments with the biocontrol agents *Pseudomonas chlororaphis* ToZa7 and *Clonostachys rosea* IK726. *Archives of microbiology*, 202: 257-267.
- Kosawang, C., Karlsson, M., Véléz, H., Rasmussen, P. H., Collinge, D. B., Jensen, B. ve Jensen, D. F. 2014. Zearalenone detoxification by zearalenone hydrolase is important for the antagonistic ability of *Clonostachys rosea* against mycotoxigenic *Fusarium graminearum*. *Fungal Biology*, 118: 364-373.
- Kotan, R., 2020. *Tarımda Biyolojik Çözümler*. Harman Yayıncılık, İstanbul, ISBN: 978-605-68060-4-9. Haziran 2020. s.158.

- Krauss, U. ve Soberanis, W. 2001. Biocontrol of cocoa pod diseases with mycoparasite mixtures. *Biological control*, 22: 149-158.
- Lahoz, E., Contillo, R. ve Porrone, F. 2004. Induction of systemic resistance to *Erysiphe orontii* cast in tobacco by application on roots of an isolate of *Gliocladium roseum* Bainier. *Journal of Phytopathology*, 152: 465-470.
- Lysøe, E., Dees, M. W. ve Brurberg, M. B. 2017. A three-way transcriptomic interaction study of a biocontrol agent (*Clonostachys rosea*), a fungal pathogen (*Helminthosporium solani*), and a potato host (*Solanum tuberosum*). *Molecular plant-microbe interactions*, 30: 646-655.
- Mascarin, G. M., da Silva A. V. R., da Silva, T. P., Kobori, N. N., Morandi, M. A. B ve Bettioli, W. (2022). *Clonostachys rosea*: Production by Submerged Culture and Bioactivity Against *Sclerotinia sclerotiorum* and *Bemisia tabaci*. *Front. Microbiol.*, 13:851000. doi: 10.3389/fmicb.2022.851000
- Muvea, A. M., Meyhöfer, R., Subramanian, S., Poehling, H.-M., Ekesi, S. ve Maniania, N. K. 2014. Colonization of onions by endophytic fungi and their impacts on the biology of *Thrips tabaci*. *PLoS one*, 9: e108242.
- Park, Y.-H., Mishra, R. C., Yoon, S., Kim, H., Park, C., Seo, S.-T. ve Bae, H. 2019. Endophytic *Trichoderma citrinoviride* isolated from mountain-cultivated ginseng (*Panax ginseng*) has great potential as a biocontrol agent against ginseng pathogens. *Journal of Ginseng Research*, 43: 408-420.
- Pasqualetti, M., Barghini, P., Giovannini, V. ve Fenice, M. 2019. High production of chitinolytic activity in halophilic conditions by a new marine strain of *Clonostachys rosea*. *Molecules*, 24: 1880.
- Rodríguez, M. A., Rothen, C., Lo, T. E., Cabrera, G. M. ve Godeas, A. M. 2015. Suppressive soil against *Sclerotinia sclerotiorum* as a source of potential biocontrol agents: selection and evaluation of *Clonostachys rosea* BAFC1646. *Biocontrol science and technology*, 25: 1388-1409.
- Rodríguez-Martínez, R., Mendoza-de-Gives, P., Aguilar-Marcelino, L., López-Arellano, M. E., Gamboa-Angulo, M., Hanako Rosas-Saito, G., Reyes-Estébanez, M. ve Guadalupe García-Rubio, V. 2018. In vitro lethal activity of the nematophagous fungus *Clonostachys rosea* (Ascomycota: Hypocreales) against nematodes of five different taxa. *BioMed Research International*, 2018.
- Rybczyńska-Tkaczyk, K. ve Kornikiewicz-Kowalska, T. 2018. Activities of Versatile Peroxidase in Cultures of *Clonostachys rosea* f. *catenulata* and *Clonostachys rosea* f. *rosea* during Biotransformation of Alkali Lignin. *Journal of AOAC International*, 101: 1415-1421.
- Samsudin, N. I. P., Rodríguez, A., Medina, A. ve Magan, N. 2017. Efficacy of fungal and bacterial antagonists for controlling growth, FUM1 gene expression and fumonisin B1 production by *Fusarium verticillioides* on maize cobs of different ripening stages. *International journal of food microbiology*, 246: 72-79.
- Saraiva, R. M., Czymmek, K. J., Borges, Á. V., Caires, N. P. ve Maffia, L. A. 2015. Confocal microscopy study to understand *Clonostachys rosea* and *Botrytis cinerea* interactions in tomato plants. *Biocontrol science and technology*, 25: 56-71.
- Schöneberg, T., Liebscher, I., Luo, R., Monk, K. R. ve Piao, X. 2015. Tethered agonists: a new mechanism underlying adhesion G protein-coupled receptor activation. *Journal of Receptors and Signal Transduction*, 35: 220-223.
- Schroers, H.-J., Samuels, G. J., Seifert, K. A. ve Gams, W. 1999. Classification of the mycoparasite *Gliocladium roseum* in *Clonostachys* as *C. rosea*, its relationship to *Bionectria ochroleuca*, and notes on other *Gliocladium*-like fungi. *Mycologia*, 91: 365-385.
- Sun, M., Chen, Y., Liu, J., Li, S. ve Ma, G. 2014. Effects of culture conditions on spore types of *Clonostachys rosea* 67-1 in submerged fermentation. *Letters in applied microbiology*, 58: 318-324.
- Sun, Z.-B., Li, S.-D., Ren, Q., Xu, J.-L., Lu, X. ve Sun, M.-H. 2020. Biology and applications of *Clonostachys rosea*. *Journal of applied microbiology*, 129: 486-495.
- Sun, Z.-B., Sun, M.-H. ve Li, S.-D. 2015a. Draft genome sequence of mycoparasite *Clonostachys rosea* strain 67-1. *Genome Announcements*, 3: 10.1128/genomea.00546-00515.
- Sun, Z.-B., Sun, M.-H. ve Li, S.-D. 2015b. Identification of mycoparasitism-related genes in *Clonostachys rosea* 67-1 active against *Sclerotinia sclerotiorum*. *Scientific Reports*, 5: 18169.
- Sun, Z. B., Zhang, J., Sun, M. H. ve Li, S. D. 2018. Identification of genes related to chlamyospore formation in *Clonostachys rosea* 67-1. *MicrobiologyOpen*, 8: e00624.
- Wang, J. 2012. The effect of combining two biological control microbes on seed and root colonization.
- Wang, Q., Chen, X., Chai, X., Xue, D., Zheng, W., Shi, Y. ve Wang, A. 2019. The involvement of jasmonic acid, ethylene, and salicylic acid in the signaling pathway of *Clonostachys rosea*-induced resistance to gray mold disease in tomato. *Phytopathology*, 109: 1102-1114.

Yohalem, D. S., Nielsen, K., Green, H. ve Funck Jensen, D. 2004. Biocontrol agents efficiently inhibit sporulation of *Botrytis aclada* on necrotic leaf tips but spread to adjacent living tissue is not prevented. *FEMS microbiology ecology*, 47: 297-303.

Alkol Tüketme Alışkanlığının Altında Yatan Faktörlerin Belirlenmesi

Mehmet Selim YILDIZ¹ , Faruk URAK^{*2} , Abdulkaki BİLGİC³ 

¹Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum

²Türkiye Radyo Televizyon Kurumu (TRT), Erzurum Müdürlüğü, Erzurum

³Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Bilecik

*Corresponding Author: farukurak.trt@gmail.com

Geliş Tarihi: 30.10.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 04.12.2023 Kabul Tarihi: 04.12.2023

ÖZ

Çalışmada, ailelerin veya bireylerin sosyo-demografik ve ekonomik faktörleri ile alkol tüketim olasılığı arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla panel rastgele-etki sıralı probit modeli kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Analizde Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından oluşturulan 2019 yılına ait Türkiye Sağlık Araştırması (TSA) anket verileri kullanılmıştır. Çalışma sonuçları, aile bireylerinin veya ailenin sosyo-demografik ve ekonomik faktörlerinin belirli kademedeki alkol tüketim olasılıkları ile önemli istatistiksel bir ilişkinin varlığı söz konusudur. Araştırmada erkeklerin kadınlara, çalışanların çalışmayanlara, örgün eğitim almış bireylerin almamışlara, bireysel sağlık sigortası olanların olmayanlara, spor yapanların yapmayanlara, depresyonlu olanların olmayanlara, sigara içenlerin içmeyenlere ve orta ile yüksek gelirli olanların düşük gelirli olanlara göre alkol tüketim olasılıklarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, kilolu olmak, çocuk sahibi olmak, meyve alımı ve kalabalık bir hane halkına sahip olmak ile alkol tüketme olasılıkları arasında negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Özellikle lise ve üniversite düzeyinde eğitim almış bireylerin alkol tüketme olasılıklarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Alkol tüketen bireylerin sigara içme ve depresyona girme riskleri daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Alkol, depresyon, kohort, obezite, panel rastgele etkili sıralı probit modeli, sigara

Identifying the Underlying Factors of Alcohol Consumption Habit

ABSTRACT

The analysis employed a panel random-effects ordered probit model to investigate the relationship between socio-demographic and economic factors of individuals and the probabilities of alcohol consumption. The study utilized data from the 2019 Turkey Health Survey (TSA) conducted by the Turkish Statistical Institute (TÜİK). The findings of the study reveal a significant statistical association between the socio-demographic and economic factors of family members or the family itself and the likelihoods of alcohol consumption at specific levels. The research identified that, in comparison to females, males had a higher likelihood of alcohol consumption, as did employed individuals compared to the unemployed, those with formal education in contrast to those without, individuals with private health insurance as opposed to those without, those engaged in physical exercise compared to those who were not, those with depression in contrast to those without, smokers compared to non-smokers, and individuals with medium to high incomes in comparison to those with lower incomes. Furthermore, a negative relationship was observed between alcohol consumption likelihoods and factors such as being overweight, having children, fruit consumption, and having a large household. Notably, individuals with a high school or university education level exhibited higher likelihoods of alcohol consumption. Those who consumed alcohol were found to have a higher risk of smoking and experiencing depression.

Key words: Alcohol, cohort, depression, obesity, panel random effect ordered probit model, smoking

GİRİŞ

Alkol tüketimi, kanser başta olmak üzere çeşitli hastalıklar ve yaralanmalarla sıkı bir bağlantı taşırken, aynı zamanda küresel hastalık yükünün önde gelen bir risk faktörü olarak kabul edilir (Murray vd., 2020; Aysel ve Aygin, 2021). Alkollü içeceklerin tüketimi üst solunum-sindirim sistemi kanserleri (ağız boşluğu, farenks, gırtlak ve yemek borusu), kolon, rektum, karaciğer ve kadın meme kanserleri ile nedensel olarak bağlantılıdır (IARC, 2012). Bu kanserlerle birlikte, 2020 yılında dünya genelinde 6.3 milyon vakaya ve 3.3 milyon ölüm ile ilişkilendirildi (Rumgay vd., 2021). Küresel olarak alkole bağlı ölümlerin yaklaşık dörtte üçü 70 yaşından küçük ve %28'i ise 50 yaşından genç kişilerden oluşmaktadır (Our World in Data, 2019). Daha da önemlisi son araştırmalar alkol tüketimine bağlı nedenlerden kaynaklı ölümlerin ve kardiyovasküler hastalıkların bir tetikleyicisi olmasıdır (Our World in Data, 2019). Alkol tüketimi, bireyin kendi sağlığını olumsuz etkilemenin ötesinde, başkalarına kasıtsız veya kasıtlı zarar verme, bakım sorumluluklarını ihmal etme ve hatta Fetal Alkol Spektrum Bozukluğu (FASB) gibi yollarla başkalarına da olumsuz etkileri olabilmektedir (WHO, 2014). Alkol tüketimiyle ilişkili ekonomik maliyetler önemli düzeyde olup ve gayri safi yurtiçi hasılanın %1.3-%3.3'ü olduğu tahmin edilmektedir (WHO, 2014). Buna alkolle ilişkili sağlık sorunlarına harcanan 40-105 milyar dolar, suç ve şiddet için 30-85 milyar dolar ve işsizlik için yaklaşık 0-80 milyar dolar dahildir (Baumberg, 2006). Günlük 1 ila 1.5 litre alkol tüketiminin yol açtığı sağlık sorunları ve yaralanmalar, her yıl toplam sağlık harcamalarının yaklaşık %2.4'ünü temsil eden tıbbi maliyetlere neden olmaktadır. Bu oran, bazı ülkelerde daha da yüksek olabilmektedir (OECD, 2021). Türkiye'de alkol tüketimine ödenen bedel ise yıllık 15.3 milyar ₺ iken (Varol, 2011), bu rakamın dışında maddi hasar, tedavi masrafları, iş gücü kaybı gibi görünen giderlerin dışında görünmeyen (örtük) giderler yaklaşık 31 milyar ₺'dir (Varol, 2011). Aşırı alkol tüketimi ile ekonomik ilişki, daha az istihdam fırsatları, artan cezai yükümlülükler ve düşük üretkenlik gibi ekonomik sorunların ortaya çıkmasına yol açan sıkı bir bağlantı içermektedir. Bu durum, yüksek düzeyde alkol tüketiminin ekonomik sonuçlarına yönelik yapılan araştırmalarda belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır (Devaux ve Sassi, 2015). Türkiye'de kişi başına yıllık ortalama alkol tüketim miktarı 2.4 litre olarak rapor edilirken, aynı dönemdeki OECD ülkeleri arasında bu değer 9.8 litre olarak tespit edilmiştir (Sayılı vd., 2017). Alkol tüketiminin sağlık üzerindeki olumsuz etkileri, yapılan kapsamlı bilimsel araştırmalar sonucunda açıkça belirlenmiş ve bu etkilerin geniş bir yelpazede yaygın olduğu görülmüştür (Carvalho vd., 2019; Aysel ve Aygin, 2021). Dünya genelindeki çeşitli bölgelerde alkol tüketimindeki artışın, en azından 2030 yılına kadar devam etmesi öngörüldüğünden, alkolle bağlı önlenebilir kanser yükünün azaltılması için hemen adım atılması kritik bir gereklilik haline gelmiştir (Rumgay vd., 2021). Alkol tüketimi, bireylerin sağlığını tehdit etmekle kalmayıp, aynı zamanda bu alkol tüketiminden kaynaklanan sağlık sorunlarının çözümü için ayrılan kaynakların alternatif maliyetleri de hesaba katıldığında, alkol tüketiminin toplumlar açısından potansiyel olarak yarattığı toplam zararın büyüklüğü daha anlaşılabilir hale gelmektedir (Jyani vd., 2019). Akademik alandaki kapsamlı incelemeler, alkol tüketiminin insan sağlığı üzerinde sadece önemli bir etki yaratmakla kalmayıp, aynı zamanda toplumsal kayıpların ve refahın azalmasının yanı sıra ulusal ekonomilere büyük maliyetler getirdiği noktasında açık bir görüş birliği olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, hanelerin veya bireylerin sahip olduğu sosyo-demografik ve ekonomik faktörlerin, alkol tüketim olasılığı üzerindeki birim (marjinal) etkilerinin hesaplanması son derece kritik bir öneme sahiptir. Literatürdeki araştırmaların büyük bir bölümü (Bilgic ve Yen, 2015; Aksoy vd., 2019), hanelerin genel karakteristik özelliklerinin hanelerin aylık alkol ve sigara tüketim harcamaları üzerindeki etkilerini belirlemişler. Fakat bireylerin alkol tüketim olasılıkları ile bireylerin sahip olduğu karakteristik özelliklerin istatistiksel ilişkilendirilmesi maalesef göz ardı edilmiştir. Aynı zamanda hane içi birey kaynaklı heterojenlik durumu ihmal edilmiştir. Bu çalışma, bireylerin alkol tüketim olasılıklarını, sosyo-demografik ve ekonomik faktörlerle olan karmaşık etkileşimlerini anlamak amacıyla, aile içi bireyler arasındaki çeşitliliği (heterojenlik) kontrol altında tutarak panel verileri üzerinde Rasgele-Etki Sıralı Probit (RESP) modelini uygulayarak bu alandaki bilgi eksikliğini aydınlatmayı hedeflemiştir. Bu yaklaşım, alkol tüketim olasılıklarının karmaşıklığını ve hane içindeki farklılıkları daha ayrıntılı bir şekilde anlama amacı taşımaktadır.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışma, 2019 yılında Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yürütülen Ulusal Sağlık Anketi verilerini temel almaktadır. Türkiye Sağlık Anketi (TSA), 2008 yılından bu yana Avrupa Birliği İstatistik Ofisi (Eurostat) tarafından belirlenen modüllere uygun olarak iki yıllık dönemlerle gerçekleştirilmektedir. Anketler, TÜİK tarafından Ekim, Kasım ve Aralık aylarında yılın son çeyreğinde uygulanmaktadır ve çok düzeyli kesitsel verilerin toplanmasını hedeflemektedir. Veri toplama öncesi, 17.084 hane adresi örnekleme dahil edilmiş ve toplam 8.166 hanede görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu farklılık, bazı hanelerin anket çalışmasına katılmamayı tercih etmelerinden, bazı durumlarda ise hanede görüşme sırasında kimsenin bulunmamasından veya hane

sakinlerinin anket çalışması gerçekleştirildiği sırada taşınmış olmalarından kaynaklanmaktadır. Son anket, 2019 yılında tamamlanmış ve katılım oranı %88 olarak kaydedilmiştir.

Ekonometrik Metot

Rasgele-Etki Sıralı Probit modelleri, tekrarlanan ölçümler veya bireyler üzerinde istatistiksel analizler yapmak için yaygın olarak kullanılan ekonometri yöntemidir. Bu tür modeller, özellikle sosyal bilimlerde, sağlık bilimlerinde ve diğer birçok alanda tekrarlanan gözlemler veya panel verilerle çalışan araştırmacılar arasında yaygındır. Rasgele-Etki Sıralı Probit modelleri, tekrarlanan ölçümlerle çalışırken birçok avantaj sunar. Öncelikle, aynı aileden gelen bireyler arasındaki tekrarlanan gözlemleri ele alarak heterojenlik probleminin üstesinden gelmektedir. Rasgele-etki modellerin en büyük avantajlarından biri, bu heterojenlik durumunu hesaba katma yeteneğidir. Model, bireyler arasındaki rastgele etkileri ve bu etkilerin belirli özelliklerle nasıl ilişkilendiğini analiz eder. Bu, aile içi benzerlikleri ve farklılıkları incelemek için son derece önemlidir.

Ancak, Rasgele-Etki Sıralı Probit modelleri bazı sınırlamalara da sahiptir. Model karmaşıktır ve büyük veri setleri veya çok sayıda parametre içeriyorsa hesaplama zorluğu yaşanabilir ve modelde en yüksek olasılık değeri kavuşmazlık sorunu yaşanabiliyor. Ayrıca, model sonuçlarını yorumlamak bazen karmaşık olabilir. Heterojenlik probleminin üstesinden gelirken, modelin doğru bir şekilde uyarlanması ve yorumlanması için istatistiksel bilgi ve uzmanlık gerektirir. Özellikle aile içi verilerle çalışırken, aynı aileden gelen bireyler arasındaki bağlantıları ve farklılıkları analiz etmek için bu tür modeller güçlü araçlar sunar. Buna ek olarak, kontrol değişkenlerinden herhangi birinin bireyler arası gözlemlenemeyen veya karıştırıcı etkilerle doğrusal bir ilişkiye sahip olabileceği düşüncesi, rasgele etkiler modelinin tercihini daha da pekiştirmektedir. Belirlenen rasgele etkiler modeli, sabit teriminin rasgele olduğu varsayımı altında rasgele parametre modeline denktir. Seçilen model, Türkiye'deki yaş kohortlarını göz önünde bulundurarak bireylerin alkol kullanım olasılıkları ile bireylerin karakteristik özellikleri arasındaki ilişki düzeyinin büyüklüğünü ve ilgili ilişkinin yönünü ölçmek amacıyla kullanılmıştır.

Rasgele-Etki Sıralı Probit modeli, bireyler arasındaki rastgele etkileri dikkate alarak sıralı bir bağımlı değişkeni açıklamak için kullanılır. Model şu şekilde ifade edilebilir:

$$Y_{ij}^* = X_{ij}\beta + U_i + \varepsilon_{ij}$$

Burada;

Y_{ij}^* , gözlemlenebilen ancak mevcut şartlar altında gözlenmeyen latent (gizli) bir değeri temsil eder. Bu değer, bağımsız değişkenlerin X_{ij} etkisi ile açıklanmaya çalışılır. X_{ij} birey i 'nin j . gözlemdaki bağımsız değişkenlerin vektörünü ifade ederken, β bağımsız değişkenlerin katsayı vektörünü simgeler. Öte yandan U_i birey i 'ye ait rasgele etkiyi yansıtmakta ve genelde bu etki, aile içi benzerlik ve farklılıklardan oluşmaktadır. Son olarak, ε_{ij} , modelin hata terimini temsil eder (Wooldridge, 2011; Greene, 2019).

Sıralı sonuçlar, bu gözlemlenen latent değere ve eşik parametrelerine göre belirlenir:

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{eğer } Y_{ij}^* \leq \tau_1 \\ 2 & \text{eğer } \tau_2 < Y_{ij}^* \leq \tau_2 \\ \cdot & \\ \cdot & \\ \cdot & \\ J & \text{eğer } Y_{ij}^* > \tau_{J-1} \end{cases}$$

Burada; $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_{J-1}$ eşik parametreleridir ve her sıralı kategori arasındaki sınırları belirler. Bu şekilde, rasgele-etki sıralı probit modeli, bireyler arasındaki bu gizli (latent) değeri ve rasgele etkileri ve bağımsız değişkenlerin etkisini kullanarak sıralı sonuçları tahmin etmeye çalışır ve aile içi birey-kaynaklı benzerlikleri ile farklılıkları ele alır (Wooldridge, 2011; Greene, 2019).

Sıralı kategorik modeller, çeşitli alanlarda, kategoriler arasında anlamlı bir sıralama olmasına rağmen bilinen bir aralık ölçeği bulunmayan verilerin analizi ve modellenmesi için yaygın olarak kullanılır. Modelin olasılık fonksiyonu, genellikle maksimum olasılık tahminlemesi kullanılarak belirlenir ve bu fonksiyon, verilen model parametreleri altında gözlemlenen verilerin olasılığını ifade eder. Modeldeki aile içi bireyler arasındaki çeşitlilik nedeniyle, log-olasılık fonksiyonu, Gauss-Hermite entegrasyonu veya benzeri bir simülasyon tekniği ile en üst değere yaklaştırılır. Bu entegrasyon yöntemi (Gauss-Hermite), log-olasılık

fonksiyonunun ilgili parametre tahminlerini elde etmek amacıyla kullanır. Her bir eşik için tahmini fonksiyon dikkate alınarak ilgili değişkenin ilgili kategori üzerindeki etkisinin elde edilmesi için türev alınır ve bu etki marjinal olarak yorumlanır. Bunun yanı sıra, bu marjinal etkilerin standart hataları delta metodu kullanılarak hesaplanır (Wooldridge, 2011; Paleti ve Bhat, 2013; Greene, 2019).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Tablo 1, katılımcıları alkol tüketim durumlarına göre üç ayrı kategoriye ayıran ve her bir kategorinin tanımını ve ortalama değerlerini içeren bir düzenlemeyi sunmaktadır. Örneğimizde bireylerin yaklaşık %85'i son 12 ay içerisinde ya hiç alkol kullanmamış veya en fazla bir defa kullanmıştır. Bir sonraki tartışmamızda bu grubu alkol tüketmeyenler olarak tanımlayacağız. Öte yandan bireylerin yaklaşık %11'i son 12 ay içerisinde ayda en az bir defa veya en fazla 2-3 kere alkol tüketmişleridir (nadiren tüketenler) ve geriye kalan bireylerin yaklaşık %3'ü hafta en az 1-2 kere veya en fazla hemen hemen her gün alkol tüketmektedir (sık tüketenler). Örneklem içinde yer alan bireylerin doğum yıllarına göre dağılımı şu şekildedir: %31'i 1965'ten önce doğmuş (Bebek patlaması-kuşağı), %27'si 1965 ile 1980 arasında doğmuş (X-kuşağı) ve son olarak %42'si 1980 ve sonrasında doğmuş (YZ-kuşağı) bireylerden oluşmaktadır. Eğitim seviyeleri açısından incelendiğinde, katılımcıların yaklaşık %13'ü örgün eğitim almamış, %33'ü ilkökulu tamamlamış, %17'si ortaokulu bitirmiş, %19'u lise mezunu, %5'i iki yıllık meslek okulu mezunu ve %13'ü ise üniversite mezunu olarak belirlenmiştir. Bireylerin yaşam tarzları göz önünde bulundurulduğunda, %17'si günlük olarak 10 dakikadan az yürüme pratiği yaparken, %5'i gün içinde iki saatten fazla zamanı yürüyüşe ayırmaktadır; ayrıca, bireylerin %8'i spor yapmaya zaman ayırmaktadır. Beslenme alışkanlıklarına dair veriye göre, katılımcıların neredeyse yarısı (%47) günlük olarak bir veya daha fazla porsiyon meyve tüketirken, daha büyük bir kesim (%57) benzer sıklıkla sebze tercih etmektedir. Bununla birlikte, katılımcıların %10'unda depresif belirtiler gözlemlenirken, %46'sında sigara tüketimi saptanmıştır. Ailelerin %36'sı düşük gelir seviyesine (aile geliri 992₺'den düşük) sahipken, %26'sı orta gelir düzeyinde (ailenin aylık gelir düzeyi 992-8913₺ arasında) bulunmakta ve %38'i ise yüksek gelir seviyesine (ailenin aylık gelir düzeyi 8913₺'den fazla) sahip olarak kategorize edilmektedir. Tablo 1 aynı zamanda Varyans Şişme Faktörünü (VIF) de içermektedir. VIF, gözlemlenen açıklayıcı değişkenler arasındaki korelasyonun değerlendirilmesi ve çoklu doğrusallığın potansiyel varlığını belirleme amacıyla kullanılan bir ölçüdür. Hesaplanan tüm VIF değerleri 5'in altındadır, bu durum açıklayıcı (bağımsız) değişkenlerin birbirleri ile ilişkisiz olduğuna işaret etmektedir.

Tablo 1. Bağımlı ve Bağımsız Değişkenlerin Betimleyici İstatistikleri.

Değişkenler	Tanımlayıcı	Ortalama Std. Sapma	VIF
Bağımlı Değişkenler			
Hiç Alkol Tüketmeyenler Veya Nadiren Tüketenler	Birey son 12 ay içerisinde hiç alkol tüketmiyorsa veya ayda en fazla bir defa tüketiyorsa 1, aksi halde 0 (referans grubu)	85.091 (35.618)	-
Orta Düzeyde Alkol Tüketenler	Birey ayda en az bir veya en fazla 2-3 defa alkol tüketiyorsa 1, aksi halde 0	11.163 (31.491)	-
Sık Alkol Tüketenler	Birey haftada en az 1-2 kere veya en fazla hemen hemen her gün alkol tüketiyorsa 1, aksi halde 0	3.079 (17.275)	-
Bağımsız Değişkenler			
Yaş Grubu < 65	Eğer birey 1965 ve öncesi doğmuş ise 1, değilse 0 (referans grubu)	30.894 (46.207)	-
Yaş Grubu 1965-1980	Birey 1965 - 1980 yaş grubundaydı 1, değilse 0	27.125 (44.462)	2.183
Yaş Grubu >1980	Birey 1980 yılından sonra doğmuşsa 1, değilse 0	41.981 (49.354)	3.446
Cinsiyet	Birey erkek ise 1, değilse 0	45.563 (49.804)	1.886
Bekar	Birey bekar ise 1, değilse 0	21.131 (40.825)	3.446
Evli	Birey evli ise 1, değilse 0	68.637 (46.398)	3.642
Diğer Evlilik	Birey dul veya boşanmış ise 1, değilse 0 (referans grubu)	10.232 (30.308)	-
Örgün Eğitim Almamış	Birey örgün eğitim almamış ise 1, değilse 0 (referans grubu)	12.842 (33.457)	-
İlkokul Mezunu	Birey ilkökulu mezunu ise 1, değilse 0	32.849 (46.968)	2.704
Ortaokul Mezunu	Birey ortaokulu mezunu ise 1, değilse 0	17.355 (37.874)	2.608
Lise Mezunu	Birey lise mezunu ise 1, değilse 0	19.000 (39.231)	2.739
İki Yıllık Meslek Okulu Mezunu	Birey iki yıllık meslek okulu mezunu ise 1, değilse 0	5.467 (22.734)	1.704
Üniversite Mezunu	Lisansüstü eğitim de dahil olmak üzere üniversite diploması varsa 1, aksi takdirde 0	12.485 (33.056)	2.649
Ücretli İş	Birey ücretli bir işte çalışıyorsa 1, aksi halde 0	28.682 (45.229)	2.077
İş Veren	Birey işveren ise 1, aksi durumda 0	9.524 (29.355)	1.424
İş Arayanlar	Birey iş arıyorsa 1, değilse 0	5.871 (23.509)	1.315
Emekli	Birey emekli ise 1, değilse 0	14.271 (34.978)	1.923

Diğer İşler	Birey asker, öğrenci veya ev hanımı ise 1, aksi durumda 0 (referans grubu)	41.653 (49.300)	-
Genel Sağlık Sigortası	Birey genel sağlık sigortası kapsamında ise 1, değilse 0	92.104 (26.969)	0.847
Bireysel Sağlık Sigortası	Birey bireysel sağlık sigortasına sahip ise 1, değilse 0	3.740 (18.975)	1.102
Bisiklet	Birey haftanın en az bir günü 10 dakika bisiklet sürüyorsa 1, aksi takdirde 0	4.917 (21.623)	1.061
Yürüme <10 Dakika	Birey normal bir günde 10 dakikadan az yürüyorsa 1, aksi durumda 0 (referans grubu)	17.092 (37.645)	-
Yürüme 10- 29 Dakika	Birey normal bir günde 10-29 dakika arasında yürüyorsa 1, aksi durumda 0	39.206 (48.823)	2.023
Yürüme 30-59 Dakika	Birey normal bir günde 30-59 dakika arasında yürüyorsa 1, aksi durumda 0	26.926 (44.359)	1.974
Yürüme 1-2 Saat	Birey normal bir günde 1-2 saat arasında yürüyorsa 1, aksi durumda 0	11.789 (32.249)	1.582
Yürüme > 2 Saat	Birey normal bir günde 2 saatten fazla yürüyorsa 1, aksi durumda 0	4.987 (21.769)	1.294
Spor	Gün içinde spora ayrılan zaman.	7.967 (27.078)	1.113
Normal Kilolu	Birey normal kiloya sahipse 1, aksi halde 0 (referans grup)	41.928 (49.346)	-
Aşırı Kilolu	BMI (Body Mass Index) (Vücut Kitle İndeksi) BMI>25 ve BMI≤30 ise 1, değilse 0	35.765 (47.932)	1.290
Obez	BMI>30 ve BMI≤35 ise 1, değilse 0	16.466 (37.088)	1.282
Aşırı Obez	BMI>35 ise 1, değilse 0	5.842 (23.454)	1.137
Dinlenme	Birey günde 4 saatten az oturup dinleniyorsa 1, aksi halde 0	35.630 (47.892)	1.091
Hafif İşte Çalışma	Birey çoğunlukla oturarak veya ayakta bir işte çalışıyorsa 1, aksi takdirde 0 (referans grup)	63.644 (48.104)	-
Orta Ağırlıklı İşte Çalışma	Birey sıklıkla yürüme ya da orta düzeyde fiziksel güç gerektiren bir işte çalışıyorsa 1, aksi halde 0	32.340 (46.779)	1.144
Ağır İşte Çalışma	Kişi ağır iş veya fiziksel güç gerektiren işlerde çalışıyorsa 1, aksi halde 0	4.016 (19.633)	1.133
Meyve Alımı	Birey günde bir veya daha fazla porsiyon meyve tüketiyorsa 1, değilse 0	47.337 (49.931)	1.426
Sebze Alımı	Birey günde bir veya daha fazla porsiyon sebze tüketiyorsa 1, değilse 0	57.059 (49.501)	1.414
Depresyon	Bireye depresyon tanısı konulmuşsa 1, değilse 0	9.957 (29.943)	1.043
Sigara İçme	Birey sigara içiyorsa 1, değilse 0	45.821 (49.827)	1.313
Tek Çocuklu	Aile tek çocuklu ise 1, değilse 0	7.533 (26.394)	1.388
İki Çocuklu	Aile iki çocuklu ise 1, değilse 0	17.209 (37.747)	1.806
Üç veya Daha Fazla Çocuklu	Aile üç veya daha fazla çocuklu ise 1, değilse 0	50.182 (50.001)	1.667
Diğer Aile Tipleri	Diğer aile tipleri ise 1, değilse 0	25.076 (43.346)	-
Düşük Gelir	Ailenin geliri 992₺'den az ise 1, aksi takdirde 0 (referans grup)	35.589 (47.880)	-
Orta Gelir	Ailenin geliri 992-8913₺ arasında ise 1, değilse 0	26.060 (43.897)	1.375
Yüksek Gelir	Ailenin geliri 8913₺'den yüksek ise 1, değilse 0	38.352 (48.626)	1.728
Doğu Anadolu	Birey Doğu Anadolu bölgesinde ikamet ediyorsa 1, değilse 0 (referans grubu)	7.235 (25.907)	-
İç Anadolu	Birey İç Anadolu bölgesinde ikamet ediyorsa 1, değilse 0	16.132 (36.784)	2.996
Marmara	Birey Marmara bölgesinde ikamet ediyorsa 1, değilse 0	28.401 (45.095)	1.501
Ege	Birey Ege bölgesinde ikamet ediyorsa 1, değilse 0	5.502 (22.803)	1.961
Akdeniz	Birey Akdeniz bölgesinde ikamet ediyorsa 1, değilse 0	10.080 (30.107)	3.061
Karadeniz	Birey Karadeniz bölgesinde ikamet ediyorsa 1, değilse 0	28.424 (45.107)	2.341
Güneydoğu Anadolu	Birey Güneydoğu Anadolu bölgesinde ikamet ediyorsa 1, değilse 0	4.226 (20.119)	1.418
Hane Büyüklüğü	Hanedeki Kişi Sayısı	3.338 (1.611)	1.432
Birey sayısı		17084	
Aile sayısı		8166	

Tablo 2, panel veri seti üzerinde uygulanan maksimum olabilirlik yöntemiyle elde edilen Panel Rasgele-Etki Sıralı Probit modelinin parametre tahminlerini içermektedir. Sıralı Probit modeli için seçilen tüm bağımsız değişkenlerin belirlenmesi, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($\chi^2_{36} = 611.967$ ve $p = 0.000$). Sabit katsayısı (τ_1) ile beraber diğer eşik parametresi (τ_2) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulgu, alkol

grupları arasındaki geçişlerin derin ve belirgin farklılık taşıdığını vurgulamaktadır. Ayrıca, heterojen faktörün (örneğin, σ) parametresinin istatistiksel olarak anlamlı olması, rastgele etki modeli seçiminin geçerliliğini doğrular ve ilave Wald testi sonuçlarına göre rasgele etki modelinin varlığını teyit eder (Wald istatistiği =567.098, $p<0.000$).

Tablo 2. Panel Rasgele-Etki Sıralı Probit Modeli Tarafından Üretilen En Yüksek Olabilirlik Tahminleri

Değişkenler	Rastgele Etkiler Sıralı Probit Modeli	
	Katsayı	Standart Hata
Sabit (τ_1)	-4.411 ***	0.237
τ_2	1.414 ***	0.038
Yaş Grubu 1965-1980	0.412 ***	0.065
Yaş Grubu >1980	0.392 ***	0.075
Cinsiyet	0.737 ***	0.055
Bekar	-0.092	0.082
Evli	0.081	0.087
İlkokul Mezunu	0.843 ***	0.125
Ortaokul Mezunu	0.983 ***	0.129
Lise Mezunu	1.198 ***	0.130
İki Yıllık Meslek Okulu Mezunu	1.126 ***	0.145
Üniversite Mezunu	1.316 ***	0.138
Ücretli İş	0.502 ***	0.062
İş Veren	0.719 ***	0.079
İş Arayanlar	0.445 ***	0.084
Emekli	0.390 ***	0.084
Genel Sağlık Sigortası	-0.091	0.076
Bireysel Sağlık Sigortası	0.616 ***	0.089
Bisiklet	0.226 ***	0.074
Yürüme 10- 29 Dakika	-0.022	0.062
Yürüme 30-59 Dakika	0.043	0.063
Yürüme 1-2 Saat	0.071	0.073
Yürüme >2 Saat	0.021	0.093
Spor	0.355 ***	0.057
Aşırı Kilolu	-0.134 ***	0.044
Obez	-0.186 ***	0.062
Aşırı Obez	-0.245 **	0.104
Dinlenme	0.117 ***	0.041
Orta Ağırlıklı İşte Çalışma	-0.031	0.043
Ağır İşte Çalışma	0.153 *	0.085
Meyve Alımı	-0.156 ***	0.043
Sebze Alımı	0.029	0.045
Depresyon	0.193 ***	0.066
Sigara İçme	0.929 ***	0.048
Tek Çocuklu	0.137	0.099
İki Çocuklu	-0.256 ***	0.082
Üç veya Daha Fazla Çocuklu	-0.107 *	0.061
Orta Gelir	0.138 **	0.064
Yüksek Gelir	0.552 ***	0.064
Marmara	0.863 ***	0.124
Ege	0.230	0.166
Akdeniz	0.504 ***	0.137
Karadeniz	0.660 ***	0.126
İç Anadolu	1.195 ***	0.130
Güneydoğu Anadolu	-0.157	0.199
Hane Büyüklüğü	-0.203 ***	0.023
σ^2	1.136 ***	0.048
Log-olabilirlik (LO) değeri	-6521.101	-
Kısıtlı LO değeri	-6827.084	-
Ki-kare değeri (χ^2)	611.967 ***	-

Note: *** $p<0.01$, ** $p<0.05$, * $p<0.10$

Tablo 3, bireylerin son 12 ay içerisindeki alkol tüketim gruplarına göre sınıflandırıldığı ve bu grupların alkol tüketmeyenlerden haftada en az 1-2 defa ve bazı durumlarda neredeyse her gün alkol tüketenlere kadar uzandığı bireylerin olasılık belirleyici faktörlerini sunmaktadır.

Tablo 3. Panel Rasgele-Etki Sıralı Probit Modelinden Elde Edilen Bağımsız Değişkenlerin Birim (Marjinal) Etkileri

Rastgele Etkiler Sıralı Probit Modeli						
Değişkenler	Hiç Alkol Tüketmeyenler veya Nadiren Tüketenler		Orta Düzeyde Alkol Tüketenler		Sık Alkol Tüketenler	
	ME	SH	ME	SH	ME	SH
Yaş Grubu 1965-1980	-0.031 ***	0.021	-7.089 ***	1.092	7.121 ***	1.099
Yaş Grubu >1980	-0.032 ***	0.021	-6.862 ***	1.264	6.893 ***	1.271
Cinsiyet	-0.040 ***	0.028	-13.605 ***	1.205	13.645 ***	1.222
Bekar	0.008	0.009	1.611	1.436	-1.619	1.444
Evli	-0.007	0.008	-1.414	1.504	1.421	1.511
İlkokul	-0.062 ***	0.042	-14.005 ***	1.706	14.066 ***	1.712
Ortaokul	-0.053 ***	0.037	-15.846 ***	1.613	15.899 ***	1.623
Lise Mezunu	-0.053 ***	0.038	-19.338 ***	1.643	19.391 ***	1.658
İki Yıllık Meslek Okulu	-0.046 ***	0.032	-17.338 **	1.718	17.383 ***	1.731
Üniversite	-0.047 ***	0.033	-20.548 ***	1.750	20.595 ***	1.767
Ücretli İş	-0.031 ***	0.021	-8.838 ***	1.170	8.869 ***	1.180
İş Veren	-0.039 ***	0.027	-11.803 ***	1.347	11.842 ***	1.361
İş Arayanlar	-0.028 ***	0.019	-7.486 ***	1.380	7.514 ***	1.388
Emekli	-0.027 ***	0.018	-6.680 ***	1.381	6.707 ***	1.387
Genel Sağlık Sigortası	0.008	0.009	1.589	1.333	-1.597	1.342
Bireysel Sağlık Sigortası	-0.034 ***	0.024	-10.110 ***	1.490	10.144 ***	1.502
Bisiklet	-0.017 ***	0.012	-3.887 ***	1.265	3.904 ***	1.271
Yürüme 10- 29 dakika	0.002	0.006	0.390	1.099	-0.392	1.105
Yürüme 30-59 dakika	-0.004	0.005	-0.759	1.100	0.763	1.105
Yürüme 1-2 saat	-0.006	0.007	-1.243	1.263	1.250	1.269
Yürüme >2 saat	-0.002	0.008	-0.374	1.625	0.376	1.633
Spor	-0.024 ***	0.017	-6.052 ***	1.003	6.076 ***	1.011
Aşırı Kilolu	0.013 ***	0.010	2.351 ***	0.780	-2.364 ***	0.786
Obez	0.018 ***	0.014	3.306 ***	1.138	-3.324 ***	1.147
Aşırı Obez	0.026 **	0.022	4.394 **	1.918	-4.420 **	1.933
Dinlenme	-0.010 ***	0.007	-2.042 ***	0.721	2.052 ***	0.725
Orta Ağırlıklı İşte Çalışma	0.003	0.004	0.549	0.760	-0.552	0.764
Ağır İşte Çalışma	-0.012 *	0.010	-2.649 *	1.471	2.661 *	1.478
Meyve Alımı	0.014 ***	0.011	2.738 ***	0.781	-2.752 ***	0.787
Sebze Alımı	-0.003	0.004	-0.507	0.785	0.509	0.789
Depresyon	-0.015 ***	0.011	-3.325 ***	1.106	3.340 ***	1.111
Sigara İçme	-0.049 ***	0.034	-17.165 ***	1.213	17.213 ***	1.237
Tek Çocuklu	-0.011	0.008	-2.365	1.665	2.376	1.670
İki Çocuklu	0.027 ***	0.022	4.561 ***	1.519	-4.588 ***	1.535
Üç veya Daha Fazla Çocuklu	0.010 *	0.009	1.871 *	1.079	-1.881 *	1.086
Orta Gelir	-0.012 **	0.009	-2.393 **	1.104	2.405 **	1.110
Yüksek Gelir	-0.036 ***	0.026	-9.757 ***	1.218	9.794 ***	1.232
Marmara	-0.056 ***	0.036	-14.460 ***	1.684	14.516 ***	1.685
Ege	-0.018	0.013	-3.942	2.707	3.960	2.685
Akdeniz	-0.033 ***	0.020	-8.433 ***	1.998	8.466 ***	1.998
Karadeniz	-0.053 ***	0.031	-11.117 ***	1.794	11.170 ***	1.794
İç Anadolu	-0.055 ***	0.037	-18.896 ***	1.571	18.952 ***	1.581
Güneydoğu Anadolu	0.015	0.027	2.791	3.638	-2.806	3.663
Hane Büyüklüğü	0.018 ***	0.013	3.555 ***	0.464	-3.573 ***	0.475

Note: *** p< 0.01, ** p< 0.05, * p< 0.10. ME ve SH sırasıyla Marjinal Etki ve Standart Hata göstermektedir .

Üç yaş kuşağı (kohortu) arasında referans grubu, 1965 öncesi doğumlu (Bebek patlaması-kuşağı) bireyler olarak belirlenmiştir. Alkolu sık tüketenlerde, diğer tüm kuşaklardaki bireyler için referans gruba kıyasla alkol kullanım olasılığı artmakta ve bu gruptaki alkol tüketme olasılıklarının büyüklükleri tüm değişkenler için hesaplanan etkiler arasında en yüksektir. Bebek patlaması- kuşağı ile karşılaştırıldığında, X-kuşağının (1965-1980 arasındaki bireylerin) alkol tüketmeyenler veya nadiren tüketenlere göre, sık alkol tüketme olasılığı %7.12 kadar daha fazladır. Benzer şekilde, hiç alkol tüketmeyenler veya nadiren tüketenler baz alındığında X-kuşağındaki bireylere kıyasla, YZ-kuşağındakiler (1980 sonrası doğan bireylerin) sık tüketen grupta alkol tüketme olasılığı %6.89 daha fazla bulunmuştur. YZ-kuşağındaki bireylerin alkol tüketimi daha fazladır (Singh vd., 2020). X-kuşağındaki bireylerin, bebek patlaması-kuşağındaki bireylere göre daha fazla alkol tüketmelerinin nedenleri arasında, daha geniş erişim, kültürel değişimler (bireylerin daha özgür yaşam biçimlerini benimsemeleri), pazarlama ve reklam etkisi, değişen sosyal normlar, stres ve baskılar ile yüksek eğitim düzeyi sayılabilir. Çalışmada, alkol tüketim olasılığı üzerinde önemli etkilere sahip olan açıklayıcı değişkenler arasında erkeklerin kadınlara kıyasla daha fazla tüketim olasılığında buldukları tespit edilmiştir. Erkekler kadınlara göre daha fazla alkol tüketme harcamasında bulunmuşlardır (Aksoy vd., 2019). Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, cinsiyet alkol tüketimi üzerinde etkili bir faktör olarak görülmektedir (Giang vd., 2013). Son yıllarda, sosyo-ekonomik gelişimin bir sonucu olarak, kadınlar arasında da alkol tüketiminin artma eğiliminde olduğu bilinmektedir (Simons-Morton vd., 2009). Bu bağlamda, bilinen bir gerçek olarak, erkeklerin kadınlara göre daha fazla alkol tüketme eğiliminde olduğu sonuçlara yansımıştır. Eğitim seviyesi ile alkol tüketim olasılığı arasında pozitif yönlü bir ilişki elde edilmiştir. Bireylerin eğitim seviyeleri kademeli arttıkça alkol tüketim olasılığı önemli oranda artmaktadır. Özellikle üniversite mezunu bireylerin, diğer eğitim kademelerinden mezun olan bireylere göre, yaklaşık 1-2 kat daha fazla alkol tüketme olasılığına sahip olduğu tespit edilmiştir. Örneğin üniversite mezunu olan bireylerin örgün eğitim almamış bireylere göre, sık tüketenlerin alkol tüketme olasılığını 20.60 puan artırırken, hiç tüketmeyenler veya nadiren tüketenlerin alkol tüketme olasılıklarını ise sırasıyla 0.05 ve 20.55 puan azaltmaktadır. Eğitim seviyesi ile alkol tüketimi arasında aynı yönlü bir ilişki bulunmaktadır (Li vd., 2017). Eğitim seviyesi arttıkça daha fazla alkol tüketiminin nedenlerinden biri, yüksek eğitim düzeyine sahip bireylerin genellikle sosyal çevrelerinde ve yaşam tarzlarında daha fazla alkol tüketimine maruz kalmaları ve bu davranışı benimsemeleri olabilir. Hiç alkol tüketmeyenler veya nadiren tüketenler baz alındığında, ücretli işlerde çalışan, işveren konumunda bulunan, iş arayışında ve emekli olan bireylerin diğer meslek gruplarına kıyasla sık alkol tüketme olasılıkları sırasıyla %8.87, %11.84, %7.51 ve %6.71 daha yüksektedir. Bu sonuçlardan hareketle bireylerin çalışma durumu ile alkol tüketimi arasında aynı yönlü bir ilişki olduğunu söyleyebiliriz. Çalışan bireyler işsiz olanlara göre daha fazla alkol tüketmektedir (Walia vd., 2021). Bazı bireyler için, alkol, stresle başa çıkmak veya kısa bir mola vermek amacıyla bir tür kaçış noktası olarak değerlendirilebilir. İş yerindeki yoğun stres ve baskı altında, alkol tüketimi geçici bir rahatlama hissi sunarak zihinsel ve duygusal yorgunluğu hafifletme amacı taşıyabilir. Bu bağlamda, çalışanlar arasında alkol tüketimi, iş kaynaklı stresle baş etme stratejisi olarak görülebilir. Bireysel sağlık sigortasına sahip bireylerin bireysel sağlık sigortası olmayanlara kıyasla hiç alkol tüketmeyenler veya nadiren tüketenlere göre, sık alkol tüketme olasılığı 10.14 puan daha yüksektir. Bireysel sağlık sigorta sahipliği ile alkol tüketim olasılığı arasında pozitif yönlü bir ilişki elde edilmiştir. Bireysel sağlık sigortası sahipliği, daha kolay sağlık hizmetlerine erişim ve finansal güvence sağlayarak, bireylerin riskli davranışlara, örneğin alkol tüketimine, daha yatkın olmalarına neden olabilir. Sağlık sigortası zorunlu olan ev halkı reisi, zorunlu olmayan ev halkı reisine göre daha yüksek miktarda alkol tüketimi harcaması yapmaktadır (Hamdi ve Gülay, 2008). Alkol tüketmeyen veya nadir tüketen bireyler referans alındığında, bisiklet sürerlerin, sürmeyenlere göre sık alkol tüketme olasılığı 3.90 puan daha yüksektir. Benzer şekilde spor yapma ile alkol tüketimi arasında da pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Bisiklet sürmek ve spor yapmak, fiziksel aktivitenin artmasına bağlı olarak enerji ihtiyacını artırabilir ve bu da alkol tüketiminin artmasına sebep olabilir. Spor yapan bireyler yapmayanlara göre daha fazla alkol tükettikleri rapor edilmiştir (Sønderlund vd., 2014). Alkol tüketimi ile kilo alımı arasında negatif yönlü bir ilişki elde edilmiştir. Kilo alımı arttıkça alkol tüketim olasılığı artan oranda azalmaktadır. Aşırı obez bireylerin, hiç alkol tüketmeyen veya nadir tüketenlerin alkol tüketme olasılıkları sırasıyla 0.03 ve 4.39 puan daha fazla iken, sık alkol tüketenlerin tüketim olasılığı ise 4.42 puan daha azdır. Obezite ile alkol tüketimi arasında negatif yönlü bir ilişki bulunmaktadır (Keskin vd., 2022; Baygutalp vd., 2023). Bu olgu, alkol tüketen bireylerin işsizlik sorunlarının artış göstermesi ve sonucunda düzenli yeme alışkanlıklarının azalmasıyla açıklanabilir. Bireylerin fiziksel ve zihinsel olarak dinlenmesi alkol tüketme olasılığını pozitif yönde etkilemektedir. Dinlenen bireyler genellikle daha az stres altında oldukları için alkollü rahatlama aracı olarak tercih edebilirler; ayrıca daha fazla serbest zamanları ve sosyal etkinliklere katılma fırsatları olabilir, bu da alkol tüketme olasılıklarını artırabilir. Öte yandan fiziksel olarak ağır işlerde çalışma ile alkol tüketme olasılığı arasında pozitif yönlü bir ilişkisi olduğu gözlemlenmiştir. Ağır işlerde çalışmak hem fiziksel hem de zihinsel olarak yorucu olabilir. Bu nedenle bireyler; iş sonrasında stresi azaltmak, fiziksel yorgunluğu hafifletmek ve sosyal etkileşimler sırasında rahatlamak amacıyla alkollü tercih edebilirler. Alkol kaygı azaltıcı

özelliklere sahip olduğu için stresli bireyler daha fazla alkol tüketmektedir (Sürme, 2019). Hiç alkol tüketmeyenler veya nadir tüketenler referans alındığında, günde bir veya daha fazla porsiyon meyve tüketen bireylerin hiç meyve tüketmeyenlere göre sık alkol tüketme olasılığı 2.75 puan daha düşüktür. Meyve alımı ile alkol tüketimi arasında negatif yönlü bir ilişki bulunmaktadır (Küçük vd., 2023). Benzer şekilde, %100 meyve suyu tüketimi, alkol tüketme olasılığını düşürmektedir (Urak, 2023). Meyveler, sadece tatlı bir zevki tatmin etmekle kalmaz, aynı zamanda içerdikleri lif ve su ile tokluk hissini artırarak bedene olumlu katkılar sağlarlar. Bu özellikleriyle sadece fiziksel açıdan değil duygusal olarak da doyum sağlıyorlar, bu nedenle alkol arayışının yerine geçebilir ve alkol tüketme isteğini bastırabilirler. Hanelerin çocuk sayısı arttıkça, bireylerin alkol tüketme eğilimleri azalma göstermektedir, bu durum büyüyen aile sorumlulukları ve toplumsal normların etkisiyle ilişkilendirilebilir. Ailede çocuğun olması alkol tüketimini negatif yönde etkiler (İpek, 2019). Alkol tüketmeyen veya nadir tüketenler baz alındığında, depresyonlu olanların olmayanlara göre sık alkol tüketme olasılığı 3.34 puan daha yüksektir. Depresyonlu bireyler, stres azaltma, duygusal rahatlama veya kaçış arayışıyla alkol tüketebilirler. Depresyonlu bireyler arasında alkol bağımlılığı daha yaygındır (Boschloo vd., 2011). Benzer şekilde sigara tüketimi ile alkol tüketimi arasında da pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Sigara içenler genellikle aynı sosyal ortamlarda bulunur ve bu ortamlarda alkol tüketimi de yaygındır. Sigara içenlerin alkol tüketme olasılıkları daha yüksektir (Harrison vd., 2008). Diğer taraftan aylık geliri 992-8913₺ arasında olan bireylerin aylık geliri 992₺'den düşük olanlara göre, alkol tüketmeyenler veya nadir tüketenlerde alkol tüketme olasılıkları sırasıyla 0.04 ve 9.76 puan daha düşükken, sık alkol tüketme olasılığı ise 9.79 puan daha fazladır. Gelir düzeyi arttıkça alkol tüketimi artmaktadır (Özdemir ve Işık, 2021). Bu durum yüksek gelir seviyesinin daha fazla alkol satın alma gücünü beraberinde getirmesiyle açıklanabilir. Doğu Anadolu bölgesinde yaşayanlara göre, Marmara, Akdeniz, Karadeniz ve İç Anadolu bölgelerinde yaşayanların alkol tüketme olasılıkları daha yüksek bulunmuştur. Alkol tüketiminin en yüksek olduğu bölge Batı Marmara bölgesi olup bunu Ege ve İstanbul bölgeleri takip etmektedir. En düşük alkol tüketim oranı ise Güneydoğu Anadolu Bölgesidir (Buzrul, 2016). Ayrıca, ailedeki birey sayısı arttıkça, bireylerin alkol tüketme olasılıklarında gözlemlenen değişimler dikkat çekicidir. Bu bağlamda, hiç tüketmeyenler veya nadir tüketenlerde alkol tüketme olasılıkları sırasıyla %0.02 ve %3.56 oranlarında artış gösterirken, sık alkol tüketme olasılığı ise %3.57 oranında azalma göstermektedir. Daha büyük aileler genellikle daha fazla sorumluluk ve ekonomik zorluklarla karşılaşılır, bu da alkol tüketimini azaltabilir. Örneğin, tek kişinin yaşadığı evlerde alkol tüketim olasılığı %0.119 iken, üç kişinin yaşadığı evlerde %0.072 ve beş kişinin yaşadığı evlerde %0.042 olarak belirlenmiştir (Türkmen ve Ercan, 2022). Hane halkı büyüklüğü, alkol tüketimi üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir (Azagba ve Sharaf, 2011).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırma, bireylerin alkol tüketim olasılıklarını belirleyen karakteristik özelliklerin örneğin sosyo-demografik ve ekonomik unsurlar çerçevesinde belirgin bir biçimde öne çıktığını ortaya koymaktadır. Sonuçlar, başta yaş kuşakları olmak üzere bireylerin cinsiyeti, eğitim seviyesi, iş durumu, bireysel sağlık sigorta sahipliği, bisiklet kullanımı, spor yapması, dinlenmesi, depresyonlu olması, sigara tüketmesi ve yüksek gelir grubunda bulunması ile alkol tüketim olasılığı arasında pozitif yönlü bir ilişki elde edilmiştir. Diğer yandan, kilo artışı, meyve tüketimi, iki veya daha fazla çocuğa sahip olma ve hane halkı büyüklüğü ile alkol tüketimi arasında negatif yönlü bir ilişki saptanmıştır. Bu bağlamda, bireylerin sosyo-demografik ve ekonomik faktörlerini dikkate alarak, genel politikalarından çok her bir değişken için veya kümelenmiş değişkenler için özel politikaların oluşturulması ve uygulanması son derece büyük önem arz etmektedir. Örneğin meyve alımı alkol tüketimini sınırlandırmaktadır. Alkol tüketimini azaltmak için, meyve tüketimini teşvik etmek amacıyla sağlık eğitimi kampanyaları, okul programları, meyve fiyatlarını düşürme, meyve sunumu ve erişimi artırma, vergi ve fiyat düzenlemeleri yapılabilir. Orta ve ağır işlerde çalışanların alkol tüketimini azaltmak için iş yerlerinde alınabilecek tedbirler arasında fiziksel aktivitenin desteklenmesi, düzenli molaların sağlanması, alkol bırakma programlarının sunulması ve stres yönetimi tekniklerini içeren programların uygulanması yer alabilir. Bireylerin eğitim seviyesi ve gelir düzeyi ile alkol tüketimi arasında pozitif bir ilişki olduğu göz önünde bulundurulduğunda, alkol ürünlerinde sağlık uyarılarına yönelik resimli veya yazılı etiketler, zararları hakkında bilgilendirici kampanyalar, reklam ve tanıtım kısıtlamaları, satış noktalarının düzenlenmesi, sağlık hizmetlerinin güçlendirilmesi ve okullarda eğitim programlarını içeren politikalar gibi önlemler alınabilir. Çalışanların, iş verenlerin, iş arayanların ve emekli olan bireylerin alkol tüketimlerini azaltmak için, stres yönetimi programları ve düzenli sağlık taramaları yapılabilir. Spor salonlarında sağlıklı yaşam tarzını teşvik eden eğitim programları, spor etkinliklerini düzenli takip etmek ve spor sonrası sosyal etkinliklerin alkolsüz alternatiflerinin sunulması gibi uygulamalar hayata geçirilebilir. Depresyonlu bireylerin alkol tüketimini azaltmak için, mental sağlık hizmetlerine kolay erişim sağlamak, destek gruplarını teşvik etmek ve depresyonun etkileri ile alkol tüketimi arasındaki ilişkiyi


vurgulayan bilinçlendirme kampanyaları düzenlenebilir. Sağlık hizmetlerinde sigara bırakma programlarını teşvik etmek, sigara ve alkolün birlikte tüketimini azaltmaya yönelik özel bilinçlendirme kampanyaları düzenlemek ve toplumda sağlıklı yaşam tarzlarını destekleyen etkinlikler teşvik edilebilir.

Sonuç olarak, bilimsel verilere dayalı olarak alkolün insan sağlığına olan olumsuz etkileri belirlenmiştir. Bu etkileri en aza indirmek ve toplum sağlığını korumak için bireyler, sağlık kuruluşları, sağlık profesyonelleri ve hükümetler arasında işbirliği ve koordinasyon gerekmektedir. Alkol tüketimiyle ilgili bilinçlendirme, düzenlemeler ve erken müdahale yöntemleri, alkolün olumsuz etkilerini sınırlayarak daha sağlıklı bir toplumun oluşturulmasına katkı sağlayabilir.


Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Mehmet Selim YILDIZ  <https://orcid.org/0000-0001-5065-4959>

Faruk URAK  <https://orcid.org/0000-0002-2592-0589>

Abdulbaki BİLGİCİ  <https://orcid.org/0000-0001-5946-0915>

KAYNAKLAR

- Aksoy, A., Bilgic, A., Yen, S.T., Urak, F. 2019. Determinants of Household Alcohol and Tobacco Expenditures in Turkey. *Journal of Family and Economic Issues*, 40: 609–622.
- Aysel, G.Ü.L., Aygin, D. 2021. Alkol Tüketimine Bağlı Acil Servise Başvuran Hastalar ve Cerrahi Boyutu. *Bağımlılık Dergisi*, 22(4), 483-491.
- Azagba, S., Sharaf, M.F. 2011. The effect of job stress on smoking and alcohol consumption. *Health economics review*, 1(1), 1-14.
- Baumberg, B. 2006. The global economic burden of alcohol: a review and some suggestions. *Drug and alcohol review*, 25(6), 537-551.
- Baygutalp, F. Baygutalp, N.K., Urak, F., Bilgic, A. 2023. Determining the Relationship Between Distinct Obesity Prevalence Groups and Risk Factors By Panel Random-Effect Ordered Probit Model in Turkey. *International Journal of PharmATA*, 3(2), 41-49.
- Bilgic, A., Yen, S.T. 2015. Household alcohol and tobacco expenditures in Turkey: a sample-selection system approach. *Contemporary Economic Policy*, 33(3), 571-585.
- Boschloo, L., Vogelzangs, N., Smit, J.H., van den Brink, W., Veltman, D.J., Beekman, A.T., Penninx, B.W. 2011. Comorbidity and risk indicators for alcohol use disorders among persons with anxiety and/or depressive disorders: findings from the Netherlands Study of Depression and Anxiety (NESDA). *Journal of affective disorders*, 131(1-3), 233-242.
- Buzrul, S. 2016. Türkiye’de alkollü içki tüketimi. *Journal of Food and Health Science*, 2(3), 112-122.
- Carvalho, A.F., Heilig, M., Perez, A., Probst, C., Rehm, J. 2019. Alcohol use disorders. *The Lancet*, 394(10200), 781-792.
- Devaux, M., Sassi, F. 2015. Alcohol consumption and harmful drinking: Trends and social disparities across OECD countries.
- Giang, K.B., Van Minh, H., Allebeck, P. 2013. Alcohol consumption and household expenditure on alcohol in a rural district in Vietnam. *Global Health Action*, 6.
- Greene, W.H. 2019. *Econometric Analysis* 8th edition. Pearson Press, New York, USA.
- Hamdi, E., Gülay, E. 2008. Alkol tüketimi ve sosyo-demografik değişkenlerin alkol tüketimi üzerine etkisi. *Ekonomik Yaklaşım*, 19(68), 115-134.

- Harrison, E.L., Desai, R.A., McKee, S.A. 2008. Nondaily smoking and alcohol use, hazardous drinking, and alcohol diagnoses among young adults: findings from the NESARC. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 32(12), 2081-2087.
- IARC, 2012. International Agency for Research on Cancer (IARC) monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans volume 100E. Personal habits and indoor combustion. <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Personal-Habits-And-Indoor-Combustions-2012> (Date accessed: November 9, 2020).
- İpek, E. 2019. Türkiye’de alkol katılım ve tüketim kararları üzerine ampirik bir çalışma. *Sosyoekonomi*, 27(41), 57-70.
- Jyani, G., Prinja, S., Ambekar, A., Bahuguna, P., Kumar, R. 2019. Health impact and economic burden of alcohol consumption in India. *International Journal of Drug Policy*, 69, 34-42.
- Keskin, Y., Akar, Y., Erdem, Ö., Erol, S. 2022. Yetişkinlerin beslenme bilgisi ve besin tercihleri ile beden kütle indeksi arasındaki ilişki: kesitsel bir çalışma. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 15(2), 149-162.
- Küçük, N., Urak, F., Bilgic, A. Florkowski, W.J., Kiani, A.K., Özdemir, F.N. 2023. Fruit and vegetable consumption across population segments: evidence from a national household survey. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 42(1): 1-20.
- Li, J., Wu, B., Selbæk, G., Krokstad, S., Helvik, A.S. 2017. Factors associated with consumption of alcohol in older adults—a comparison between two cultures, China and Norway: the CLHLS and the HUNT-study. *BMC geriatrics*, 17(1), 1-10.
- Murray, C.J., Aravkin, A.Y., Zheng, P., Abbafati, C., Abbas, K.M., Abbasi-Kangevari, M., ... and Borzouei, S. 2020. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 396(10258), 1223-1249.
- OECD, 2021. Organisation for Economic Co-operation and Development. Governments should step up their efforts to tackle harmful alcohol consumption.
- Our World in Data, 2019. Our World in Data, <https://ourworldindata.org/alcohol-consumption>
- Özdemir, Ö.Ü.Ş., Işık, K.C. 2021. Sigara, Alkol ve Kahve Tüketiminde Tüketici Davranışı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 12(31), 826-842.
- Paleti, R., Bhat, C.R. 2013. The composite marginal likelihood (CML) estimation of panel ordered-response models. *Journal of Choice Modelling*, 7: 24-43.
- Rumgay, H., Shield, K., Charvat, H., Ferrari, P., Sornpaisarn, B., Obot, I., ... and Soerjomataram, I. 2021. Global burden of cancer in 2020 attributable to alcohol consumption: a population-based study. *The Lancet Oncology*, 22(8), 1071-1080.
- Sayılı, U., Sayman, Ö.A., Vehid, S., Köksal, S.S., Erginöz, E. 2017. Türkiye ve OECD ülkelerinin sağlık göstergeleri ve sağlık harcamalarının karşılaştırılması. *Online Türk Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3), 1-12.
- Simons-Morton, B.G., Farhat, T., Ter Bogt, T.F., Hublet, A., Kuntsche, E., Gabhainn, S.N., Kokkevi, A. 2009. Gender specific trends in alcohol use: cross-cultural comparisons from 1998 to 2006 in 24 countries and regions. *International Journal of Public Health*, 54(2), 199-208.
- Singh, S.K., Yap, K.H., Natarajan, P., Allotey, P., Reidpath, D. 2020. Alcohol Consumption Patterns and Associated Risk Behaviors in Three Ethnic Groups of Malaysian Millennials. *Public Health—Open Journal*.
- Sønderlund, A.L., O’Brien, K., Kremer, P., Rowland, B., De Groot, F., Staiger, P., ... and Miller, P.G. 2014. The association between sports participation, alcohol use and aggression and violence: A systematic review. *Journal of science and medicine in sport*, 17(1), 2-7.
- Sürme, Y. 2019. Stres, Stresle İlişkili Hastalıklar ve Stres Yönetimi. *Journal of International Social Research*, 12(64).

- Türkmen, A., Ercan, U. 2022. A Research on Determining The Characteristics of Households Consuming Alcoholic Beverages in Turkey. *Yönetim Bilimleri Dergisi, (Özel Sayı)*, 151-169.
- Urak, F. 2023. Research on Consumption of Sugar-Sweetened Drinks and 100% Fruit Juice. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10(4), 901-921.
- Varol, M. 2011. Alkol raporu. İstanbul: Türkiye Yeşilay Cemiyeti.
- Walia, N., Bhetuwal, R., Acosta, L., Muddasani, S., Kamwal, C., Mishra, V.D., ... and Mishra, V. 2021. Employment status and its association with psychological distress and alcohol consumption. *Cureus*, 13(6).
- Wooldridge, J.M. 2011. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data* 2nd edition. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- WHO, 2014. World Health Organization. *Global Status report on alcohol and health, 2014*. Geneva, 2014: World Health Organization.

Samsun İlinde Manda Sütü Üretiminin Ekonomik ve Çevresel Açından Değerlendirilmesi

Çağatay YILDIRIM* 

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

*Sorumlu Yazar: e-posta: cagatay.yildirim@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 21.11.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 04.12.2023 Kabul Tarihi: 11.12.2023

ÖZ

Sürdürülebilirlik stratejilerinin geliştirilmesinde bir üretim sürecinin ekonomik verilerinin yanında ve çevresel yönden değerlendirecek verilere de sahip olunması kritik öneme sahiptir. Bu nedenle çalışmada, Samsun ilinde manda sütü üreten işletmelerin ekonomik analizini yapılması ile manda sütünün karbon ayak izinin hesaplanması amaçlanmıştır. Araştırma verileri, 2021-2022 yılları üretim döneminde Samsun ilinde ihtisaslaşmış manda yetiştiriciliği yapan 261 adet işletme arasından tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemiyle belirlenen ve tesadüfi olarak seçilen 84'ünden anket yoluyla elde edilmiştir. Ayrıca konuyla ilgili daha önce yapılan çalışmaların verileri ile resmi kurum ve kuruluşların kayıtları kullanılmıştır. İnceleme alanındaki işletmeler bir bütün olarak kabul edilmiş, işletmelerin ekonomik özellikleri klasik ekonomik analiz yöntemiyle ortaya konulmuştur. İşletmelerde elde edilen 1 litre manda sütünün karbon ayak izinin hesaplanmasında Ürün Yaşam Döngüsü Analizinden (LCA) yararlanılmıştır. İncelenen işletmelerin varlıkları 6,6 milyon TL'dir. İşletme gelirleri 2740 bin TL, işletme masrafları 1780 bin TL olup, vergi sonrası net işletme gelirleri 909 bin TL'dir. İncelenen işletmelerde işletme başına ortalama 58 baş manda yetiştirilmektedir. Bir mandanın günlük süt verimi ortalama 4,92 litre olup, manda sütü litre fiyatı ortalama 19,3 TL'dir. İnceleme alanında 1 kg manda sütünün karbon ayak izi 3,95 kg/CO₂eq olarak hesaplanmıştır. Araştırma sonuçları, manda yetiştiriciliğinde çevreyi de dikkate alan sürdürülebilir stratejilerinin geliştirilmesi ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik politika ve düzenlemelerin oluşturulmasına katkıda bulunabilir. Özellikle, çiftliklerdeki manda sütü üretimine odaklanılarak karbon ayak izini azaltmaya yönelik yeni uygulamaların ve teknolojilerin benimsenmesi, sektörün çevresel sürdürülebilirliğini artırabilir.

Anahtar kelimeler: Manda sütü, karbon ayak izi, LCA, Samsun

Economic and Environmental Evaluation of Buffalo Milk in Samsun Province

ABSTRACT

This In the development of sustainability strategies, it is critical to have data to evaluate the economic and environmental aspects of a production process in addition to economic data. For this reason, the study aimed to calculate the carbon footprint of buffalo milk by making an economic analysis of the enterprises producing buffalo milk in Samsun province. The research data were obtained through a questionnaire survey from 84 randomly selected and stratified random sampling method among 261 specialized buffalo breeding enterprises in Samsun province during the production period of 2021-2022. In addition, the data of previous studies on the subject and the records of official institutions and organizations were used. The enterprises in the study area were accepted as a whole and the economic characteristics of the enterprises were revealed by classical economic analysis method. Product Life Cycle Analysis (LCA) was used to calculate the carbon footprint of 1 liter of buffalo milk obtained in the enterprises. The assets of the analyzed enterprises are 6.6 million TL. Operating income is 2740 thousand TL, operating costs are 1780 thousand TL and net operating income after tax is 909 thousand TL. An average of 58 heads of buffaloes are raised per enterprise in the analyzed enterprises. The daily milk yield of a buffalo is 4.92 liters on average and the average price per liter of buffalo

milk is 19.3 TL. The carbon footprint of 1 kg of buffalo milk in the study area is 3.95 kg/CO₂eq. Research results can contribute to the development of environmentally sustainable strategies for buffalo farming and the formulation of policies and regulations to reduce greenhouse gas emissions. Adopting new practices and technologies to reduce the carbon footprint, with a particular focus on buffalo milk production on farms, can improve the environmental sustainability of the sector.

Key words: buffalo milk, carbon footprint, LCA, Samsun

GİRİŞ

Hayvansal ürün talebinin 2050 yılına kadar yaklaşık %65 oranında artacağı tahmin edilmektedir (Sijpestijn ve ark., 2022). Bir taraftan artan nüfusun protein ihtiyacını karşılamak için hayvan başına elde edilen verimi artırmak gerekirken, diğer taraftan hayvansal üretimden dolayı ortaya çıkan emisyon yoğunluğunu azaltmaya yönelik uygulamaların yaygınlaştırılması ve gerekli teknolojilerin benimsenmesini sağlamak büyük önem taşımaktadır. Dünyada oluşan sera gazı emisyonlarının %14,5'i hayvansal üretimden kaynaklanmakta olduğu tahmin edilmektedir (FAO, 2022). Sera gazı emisyonlarını azaltmayı amaçlayan düzenlemeler ilk olarak 1997 yılında Kyoto Protokolü'nde oluşturulmuştur (Kyoto Protocol, 1997). Bu düzenlemeler sonrasında, tarımsal üretimden kaynaklanan CO₂ emisyonlarını azaltmak için alınması gereken çeşitli önlemler belirlenmiş (Smith ve ark., 1997a,b; Velthof ve Oenema, 1997; Janzen ve ark., 1998; Nabuurs ve ark., 1999), ancak bu önlemlerin çok azı hayata geçirilmiştir (Oenema ve ark., 2001). Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) çerçevesinde, tarımsal üretimde ortaya çıkan önemli sera gazları CH₄ ve N₂O olarak belirtilmiştir (IPCC, 2006). Metan (CH₄), çoğunlukla enterik fermantasyon ve gübrelerin organik maddesinin ayrışmasıyla açığa çıkmaktadır. Enterik fermantasyon, yemin hayvanın ön midesinde veya işkembesinde mikrobiyal ayrışması sonucunda CH₄ üretimi ve salınımıyla oluşmaktadır (Desjardins ve ark., 2012). Azot protoksit ise gübrelerin azot içeriğinden ve toprağa uygulandıktan sonra organik ve kimyasal gübrelerin ortaya çıkardığı azottan kaynaklanmaktadır. Dünyada sürdürülen hayvansal üretimde, enterik fermantasyon nedeniyle yılda yaklaşık 97 milyon ton metan gazı yayılmaktadır (FAO, 2023). Hayvansal üretim sürecinde bir ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca ortaya çıkardığı çevresel etkileri tahmin etmek için yaygın olarak Ürün Yaşam Döngüsü Analizi (LCA) kullanılmaktadır (De Vries ve De Boer, 2020; Schau ve Fet, 2008; Dyer ve ark., 2010; Borghesi ve ark., 2022; Awasthi ve ark., 2022). Karbon ayak izi (CF) ise, sera gazı emisyonlarının miktarını ölçmek için kullanılmaktadır (Pirlo ve ark., 2014). LCA analizinden yararlanılarak hayvansal üretim sonucunda elde edilen bir ürünün karbon ayak izinin hesaplanması, hayvansal üretim süreçlerinin çevresel etkilerini anlamak ve değerlendirmek için önemlidir. Ayrıca, hayvansal üretimde ortaya çıkan sera gazı emisyonlarının belirlenmesi ile hayvansal üretim süreçlerinin iklim değişikliği üzerindeki potansiyel etkisini belirlemede, sürdürülebilirlik stratejilerinin belirlenmesinde ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik politika ve düzenlemelerin geliştirilmesinde katkı sağlanmaktadır. Türkiye'de yetiştirilen büyükbaş hayvan sayısı 17 milyon 24 bin baş, küçükbaş hayvan sayısı 56 milyon 266 bin baştır. Büyükbaş hayvan varlığının %1,11'ini (171835 adet) mandalar oluşturmaktadır. Yetiştirilen mandalardan elde edilen yıllık süt miktarı yaklaşık 43.589 ton olup, Türkiye'de üretilen toplam sütün %0,2'sini oluşturmaktadır. Son on yılda manda sayısındaki artışla birlikte üretilen süt miktarı da 2,5 kat artmış, son 2 yılda ise %45 civarında azalma meydana gelmiştir (TÜİK, 2023). Manda sütü, yüksek protein, mineral ve vitamin içeriği nedeniyle besleyici bir gıda kaynağıdır. Özellikle kalsiyum, demir ve A vitamini gibi besin maddeleri bakımından zengindir (Ergöz, 2017). Son yıllarda hem Türkiye'de hem de dünyada manda yetiştiriciliğinin önemi artmıştır. Manda yetiştiriciliğinin artmasıyla birlikte manda sütü üretiminin artması beklenirken, bu süreçte ortaya çıkacak sera gazı emisyonlarının da artması beklenmektedir. Bu durumda sera gazı emisyonlarını azaltılması ve kontrol altına alınmasına yönelik çeşitli uygulamaların belirlenmesi amacıyla oluşturulacak politikalara yardımcı olması için manda yetiştiriciliği yapan işletmelerde üretilen sütün karbon ayak izinin bilinmesi gerekmektedir.

Türkiye manda yetiştiriciliği açısından en önemli illerden biri Türkiye'de yetiştirilen manda sayısının %12'sini (23190 adet) barındıran Samsun İlidir (TÜİK, 2023). Bu çalışmada, Samsun ilinde manda yetiştiriciliği yapan işletmelerde üretilen manda sütünün karbon ayak izinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, Samsun ilinde manda yetiştiricileri tarafından üretilen sütün karbon ayak izi ne kadar olduğu ve bunun üzerinde hangi faktörler etkili olduğu sorularına yanıt aranmıştır. Ayrıca çalışmada, bu çiftliklerde yoğun besleme ve sürdürülebilir olmayan gübre yönetimi uygulamalarının karbon ayak izini arttırdığı hipotezleri test edilmiştir.

MATERYAL ve METOT

Araştırma Samsun ilinde ihtisaslaşmış manda yetiştiriciliği yapan işletmeleri kapsamaktadır. Araştırma verileri anketler aracılığıyla elde edilmiştir. Elde edilen veriler 2021- 2022 üretim dönemine aittir. Ayrıca araştırmada daha önce yapılmış çalışmalardan, kurum ve kuruluşların kayıtlarından da yararlanılmıştır. Araştırma kullanılan yöntemler 3 ana başlık altında toplanmıştır: (i) araştırma verilerinin toplanmasında kullanılan yöntem, (ii) işletmelerin ekonomik analizinde kullanılan yöntem ve (iii) manda sütünün karbon ayak izinin hesaplanmasında kullanılan yöntem.

Araştırma Verilerinin Toplanmasında Kullanılan Yöntem

Samsun, Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi'nde bulunan önemli tarım ve hayvancılık alanlarından biridir. Toplam 3785031,7 dekarlık tarım alanına sahip Samsun ilinin iklim ve toprak yapısından dolayı çeşitli tarım ürünleri yetiştirilmektedir (TÜİK, 2023). Samsun'da hayvancılık sektörü de önemli tarımsal faaliyetlerden biridir. Samsun ilinde büyükbaş hayvan sayısı 445672 adet olup, küçükbaş hayvan sayısı 345253 adettir. Araştırma alanındaki manda sayısı ise 23190 adet, toplam manda yetiştiriciliği yapan işletme sayısı 2302 adettir (TAGEM, 2022) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Samsun ilinde manda varlığının ilçelere göre dağılımı (adet)

İlçeler	Manda Yetiştiriciliği Yapan İşletme Sayısı	Manda Sayısı	Toplam İşletme Sayısı	Toplam Hayvan Sayısı
Ondokuzmayıs	56	2339	2155	24109
Alaçam	216	2199	2875	58614
Asarcık	66	176	1792	13339
Atakum	10	95	2050	27399
Ayvacık	4	8	1890	12309
Bafra	876	11099	8122	164654
Canik	9	47	2065	23159
Çarşamba	166	1700	7165	73794
Havza	73	307	2554	57267
İlkadım	3	12	942	10738
Kavak	33	200	1319	24136
Ladik	44	518	1027	36172
Salıpazarı	17	110	1661	12164
Tekkeköy	23	158	3529	68895
Terme	129	1381	5462	35912
Vezirköprü	559	2774	8615	132580
Yakakent	18	67	717	15684
Toplam	2302	23190	53940	790925

Kaynak: TAGEM, 2022

Araştırma alanında anket yapılacak manda sütü üreten işletme sayısının belirlenmesinde tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemlerinden biri olan Neyman yöntemi kullanılmıştır. İşletmelere ait hayvanların sayısı örnekleme kriteri olarak kullanılmıştır. Örneklemeye en az 20 baş hayvanı olan ihtisaslaşmış işletme olarak kabul edilen 261 adet işletme dahil edilmiştir. Buna göre %10 hata payı ve %95 güven derecesinde anket yapılacak işletme sayısı 85 olarak belirlenmiştir (Yamane ve ark., 2001). Anket yapılan işletmelere ait bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir.

$$n = \frac{N \sum N_h S_h^2}{N^2 D^2 + \sum N_h S_h^2}$$

Eşitlikte; n anket yapılacak manda sütü üreten işletmesi sayısını, N ana kitledeki manda sütü üreten işletme sayısını, N_h her bir tabakada yer alan işletme sayısını, S_h her bir tabakaya ait standart sapmayı ve D araştırma için izin verilen hata payını ifade etmektedir. Anket yapılacak ihtisaslaşmış manda yetiştiriciliği yapan işletmelerinin belirlenmesinde tesadüfi sayılar tablosu kullanılmıştır.

Çizelge 2. Anket yapılacak manda sütü üreten işletmelerinin tabakalara göre dağılımı

	Ana kitle	Ortalama	Standart Hata	Örnek sayısı
Birinci Tabaka (20-49)	164	29,7	7,9	53
İkinci Tabaka (50-384)	97	105,9	64,1	31
Toplam	261	58,0	54,0	84

Ekonomik Analizde Kullanılan Yöntem

Araştırma kapsamında manda sütü üreten işletmelerinin ekonomik analizinde klasik ekonomik analiz yöntemi kullanılmıştır. İşletmeler bir bütün olarak kabul edilerek analiz gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizde incelenen işletmelerin ve işletme yöneticilerinin genel özellikleri, sermaye yapıları ile işletmelerin yıllık faaliyet sonuçları ortaya konulmuştur. İşletmelerde kullanılan işgücü varlığı Erkek İşgücü Birimi (EİB) katsayıları dikkate alınarak hesaplanmıştır (Erkuş ve Demirci, 1985). Çalışmada sermaye unsurlarının yıl sonu değerleri kullanılmıştır (Açıl ve Demirci, 1984). Tarım faaliyetleri için kullanılan tüm sermaye unsurları, aktif sermayeyi oluşturur. Aktif sermaye, arazi sermayesi ve işletme sermayesi olarak iki ana kategoriye ayrılır. Arazi sermayesi; toprak, arazi ıslahı, bina ve bitki sermayesi gibi unsurlardan oluşurken, işletme sermayesi; hayvanlar ve tarım makineleri, malzeme mühimmat ve para sermayeden meydana gelir (İnan, 2001). Toprak sermayesi hesaplanırken işletme yöneticilerinin beyanları esas kabul edilmiştir. Bina, alet-makine ve arazi ıslahı sermayesinin hesaplanmasında, yenileri için işletme yöneticilerinin beyanı, eskiler için eskime ve yıpranma payı dikkate alınarak yeniden inşa veya satın alma bedeline göre hesaplanmıştır (Bülbül, 1973; Kıralk, 1999). Bitki sermayesinin hesaplanmasında işletme yöneticilerinin beyanları ve bölgedeki rayiç bedeller kullanılmıştır. Hayvan varlığının işletmedeki hayvanların sayıları ve cinslerine göre yılsonundaki değerleri kullanılmıştır. İşletmeye yeni alınan hayvanlar için maliyet bedeli esas alınmış; işletmede uzun süredir olanlar ile yeni doğanlar için emsal bedel dikkate alınmıştır (Esengün ve Akay, 1998). İşletmede üretilen hayvansal ürün miktarları, işletme sahibinin beyanına göre ve işletme avlusu fiyatları baz alınarak değerlendirilmiştir. Hayvancılık ile ilgili değişken masrafların mevcut hayvanlara yapılan masraflar kullanılarak belirlenmiştir (Fidan, 1992). İşletmelerin para mevcudunun belirlenmesinde yöneticilerinin beyanları esas alınmıştır (Demirci, 1978). Malzeme ve mühimmat sermayesinin dışarıdan alınanlar için satın alma fiyatı, işletmede üretilenler için işletme avlusu fiyatları esas alınarak hesaplanmıştır (Erkuş ve ark., 1995). Sermaye faizi hesaplamasında aşağıda verilen Fisher eşitliği kullanılarak reel faiz oranı elde edilmiştir.

$$\text{Reel faiz oranı} = [(1+\text{cari faiz oranı}) / (1+\text{enflasyon oranı})] - 1$$

İşletmelerde üretilen hayvansal ve bitkisel ürün miktarlarının, ürün fiyatları ile çarpılması sonucunda bulunan değere, hayvan ve bitki sermayesindeki produktif kıymet artış/azalışları eklenerek gayri safi üretim değeri (GSÜD) hesaplanmıştır (Erkuş ve ark., 1995).

İşletmelerde üretilen ve yine işletme faaliyetlerinde girdi olarak kullanılan yan ürünlerin (saman, gübre vb.) tekerrürünü önlemek için üretim değerleri içinde gösterilmiştir. Böylece değerlendirildikleri faaliyetlerin gelirleri içinde yer verilmiştir (Barry ve ark., 1979; Erkuş ve Demirci, 1985). Amortisman gelir idaresi başkanlığının açıkladığı resmi amortisman oranları ile hesaplanmıştır (GİB, 2023). Hayvanlarda yalnızca büyüme çağındakiler için amortisman hesaplanmıştır. Verim çağındaki olan hayvanların yıllık amortisman değeri ile inek sermayesinin faizi aşağıdaki formüle hesaplanmıştır (Kıralk, 1998).

$$\text{İnek amortismanı} = (\text{Damızlık değer} - \text{Kasaplık değer}) / (\text{Ekonomik ömür})$$

$$\text{İnek sermayesi faizi} = (\text{DD} + \text{KD}) / 2 \times i$$

$$\text{DD} = \text{İneğin Damızlık Değeri}, \text{KD} = \text{İneğin Kasaplık Değeri}, i = \text{Reel Faiz Oranı}$$

Tamir-bakım masraflarının işletme yöneticisinin beyanına göre hesaplanmıştır. İncelenen işletmelerdeki hayvan varlığı büyükbaş hayvan birimi (BBHB) cinsinden hesaplanmıştır (Açıl ve Demirci, 1984).

Manda sütünün karbon ayak izinin hesaplanmasında kullanılan yöntem

Samsun ilinde ihtisaslaşmış manda yetiştiriciliği yapan işletmelerde üretilen sütün karbon ayak izi (CF) Ürün Yaşam Döngüsü Analizi (LCA) ile tahmin edilmiştir. Ürün yaşam döngüsü analizi manda sütü üretiminden tüketime kadar olan süreci kapsamaktadır. İşletmelerde manda sütü üretiminde oluşan sera gazının (GHG) hesaplanmasında, enterik fermantasyondan kaynaklanan CH₄, depoda bulunan gübreden kaynaklı CH₄, hayvan gübresinin toprağa uygulanmadan önceki nitrataşma ve denitrifikasyon süreçlerinden kaynaklanan N₂O, organik ve sentetik gübre uygulamasından sonra üretilen N₂O, doğrudan fosil yakıtların yanması ve elektrik tüketimi ile ortaya çıkan CO₂ ve işletmeye dışarıdan alınan yem kullanımından ortaya çıkan CO₂ kullanılmıştır.

Sera gazı emisyonları CO₂eq olarak tanımlanmıştır: 1 kg CO₂=1 kg CO₂eq; 1 kg CH₄=25 kg CO₂eq; 1 kg N₂O=298 kg CO₂eq (Forster ve ark., 2007). Çalışmada kullanılan emisyon faktörleri Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Karbon ayak izi değerlendirmesinde kullanılan emisyon faktörleri

Girdiler	Emisyon faktörü	Birim	Referans
(CH ₄) enterik fermantasyon	79,63	kg CH ₄ /baş/yıl	IPCC (2006); Lassey, (2006); Córdor ve ark., 2008
(CH ₄) gübre oluşumu			
- Otlatma sırasında	- 0,98	g CH ₄ /kg	Wheeler (2012)
- Kapalı alanda sıvı gübre	- 4,49	kg CH ₄ /baş/yıl	Córdor ve ark., (2008)
- Kapalı alanda katı gübre	- 10,26	kg CH ₄ /baş/yıl	Córdor ve ark., (2008)
(N ₂ O) emisyonları			
- Katı gübre depolama	- 0,02xN	kg N ₂ O/kg	Córdor ve ark., (2008)
- Sıvı gübre depolama	-	kg N ₂ O/kg	Córdor ve ark., (2008)
	0,001xN		
(CO ₂) doğrudan emisyonlar			
- Dizel yakıt kullanımı	- 3,13	kg CO ₂ /kg	APAT (2003)
(CO ₂) dolaylı emisyonlar			
- Elektrik kullanımı	- 0,47	kg CO ₂ /kWh	Environmental Protection Agency, (2019)

Enterik fermantasyonda emisyon faktörü aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır (IPCC, 2006).

$$EF = \left[\frac{GE \times \left(\frac{Y_m}{100} \right) \times 365}{55.65} \right]$$

Eşitlikte,

EF = emisyon faktörü, kg CH₄ baş-1 yıl-1

GE = brüt enerji alımı, MJ baş-1 gün-1

Y_m = metan dönüşüm faktörü, yemdeki brüt enerjinin metana dönüştürülen yüzdesi

55,65 faktörü (MJ/kg CH₄) metanın enerji içeriğidir.

Yemdeki brüt enerjinin metana dönüştürülen yüzdesi (Y_m) mandalarda %6,5 olarak alınmıştır (Lassey, 2006). Mandalarda günlük brüt enerji alımı 186,8 MJ/baş olarak alınmıştır (Córdor ve ark., 2008). Buna göre 1 kilogram manda sütü üretiminde ortaya çıkan enterik fermantasyon emisyon miktarı 79,63 kg CH₄/baş/yıl olarak hesaplanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Manda yetiştiriciliği yapan işletmelerin sosyo- ekonomik analizi

Araştırma kapsamında incelenen manda yetiştiriciliği yapan işletme yöneticilerinin ortalama yaşı 49 olup, eğitim gördükleri süre ortalama 6 yıldır. İşletme yöneticileri 44 yıllık tarımsal deneyime, 13 yıl hayvancılık deneyimine sahiptirler. İşletmecilerinin tamamının sosyal güvencesi vardır. İşletme yöneticileri yılda yaklaşık 9 ay boyunca tarımsal faaliyetlerde çalışmaktadırlar. İşletmelerdeki hayvan mevcudu ortalama 73 adettir. İşletmelerdeki manda sayısı ortalama 58 adet olup, hayvan varlığının %79'unu oluşturmaktadır. İşletme yöneticilerinin aile büyüklüğü 3 kişiden oluşmakta ve ortalama 2 kişi işletmedeki tarımsal faaliyetlerde çalışmaktadır (Çizelge 4).

Çizelge 4. İncelenen işletme ve işletme yöneticilerinin genel özellikleri

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma
İşletme sahibinin yaşı (yıl)	49,12	16,24
İşletme sahibinin öğrenim süresi (yıl)	5,77	4,40
Tarımsal deneyim (yıl)	44,35	14,17
Hayvancılık deneyimi (yıl)	31,25	16,54
İşletmede çalıştığı süre (ay)	8,80	2,03
Aile büyüklüğü (kişi)	3,31	1,87
İşletme arazisi büyüklüğü (da)	42,0	25,03
Hayvan mevcudu (BBHB)	73,38	54,24

İnceleme alanındaki işletme arazisi ortalama 42 dekar olup, 9 parselden oluşmaktadır. Açık alan arazi miktarı ortalama 40,4 dekar, örtü altı arazi miktarı ortalama 0,85 dekar, boş bırakılan arazi miktarı ortalama 3,6

dekarıdır. İşletme arazisinin dekara ortalama değeri 21 bin TL'dir. İncelenen işletmelerde örtü altında domates, biber, maydanoz, marul, hıyar ve patlıcan ürünleri yetiştirilmektedir. İşletmelerin açık alanında ise, arpa, ayçiçeği, buğday, çeltik, fiğ, mısır, silajlık mısır, soya fasulyesi, şeker pancarı, tütün, yonca ve yulaf ürünleri yetiştirilmektedir. İşletmelerde birden fazla ürün yetiştirilmekte olup, en fazla yetiştirilen ürün buğdaydır. Buğday ana ürün verimi dekara ortalama 343,7 kilogram, yan ürün verimi dekara ortalama 285,7 kilogramdır. Buğdayda olduğu gibi arpadan da yan ürün elde edilmektedir. İşletmede üretilen ürünlerin %55,7'si, yan ürünlerin ise tamamı hayvan beslenmesi için işletmede içerisinde kullanılmaktadır (Çizelge 5).

Çizelge 5. İşletmelere ait bitkisel üretim değerleri

Ürün	İşletme sayısı (adet)	Alan (da)	Verim (kg/da)	Fiyat (kg/TL)	Yan ürün verimi (kg/da)	Yan ürün fiyatı (kg/TL)	İşletmede kullanılan ana ürün miktarı (kg)	İşletmede kullanılan yan ürün miktarı (kg)
Buğday	75	11,1	343,7	6,2	285,7	1,1	3800,2	2551,3
Şeker pancarı	4	11,0	5050,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Yulaf	12	10,8	500,0	1,9	0,0	0,0	5182,5	0,0
Yonca	7	10,6	1471,4	2,3	0,0	0,0	21800,0	0,0
Çeltik	38	9,6	680,0	13,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Mısır	24	9,6	839,2	4,5	0,0	0,0	507,5	0,0
Silajlık Mısır	61	9,4	4381,1	1,1	0,0	0,0	41134,1	0,0
Fiğ	59	9,2	340,0	1,3	0,0	0,0	3106,1	0,0
Tütün	19	9,2	156,1	41,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Arpa	30	9,1	433,5	5,0	229,4	1,2	3865,8	2590,1
Ayçiçeği	9	8,7	221,1	9,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Soya fasulyesi	11	7,7	364,5	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0

İncelenen işletmelerin sermaye yapısı ve işletmelere ait gelir hesaplamalarında işletmeler bir bütün olarak analize dahil edilmiştir. İncelenen işletmelere ait varlıkların değeri ortalama 6,6 milyon TL'dir. Varlıkların %50,6'sını cari varlıklar, %49,4'ünü cari olmayan varlıklar oluşturmaktadır. İşletmelerde nakit varlıklar toplam varlıkların %11,7'sini, ticari alacaklar ise %15,4'ünü oluşturmaktadır. Varlıkların %23,4'ünü oluşturan stokların %72,4'ünü canlı varlıklar oluşturmakta, diğer kısmı ise malzeme stoklarından (saman, silaj, kuru ot, besi yemi vb.) oluşmaktadır (Çizelge 6).

Cari olmayan varlıklar içerisinde yer alan toprak sermayesi varlıkların %14,2'sini oluşturmakta, bina sermayesi ise %13,40'ını oluşturmaktadır. Bina sermayesinin 983 bin TL'lik kısmı ahırların değerinden oluşmaktadır. Ahırların ortalama yaşı 28 yıl olup, en eskisi 63 yıllıktır. Bina varlığında ahırdan sonra sırasıyla konut, yem deposu ve samanlık önemli yer tutmaktadır. İncelenen işletmelerin alet makine sermayesi 515 bin TL'dir. Alet makine sermayesi içerisindeki en fazla pay 268 bin TL ile traktöre aittir. Ayrıca işletmelerde römork, pulluk, diskaro, tırmık, ilaçlama motoru, gübre serpme makinesi, yem karma makinesi, silaj makinesi, saman makinesi gibi birçok alet makine bulunmaktadır (Çizelge 6).

İşletme varlıklarının %79,8'i öz sermayeden, %20,2'si ise borçlanma yoluyla finanse edilmiştir. Kredilerin yıllık faiz oranı ortalama %4,2'dir. İşletmelerin cari borçları toplam yükümlülüklerin %18,2'sini oluşturmaktadır. Cari borçlar içerisindeki en büyük pay kooperatifleri olan borçlanmadır. Bu borçlanmanın nedeni, işletmelerin hayvan yetiştiriciliğinde kullandıkları girdilerin önemli bir kısmını kooperatiften borçlu olarak temin etmesidir (Çizelge 6).

İncelenen işletmelerin yıllık faaliyet sonuçlarına göre işletmelerin gayri safi üretim değeri ortalama 2,74 milyon TL'dir. Nakit gelirler bitkisel ürün satışı, hayvansal ürün satışı, diğer hayvansal ürün satışları ve desteklerden oluşmaktadır. Nakit gelirler içerisindeki en büyük gelir diğer hayvansal ürün satışlarından elde edilmektedir. Diğer hayvansal ürün satışlarından elde edilen gelirin %83,96'sı manda sütünden elde edilen gelirden oluşmaktadır (Çizelge 7).

Gayrisafi üretim değeri içerisinde demirbaş değerindeki değişmelerin oranı ise %1,63'tür. İşletmelerin masrafları 1,78 milyon TL olup, üretim değerinin %64,98'ini oluşturmaktadır. Masrafların %86,7'si nakit işletme masraflarından, %3,99'u borç faizlerinden, %2,95'i amortismanlardan, %4,83'ü aile işgücü ücret karşılığında ve %1,53'ü döner sermaye faizinden oluşmaktadır. İşletmelerin vergi sonrası net işletme geliri 909 bin TL olarak hesaplanmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 5. İşletmelerin yıllık sermaye yapısı

Varlıklar			Borçlar ve Öz sermaye			
	Değer	%			Değer	%
Cari varlıklar	3.353,47	50,55	Borçlar		1.340,71	20,21
<i>Nakit ve nakit benzerleri</i>	776,69	11,71	<i>Cari borçlar</i>		1.209,85	18,24
<i>Nakit (kendi)</i>	84,72	1,28	<i>Kişi</i>		196,72	2,97
<i>Nakit (banka)</i>	691,97	10,43	<i>Banka</i>		70,06	1,06
Ticari alacaklar	1.023,01	15,42	<i>Firma</i>		215,27	3,25
Stoklar	1.553,77	23,42	<i>Kooperatif</i>		677,82	10,22
<i>Canlı varlıklar</i>	1.125,65	16,97	<i>Vergi karşılığı</i>		49,98	0,75
<i>Malzeme Stokları</i>	428,12	6,45	Cari olmayan borçlar		130,85	1,97
Cari olmayan varlıklar	3.279,93	49,45	<i>Banka</i>		130,85	1,97
Canlı varlıklar	113,77	1,72	Öz sermaye		5.292,69	79,79
Maddi cari olmayan (duran) varlıklar	3.166,16	47,73	<i>Sermaye</i>		4.383,08	66,08
<i>Toprak sermayesi</i>	939,12	14,16	<i>Dönem karı</i>		909,61	13,71
<i>Bina sermayesi</i>	1.711,44	25,80				
<i>Alet makine sermayesi</i>	515,60	7,77				
TOPLAM VARLIKLAR	6.633,40	100,00	TOPLAM YÜKÜMLÜLÜKLER		6.633,40	100,0

Çizelge 7. İşletmelere ait gelir tablosu

Gelir ve masraf grupları	Değer (bin ₺)	%
Üretim Değeri	2.740,08	100,00
Nakit Gelirler	2.695,53	98,37
Bitkisel ürün satışı	70,33	2,57
Hayvansal ürün satışı	553,02	20,18
Diğer hayvansal ürün satışı	2.005,54	73,19
Destekler	66,64	2,43
Demirbaş Değerindeki Değişmeler	44,55	1,63
Hayvansal üretim demirbaş artışı	44,55	1,63
Masraflar (-)	1.780,49	64,98
Nakit işletme masrafları	1.543,66	56,34
Borç faizleri	70,99	2,59
Amortismanlar	52,60	1,92
Hayvan	5,80	0,21
Bina	22,91	0,84
Alet-makine	17,83	0,65
Bitki	6,06	0,22
Aile İşgücü Karşılığı	86,07	3,14
Döner Sermaye Faizi	27,16	0,99
Net İşletme Geliri	959,59	35,02
Vergi Karşılığı (-)	49,98	1,82
Vergi Sonrası Net İşletme Geliri	909,61	33,20

İncelenen manda yetiştiriciliği yapan işletmelerde toplam manda sayısı 4876 adet olup laktasyon süresi 305 gündür. Daha önce yapılan çalışmalarda manda laktasyon süresi Balıkesir ilinde 210- 218 gün (Saner ve ark., 2022), Bursa ve Düzce illerinde 240 gün (Koyuncu ve ark., 2021; Şanlı ve Çoşkun 2023), Afyon ilinde 220- 225 gün (Şahin ve Ulutaş 2014), Türkiye genelinde ise 180- 280 gün (Soysal, 2006) olarak bulunmuştur. Bu bulgulara göre Samsun ilinde manda laktasyon süresinin diğer iller ve Türkiye geneline göre oldukça fazla olduğu görülmektedir. İşletmelerde yetiştirilen bir mandanın günlük süt verimi ortalama 4,92 litre olup, manda sütü litre fiyatı ortalama 19,3 TL'dir. Araştırmada tespit edilen 1 mandadan elde edilen günlük süt verimi, Günlü ve ark., (2010) 4,30 litre, Koyuncu ve ark., (2021) 5 litre, Işık ve Gül, (2016) 4,51 litre, Soysal, (2013) 5,05 litre çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. Atasever ve Erdem, (2008); Çiftçi ve Yılmaz, (2020) çalışmalarında, daha düşük süt verimi elde etmişlerdir (3,98 litre). Bazı çalışmalarda ise çalışma alanında tespit edilen süt veriminden daha yüksek (6,19- 6,29) süt verimi tespit etmişlerdir (Saner ve ark., 2022; Kaygısız ve ark., 2018).

Manda işletmelerinde bir hayvan başına günde ortalama 4,0 kg kesif yem, 7,3 kg kaba yem tüketilmektedir. Mandalar günde ortalama hayvan başına 5,5 kg besi yemi, 2,5 kg kepek, 9,2 kg mısır silajı, 6,1 kg saman ve 6,5 kg kuru ot tüketmektedirler. Besi yemi kilogram fiyatı ortalama 393 TL, kepek fiyatı ortalama 11 TL, mısır silajı ortalama 1,96 TL, saman fiyatı ortalama 2,52 TL, kuru ot fiyatı ortalama 1,49 TL'dir. İşletmelerdeki yıllık yem masrafı ortalama 1197 TL olup, bu masrafın %58'i manda üretiminden kaynaklanmaktadır. Manda yetiştiriciliğindeki yıllık yem masrafı yılda ortalama 688 bin TL'dir. Yıllık yem masraflarının ortalama 88 bin TL'si işletmede üretilen yem bitkilerinden karşılanmaktadır.

Manda Sütünün Karbon Ayak İzi

İşletmelerdeki manda sayısı ortalama 58 baş (toplam 4876 baş) olup, yılda üretilen manda sütü miktarı işletme başına ortalama 87229,3 litredir. İşletmelerde üretilen manda sütünün yağ oranı %9,21, protein oranı %3,98'dir. İnceleme alanındaki işletmelerdeki bir adet mandadan yılda ortalama 597 kilogram katı hayvan gübresi, 6200 mg/l sıvı hayvan gübresi elde edilmektedir. İnceleme alanında enterik fermantasyon faktörü 79,63 kg CH₄/baş/yıl olarak hesaplanmıştır. Enterik fermantasyonda emisyon faktörü Hindistan ve Çin'de yetişkin erkek mandalarda 55-77 kg CH₄/baş/yıl, yetişkin dişi mandalarda 57-89 kg CH₄/baş/yıl, yavru mandalarda 23-50 kg CH₄/baş/yıl olarak hesaplanmıştır (Gibbs ve Johnson, 1993).

Çizelge 8. Karbondioksit eşdeğeri emisyonlar (kg CO₂eq/yıl)

Emisyon faktörleri	kg CO ₂ eq/yıl	%
(CH ₄) enterik fermantasyon	9.706.897,00	33,48
(CH ₄) gübre oluşumu	1.917.487,00	6,62
- Otlatma sırasında	119.462,00	
- Kapalı alanda sıvı gübre	547.331,00	
- Kapalı alanda katı gübre	1.250.694,00	
(N ₂ O) emisyonları	17.349.402,13	59,84
- Katı gübre depolama	17.349.393,12	
- Sıvı gübre depolama	9,01	
(CO ₂) doğrudan emisyonlar	15.261,88	0,05
- Dizel yakıt kullanımı	15.261,88	
(CO ₂) dolaylı emisyonlar	3.461,96	0,01
- Elektrik kullanımı	3.461,96	
Toplam emisyon miktarı	28.992.509,97	100,00

İnceleme alanında üretilen 1 litre manda sütünün karbon emisyonu 3,95 kg/CO₂eq olarak hesaplanmıştır. Bu miktarın %33,48'ini enterik CH₄ gazı oluşturmaktadır (Çizelge 8). FAO, manda sütü üretiminden ortaya çıkan sera gazı emisyonunu 2,4 kg/CO₂eq olarak hesaplamış ve bu değer bölgesel olarak farklılık göstereceğini belirtmiştir. Örneğin Kuzey Amerika'da bu değer 1 kg/CO₂eq iken, Güney Amerika'da 7,5 kg/CO₂eq olarak hesaplanmıştır (FAO, 2010). Capper ve ark., (2009), manda sütü üretiminden ortaya çıkan sera gazı emisyonunu yıllara göre değişimini incelemiş, 1944 yılında 3,66 kg/CO₂eq olan değer 2007 yılına gelindiğinde 1,35 kg/CO₂eq'e düştüğünü tespit etmiştir. Gelişmiş ülkelerde ise sera gazı emisyonunun bir kilogram manda sütü üretiminde 0,6-2,2 kg/CO₂eq'i ortaya çıkardığı tahmin edilmiştir (Pirlo, 2012). İtalya'da yapılan bir çalışmada ise, bir litre manda sütü üretiminden ortaya çıkan sera gazı emisyonunu 3,75 kg/CO₂eq olduğunu tespit edilmiştir (Pirlo, 2014).

Çizelge 9. Yıllık toplam manda sütü üretimi ve karbondioksit eşdeğeri emisyonlar

	Manda sütü miktarı (ton)	Emisyon miktarı (ton/CO ₂ eq)
İncelenen işletmeler	7327,26	28942,68
Samsun	19232,81	75969,58
Türkiye	43589,00	172176,55

Üretilen 1 litre manda sütünün ortaya çıkardığı emisyon değerleri referans alınarak araştırma kapsamında incelenen işletmelerin, Samsun ilindeki işletmelerin ve Türkiye'deki işletmelerin ürettikleri toplam manda sütü ile ortaya çıkardıkları emisyon miktarları Çizelge 9'da yer almaktadır. İnceleme alanındaki işletmeler yıllık toplam 7327 ton manda sütü üretimi ile yaklaşık 29 ton karbon emisyonu ortaya çıkarmaktadır. Samsun ilinde üretilen 19233 ton manda sütü üretimi karşısında yaklaşık 76 ton karbon emisyonu, Türkiye'de 43589 ton manda sütünü üretmek için yaklaşık 172 bin ton karbon emisyonu üretildiği hesaplanmıştır (Çizelge 9).

SONUÇ ve ÖNERİLER


Samsun ilinde manda yetiştiriciliği yapan işletmelerin ekonomik analizinin yapılması ve üretilen manda sütünün karbon ayak izinin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada, işletmelerin ortalama 58 baş manda varlığı olduğu ve hayvan başına günlük ortalama 4,92 lt süt ürettiği belirlenmiştir. Dengeli bir mali yapıya sahip bu işletmelerin borçlanma düzeyleri düşüktür. Ekonomik açıdan bir sorunu olmayan bu işletmelerin, 1 litre süt üretmek için ortaya çıkardıkları karbon emisyonunun 3,95 kg olduğu belirlenmiştir. İşletmeye ait girdi ve çıktılarının karbon ayak izindeki etkileri içerisinde en büyük N₂O Emisyonundan oluşmaktadır. Bu emisyon içinde ise en büyük etki katı gübre depolanmasından kaynaklıdır. İkinci sırada ise en büyük payı enterik fermantasyon (CH₄) oluşturmaktadır. Bu sebeple araştırma alanı olan Samsun ilinde faaliyetlerini sürdüren manda sütü üreten işletmelerin karbon ayak izinin azaltılması amacıyla öncelikle N₂O Emisyonundan katı gübre depolaması ve enterik CH₄ emisyonunun dikkate alınması gerekmektedir. Bu kapsamda katı gübreden biyoenerji üretimi konusu önem kazanmaktadır. Kompostlama ile metan gazı salımı azaltılabilir. Gübre depolama alanlarının iyi tasarlanması ile organik maddelerin hızlı bozularak metan gazı üretmesi azaltılabilir. Karbon emisyonunun diğer önemli etkeni olan enterik CH₄ emisyonunu azaltmak için yem rasyonunda değişiklikler yapılabilir, yem rasyonuna sindirimi iyileştirecek kimyasal maddeler ve işkembede bulunan mikroorganizma sayısının düşürülmesini sağlayacak yem katkıları eklenebilir. Ayrıca hayvanların yaşam koşullarını iyileştirmek ve gübre

üretimini kontrol altına almak için sürdürülebilir ahır yönetimi uygulamak, karbon emisyonlarını azaltmada önemli bir rol oynayabilir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARASI

Çağatay YILDIRIM  <https://orcid.org/0000-0002-4121-5564>



KAYNAKLAR

- Açıl, A. F., Demirci, R. 1984. Tarım Ekonomisi Dersleri, Yayın No: 880, Ankara: A.Ü. Ziraat Fakültesi.
- APAT. 2003 Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici. Analisi dei fattori di emissione di CO₂ dal settore dei trasporti. Rapporti, 28.
- Awasthi, S. K., Kumar, M., Sarsaiya, S., Ahluwalia, V., Chen, H., Kaur, G., Awasthi, M. K. 2022. Multi-criteria research lines on livestock manure biorefinery development towards a circular economy: From the perspective of a life cycle assessment and business models strategies. *Journal of Cleaner Production*, 341, 130862.
- Barry, J. P., Hopkin, J. A., Baker, C. B. 1979. *Financial Management in Agriculture*. Danville, Illinois: The Interstate Printers and Publishers, Inc.
- Borghesi, G., Stefanini, R., Vignali, G. 2022. Life cycle assessment of packaged organic dairy product: A comparison of different methods for the environmental assessment of alternative scenarios. *Journal of Food Engineering*, 318, 110902.
- Bülbül, M. 1973. Adana Ovası Tarım İşletmelerinin Ekonomik Yapısı, Finansman ve Kredi Sorunları. Ankara: Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Mesleki Yayınlar Serisi
- Capper, J.L., Cady, R.A., Bauman, D.E. 2009. The environmental impact of dairy production: 1944 compared with 2007. *J. Anim. Sci.* 87, 2160–2167.
- Cóndor, R. D., Valli, L., De Rosa, G., Di Francia, A., De Lauretis, R. 2008. Estimation of the methane emission factor for the Italian Mediterranean buffalo. *animal*, 2(8), 1247-1253.
- Cóndor, R.D. 2011. Agricoltura: emissioni nazionali in atmosfera dal 1990 al 2009. Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale, Rapporto ISPRA 140/2011. Roma, Italy.
- Cóndor, R.D., Di Cristofaro, E., De Lauretis, R. 2008. Agricoltura: inventario nazionale delle emissioni e disaggregazione provinciale. Istituto superiore per la prevenzione e la ricerca ambientale, ISPRA Rapporto tecnico 85/2008. Roma, Italy.
- De Vries, M., I. J. M. De Boer. 2010. Comparing environmental impacts for livestock products: a review of life cycle assessments. *Livestock Science* 128: 1–11.
- Demirci, R. 1978. Kırşehir Merkez İlçesi Hububat İşletmelerinde Optimal İşletme Organizasyonları ve Yeter Gelirli İşletme Büyüklüklerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Ankara: Doçentlik Tezi (Yayınlanmamış), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Desjardins, R. L., Worth, D. E., Vergé, X. P., Maxime, D., Dyer, J., Cerkowniak, D. 2012. Carbon footprint of beef cattle. *Sustainability*, 4(12), 3279-3301.
- Dyer, J.A., X.P.C. Vergé, R.L. Desjardins, D.E. Worth. 2010. The protein-based GHG emission intensity for livestock products in Canada. *Journal of Sustainable Agriculture* 34(6): 618–629.
- Environmental Protection Agency, 2019. Ireland's Greenhouse Gas Emissions Projections. Johnstown Castle, Ireland. Climate Change Division, Washington, D.C., U.S.A.
- Ergöz, E. 2017. Manda Sütünden Üretilen Yayı ve Krema Tereyağlarının Nitelikleri. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 40s, Ankara.
- Erkuş, A. 1979. Ankara İli Yenimahalle İlçesinde Kontrollü Kredi Uygulaması Yapılan Tarım İşletmelerinin Planlanması Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, Yayın:709.
- Erkuş, A., Bülbül, M., Kırıl, T., Açıl, A. F., Demirci, R. 1995. Tarım Ekonomisi (Yayın No:5). Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı.
- Erkuş, A., Demirci, R. 1985. Tarımsal İşletmecilik ve Planlama, Yayın No:944, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

- Esengün, K., Akay, M. 1998. Tokat İli Artova Bölgesi Tarım İşletmelerinin Yapısal Analizi ve Faaliyet Sonuçları (Yayın No:24). Tokat: Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma Serisi.
- FAO. 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Greenhouse gas emissions from the dairy sector. A life cycle assessment. FAO, Rome, Italy.
- FAO. 2022. Methane emission in agriculture – source, quantification, mitigation and metrics. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nation; (in press).
- FAO. 2023. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Hayvansal üretim istatistikleri. (www.faostat.com erişim tarihi: 10.10.2023)
- Fidan, H. 1992. Çorum İlinde Sığır Yetiştiriciliği Yapan Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi ve Hayvansal Ürünlerin Maliyet Unsurlarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Berntsen, T., Betts, R., Fahey, D.W., Haywood, J., Lean, J., Lowe, D.C., Myhre, G., Nganga, J., Prinn, R., Raga, G., Schulz, M., Van Dorland, R. 2007. Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. In Climate Change: the physical science basis. Contribution of the Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: Salomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L. (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
- GİB. 2023. Gelir idaresi başkanlığı, amortisman oranları.
- Gibbs, M.J., Johnson, D.E. 1993. "Livestock Emissions." In: International Methane Emissions, US.
- Günlü, A., Çiçek, H., Tandoğan, M. 2010. Socio-economic analysis of dairy buffalo enterprises in Afyonkarahisar province in Türkiye. Journal of Food, Agriculture ve Environment, 8 (3;4), 689-691.
- IPCC. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: volume 4: Agriculture, Forestry and other Land Use. Intergovernmental Panel on Climate Change. Available from: (www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html) (visited in February 2012).
- İnan, İ. H. 2001. Tarım Ekonomisi ve İşletmeciliği (Genişletilmiş 6. Baskı). İstanbul: Avcı Ofset.
- Janzen, H. H., Desjardins, R. L., Asselin, J. M. R., Grace, B. 1998. The health of our air – towards sustainable agriculture in Canada. Ministry of Public Works and Government Services Canada. 91pp.
- Kaygısız, F., Evren, A., Koçak, Ö., Aksel, M., Talat, T. A. N. 2018. İstanbul'un Çatalca ilçesindeki mandacılık işletmelerinin etkinlik analizi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 65(3), 291-296.
- Kıral, T. 1998. Tarım Muhasebesi I. Ders Notları (Yayınlanmamış), Ankara.
- Kıral, T., Kasnakoğlu, H., Tatlıdil, F., Fidan, H., Gündoğmuş, E. 1999. Tarımsal Ürünler İçin Maliyet Hesaplama Metodolojisi ve Veri Tabanı Rehberi (Yayın No:37) Ankara: TEAE Yayınları.
- Koyuncu, M., Çetin, İ., Sargın, H. G., Çetin, E. 2021. Bursa İli Mustafakemalpaşa İlçesi Manda Yetiştiriciliği" Karaoğlan Mahallesi Örneği". Hayvansal Üretim, 62(1), 25-34.
- Kyoto Protocol. 1997. Kyoto Protocol to the United States Framework Convention on Climate Changes. Available from: (http://unfccc.int/resources/docs/convkp/kpeng.html).
- Nabuurs G. J., Dolman A. J., Verkaik E., Whitmore A.P, Daamen W. P., Oenema O., Kabat P., Mohren G. M. J. 1999. Resolving issues on terrestrial biosphere sinks in the Kyoto Protocol. Dutch National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change. Report 410 200 030, NOP Bilthoven, 100 p.
- Oenema, O., Velthof, G., Kuikman, P. 2001. Technical and policy aspects of strategies to decrease greenhouse gas emissions from agriculture. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 60, 301-315.
- Pirlo, G., Terzano, G., Pacelli, C., Abeni, F., Carè, S. 2014. Carbon footprint of milk produced at Italian buffalo farms. Livestock science, 161, 176-184.
- Popa, D., Popa, R., Vidu, L., Nicolae, C. 2016. Emission of methane from enteric fermentation of cattle and buffaloes in Romania between 1989-2014. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 10, 289-298.
- Saner, G., Engindeniz, S., Adanacioğlu, H., Güler, D., Şengül, Z. 2022. Manda yetiştiriciliğinin ekonomik yönü üzerine bir analiz: Balıkesir ili örneği. Hayvansal Üretim, 63(1), 35-46.
- Schau, E.M., A.M. Fet. 2008. LCA studies of food products as background for environmental product declarations. International Journal of Life Cycle Assessment 13: 255–264.
- Sijpestijn, G. F., Wezel, A., Chraki, S. 2022. Can agroecology help in meeting our 2050 protein requirements? Livest Sci, 256, 104822.
- Smith, K. A., McTaggart, I. P., Tsuruta, H. 1997a. Emissions of N₂O and NO associated with nitrogen fertilization in intensive agriculture, and the potential for mitigation. Soil Use Manage 13: 296–304.
- Smith, P., Powlson, D. S., Glendining, M. J., Smith, J. U. 1997b. Potential for carbon sequestration in European soils: preliminary estimates for five scenarios using results from long-term experiments. Global Change Biol 3: 67–79.

- Soysal, İ. 2006. Manda ve Ürünleri Üretimi. Tekirdağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Ders Notları. Tekirdağ.
- Soysal, M. İ. 2013. Anatolian water buffaloes husbandry in Turkey. *Buffalo Bull*, 32, 293-309.
- Şahin, A., Ulutaş, Z. 2014. Anadolu mandalarının değişik metotlara göre tahmin edilen süt verimleri üzerine bazı çevresel faktörlerin etkilerinin belirlenmesi.
- Şanlı, Y., Coşkun, H. 2023. Düzce’de Yetiştirilen Anadolu Irkı Manda Sütlerinde Laktasyon Boyunca Meydana Gelen Değişmeler. *Gıda*, 48(3), 641-652.
- TAGEM. 2022. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü.
- TÜİK. 2023. Türkiye İstatistik Kurumu, Hayvansal üretim istatistikleri
- Velthof, G. L., Oenema, O. 1997. Nitrous oxide emission from dairy farming systems in the Netherlands. *Netherlands J Agric Sci* 45: 347–360.
- Wheeler, D.M. 2012. OVERSEERS Technical manual. AGResearch Ltd.
- Yamane, T. 1967. Elementary sampling theory prentice Inc. Englewood Cliffs. NS, USA, 1(1), 371-390.

Erkençe Zeytin Çeşidinden Elde Edilen Zeytinyağlarının Kimyasal ve Duyusal Özelliklerine Organik ve Geleneksel Yetiştirme Yöntemlerinin ve Olgunluk Düzeyinin Etkisinin İncelenmesi

Elif Burçin UYANIK^{1*} , Aytaç SAYGIN GÜMÜŞKESEN² 

1İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Tarım ve Orman Bakanlığı, İzmir, Türkiye
2 Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

*Sorumlu Yazar: e-posta : elifburcin.buyukgok@tarimorman.gov.tr

Geliş Tarihi: 18.12.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 28.12.2023 Kabul Tarihi: 28.12.2023

ÖZ

Natürel zeytinyağının diğer bitkisel yağlardan farkı rafine edilmeksizin, sadece fiziksel ve mekaniksel yöntemler kullanılarak elde edilmesidir. Önemli biyoaktif bileşikleri içeren zeytinyağı, tüketiciler tarafından beğenilen özgün bir lezzeti muhafaza eden ve ham haliyle tüketilebilen bir üründür. Son dönemde tarımda çok fazla kimyasal girdi kullanımı, tüketicilerin natürel zeytinyağı da dahil bitkisel organik ürünlere olan talebinde artışına neden olmaktadır. Bu durum, organik ve geleneksel yöntemlerle üretilen gıdaların özelliklerini incelemeyi önemli kılmaktadır. Çalışmada; Bademler/Urla/İzmir’de, 2018-2021 yılları arasında 3 hasat sezonunda, organik ve geleneksel koşullarda yetişen Erkençe zeytin çeşidi farklı olgunluk dönemlerinde (erken, orta) hasat edilmiştir. Elde edilen zeytinlerde olgunluk indeksi, 100 meyve ağırlığı, en-boy ölçümü, % nem ve yağ içeriği, zeytinyağlarında ise kalite analizleri, oksidatif stabilite, toplam fenol miktarı ve duyu analizleri yapılmıştır. Meyve eni, nem (%), kuru maddede yağ oranı (%) ve zeytinyağının duyu notalarından çimen ile enginar özelliklerinde yetiştirme yöntemleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde fark olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Olgunluk indeksi, meyve eni, serbest yağ asitliği, peroksit değeri, UV’de özgül soğurma değerleri (K_{232} , K_{270} ve delta E), indüksiyon periyodu, klorofil ve karotenoid içerikleri ve duyu notalardan yaprak, elma, domates, acıklık ve samanımı/kurtlu özelliklerinde olgunlaşma dönemleri arasında istatistiksel açıdan önemli fark olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Anahtar kelimeler: Organik zeytinyağı, erkençe, olgunlaşma dönemi, geleneksel

Investigation of the Effect of Organic and Traditional Cultivation Methods and Maturity Level on the Chemical and Sensory Properties of Olive Oils Obtained from Erkençe Olive Variety

ABSTRACT

The difference of virgin olive oil from other vegetable oils is that it is obtained without refining, using only physical and mechanical methods. Olive oil, which contains important bioactive compounds, is a product that preserves a unique taste appreciated by consumers and can be consumed in its raw form. Recently, the use of too many chemical inputs in agriculture has caused an increase in consumers' demand for organic plant-based products, including virgin olive oil. This makes it important to examine the properties of foods produced by organic and conventional methods. In the study, Erkençe olive variety, grown under organic and conventional conditions in Bademler/Urla/İzmir, was harvested at different maturity periods (early, middle) in 3 harvest seasons between 2018-2021. Maturity index, 100 fruit weight, width-length measurement, % moisture and oil content were performed on the obtained olives and quality analyses, oxidative stability, total phenol amount and sensory analyzes were performed on the olive oils. Differences were found in fruit width, % moisture, % oil in dry matter and grass and artichoke characteristics between cultivation methods. Maturity index, fruit width, free fatty acidity, peroxide value, specific absorbance values in UV (K_{232} , K_{270} and delta E),

induction period, chlorophyll and carotenoid contents and sensory notes such as leaf, apple, tomato, fluidity and hay/grubby characteristics were found to differ between ripening periods ($p<0.05$).

Key words: Organic olive oil, erkence, ripening period, traditional

GİRİŞ

Gıda biliminin temel görevlerinden biri, besin kalitesi yüksek olan ancak bunun yanında düşük çevresel etkiyle üretilen, kimyasal gübreler ve insektisitler gibi bitkisel ilaçlarla kirlenmenin azaltılarak üretildiği gıda sağlamaktır (Jimenez ve ark., 2017). Uluslararası Organik Tarım Hareketi Federasyonu (IFOAM)'na göre: "Organik tarım; toprak, ekosistem ve insan sağlığını sürdüren bir üretim sistemidir (Anon., 2009). "Organik gıda" terimi, organik tarımın ilkelerine ve uygulamalarına uygun olarak üretilen ürünleri ifade eder. Organik tarım uygulamaları, arazi ve işletmenin her bir bölümünün, kimyasal kirliliğini asgariye indirerek ve yüksek kalitede gıda üretilmesi gibi pek çok avantaj sunarak etkili ve sürdürülebilir bir gıda üretim sistemi oluşturma fikrine dayanır (Bourn ve Prescott, 2002). Bu nedenlerden dolayı, tüketicilerin organik gıdalara olan taleplerinde, küresel ölçekte önemli artışlar vardır (Kalogiouri ve ark., 2017). Natürel zeytinyağı Akdeniz ülkelerinde ana diyet yağdır ve bitkisel yağlar arasında katma değeri en yüksek olan yağlardan biridir (Ouni ve ark., 2016). Bu gıdanın faydalı etkileri, antioksidan özelliğe sahip minör bileşenlere sahip olması ve tekli doymamış yağ asitleri içeriğinin fazla olmasından kaynaklanmaktadır (Peres ve ark., 2017). Zeytin meyvesinin olgunlaşması aylarca sürer; ve gelişim yetiştirme bölgesine, zeytin çeşidine, sıcaklığa ve tarım uygulamalarına göre değişiklik gösterir. Olgunlaşma süresince meyve içerisinde organik maddelerin özellikle de trigliseritlerin sentezlenmesiyle ve natürel zeytinyağının kalitesini etkileyebilen diğer enzimatik aktivitelerle ilgili önemli kimyasal değişimler meydana gelir (Boskou, 1996). Bu değişiklikler, elde edilen ürünün kalite sınıfına, duyuşal özelliklerine, oksidatif stabilitesine, klorofil ve karotenoid içeriğine, toplam fenol içeriğine ve besin değerine yansır (Ouni ve ark., 2016; Jimenez ve ark., 2013). Besin değerinin yanında natürel zeytinyağının tüketiminin artışının asıl sebebi duyuşal özellikleridir. Natürel zeytinyağının lezzeti genellikle tüketiciler tarafından en çok kabul gören pozitif duyuşal özellikleriyle ilgilidir (Morales ve ark., 2005). Zeytinyağının aromasını oluşturan bileşenler, yağda bulunan çeşitli enzimler yoluyla yağların kontrollü oksidasyonu ile oluşmakta ve çok düşük konsantrasyonlarda bile duyuşal olarak algılanabilmektedir (Çevik ve ark., 2015). Karakteristik olarak hafif, güzel koku ve lezzete sahip zeytinyağı elde etmek için, zeytinyağını optimum olgunluk derecesinde hasar görmemiş zeytinlerden uygun bir şekilde ekstrakte etmek gerekir (Salvador ve ark., 2001). Fenolik bileşikler direkt ya da indirekt olarak istenen ya da istenmeyen lezzetin oluşumuna katkı sağlayarak gıdaların besinsel ve duyuşal özellikleriyle yakından ilişkilendirilirler (Rivas ve ark., 2013). Fenolik bileşikler zeytinin çeşidi, olgunluğu ve yetiştirilmesi gibi faktörlere bağlı olarak meyvede %0.1'den %0.3'e kadar değişen oranlarda bulunur (Nieto ve ark., 2010). Zeytin yetiştirme yöntemi elde edilen zeytinyağlarının kimyasal ve duyuşal kalitesi üzerinde potansiyel olarak farklılık gösterebilir ancak bu konuda yapılan çalışmalar yetersizdir (Barbieri ve ark., 2015; Marian ve ark., 2014; Lima ve Vianello, 2011;). Bu yöntemlerden zararlıların ve hastalıkların kontrolü, tüketicilerin organik ürünlere olan talebinin artması ve insektisitler, fungusitler veya herbisitler gibi bazı kimyasal ürünlerin bitkilere uygulanması konusunda yapılan sıkı düzenlenmeler nedeniyle özellikle önemlidir (Anon., 1991a). Türkiye, son 5 yıllık ortalamaya bakıldığında dünyada dördüncü büyük zeytinyağı üreticisi ülkedir (Anon., 2023a) ve kendine has aroması ve kimyasal bileşimi olan 101 farklı tescilli zeytin çeşidine sahiptir (Anon., 2023b). Türkiye'de organik tarım yapılan en önemli illerin başında İzmir gelmektedir. Urla Yarımadası'nda, organik zeytin ağaçları, ekolojik tarımın önemli bir bölümünü temsil eder ve bu da yerel ekonomiye büyük katkıda bulunur. Erkence zeytin çeşidi İzmir'in Karaburun, Çeşme, Foça ve Urla ilçelerinde yetiştirilmektedir ve bu bölgelerdeki zeytin ağaç varlığının önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Tutar, 2010).

Erkence zeytinyağları daha önce üzerinde az sayıda araştırma yapılan bir çeşittir ve yapılan bu araştırmalar daha çok çeşidin kimyasal özelliklerini belirlemeye yöneliktir. Yapılan bu çalışmayla Bademler köyünde (Urla/İzmir) organik ve geleneksel yöntemlerle yetiştirilen Erkence çeşidi zeytinlerden 3 farklı hasat yılında ve 2 farklı hasat döneminde (erken-orta) elde edilen meyve özellikleri ile zeytinyağlarının kimyasal ve duyuşal özellikleri incelenmiş ve organik ve geleneksel yetiştirme yöntemlerinin ve zeytinin olgunlaşma düzeyinin zeytin ve zeytinyağında incelenen özellikler üzerindeki etkileri belirlenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışmada materyal olarak Bademler köyünde (Urla/İzmir) sertifikalı organik ve geleneksel yetiştirme yöntemleri ile yetiştirilen Erkence zeytin çeşidi kullanılmıştır. Zeytinler 3 hasat yılı (2018-2019, 2019-2020, 2020-2021) ve 2 farklı hasat döneminde (erken, orta) hasat edilmiştir. Deneme 2 tekerrürlü olarak

gerçekleştirilmiş, her bir tekerrür için 3 farklı ağaçtan hasat edilen zeytinler paçal yapılmış ve zeytinyağları elde edilmiştir.

Metot

Zeytinlerde ve zeytinyağlarında aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır. Analizler 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

Zeytin meyvesinde yapılan analizler

Olgunluk indeksi: Zeytinlerin olgunluk indeksi meyvenin kabuk, et ve çekirdek renginin esas alındığı Uceda ve Frias'ın (1975) kullandığı yöntemle belirlenmiştir.

Yüz meyve ağırlığı: Hasat edilen 1 kg zeytin örneği içerisinde rastgele alınan 100 adet zeytin tartılıp, g olarak kaydedilmiştir (Anon., 2003).

Meyve en-boy ölçümü: Hasat edilen 1 kg zeytin örneği içerisinde rastgele alınan 100 adet zeytinin eni ve boyu kumpas ile ölçülüp, mm cinsinden ve ortalama alınarak belirlenmiştir (Anon., 2003).

% Nem ve % yağ içeriği: TS7630'a göre yapılmıştır (Anon., 1989). Yağ içeriği zeytin hamurunun ıslak ve kuru ağırlığına göre iki şekilde ifade edilmiştir.

Zeytinyağının elde edilmesi

Zeytinyağı ekstraksiyonu Abencor sistemi (MC2 Ingenieria y Sistemas, Sevilla, Spain) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen zeytinyağları analizler yapıncaya kadar +4 °C'de koyu renk şişelerde saklanmıştır.

Zeytinyağında yapılan analizler

Serbest yağ asidi miktarı, peroksit değeri ve UV'de özgül soğurma değerleri: Serbest yağ asitliği (%), oleik asit), peroksit değeri (meq O₂/kg yağ) ve UV'de özgül soğurma değerleri (K₂₃₂, K₂₇₀ ve ΔE) (A^{%1}1cm) Avrupa Birliği Resmi Analiz Metotlarına göre gerçekleştirilmiştir (Anon., 1991b).

Toplam fenol miktarı: Gutfinger (1981) tarafından kullanılan spektrofotometrik yöntemle göre Folin Ciocalteau reaktifi ile yağ örneklerinin toplam fenol içeriği kolorimetrik olarak tespit edilmiştir (Gutfinger, 1981). Toplam fenoller, standart bir kalibrasyon eğrisi (R²= 0,99) kullanılarak mg CAE/kg yağ olarak ifade edilmiştir.

Oksidatif stabilite analizi: Oksidatif stabilite Amerikan Yağ Kimyacıları Topluluğu'nun (AOCS-Cd 12b-92) (Anon., 1994) onayladığı sabit 120°C sıcaklıkta 20 L/saat hava akışına maruz bırakılan 3 g yağ numunesinin oksidasyona karşı direncinin süresini (saat) değerlendiren Ransimat yöntemine göre Metrohm Rancimat-743 cihazı kullanılarak belirlendi (Barmak ve ark., 2011). Sonuçlar saat cinsinden indüksiyon süresi olarak ifade edilmiştir.

Klorofil ve karotenoid içeriği: Zeytinyağından pigment ekstraksiyonu işlemi için 7.5 g yağ tam olarak tartılarak sikloheksanda çözülerek son hacmi 25 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra klorofil ve karotenoid içerikleri için spektrofotometrede sırasıyla 670 ve 470 nm'de absorpsanları belirlenmiştir. Klorofil içeriği mg feofitin a/kg yağ cinsinden, karotenoid içeriği ise mg lutein/kg yağ cinsinden ifade edilmiştir (Youssef ve ark., 2009).

Zeytinyağının duyu analizi: Uluslararası Zeytin Konseyi'nin COI/T.20/Doc.15 ve COI/T.20/Doc.22 yöntemlerine göre yapılmıştır (Anon., 2015; Anon., 2005). Analizler İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü'nün Türkak'tan akredite zeytinyağı tadım paneli tarafından yapılmıştır. Bu panel 8-10 tadımcıdan oluşmuştur. Tadımcılar, farklı tanımlayıcıların yoğunluğunu 10 cm' lik bir ölçekte değerlendirmiş ve bu yöntemle zeytinyağlarının lezzet profilleri oluşturulmuştur.

İstatistiksel analiz: Veriler SPSS paket programı kullanılarak analiz edilmiş ve ortalamalar arasındaki %5 düzeyindeki farkların anlamlılığı t-testi kullanılarak belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çizelge 1’de organik ve geleneksel yetiştirme tekniği ile yetiştirilmiş ve 3 hasat yılı ile 2 farklı hasat döneminde (erken-orta) hasat edilmiş zeytin meyvelerinin ve bu meyvelerden elde edilen zeytinyağlarının kalite analiz sonuçları verilmiştir. Çalışmada yer alan bütün örneklerde zeytinyağının kalite parametrelerinden olan peroksit değeri ve UV’de özgül soğurma değerleri (K232, K270 ve ΔE), Türk Gıda Kodeksi “Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği” nde natürel sızma zeytinyağları için belirlenen limitlerin içerisinde bulunmuştur. Serbest yağ asitliği değerlerine bakılacak olursa; organik orta hasat dönemi, geleneksel orta hasat dönemlerinde sırasıyla 1.49 ve 0.82 (% oleik asit) bulunmuştur. Bu değerler natürel sızma zeytinyağları için belirlenen ≤ 0.8 değerinden büyük bulunmuş, serbest yağ asitliği değerleri ≤ 2 olduğu için natürel birinci zeytinyağı sınıfına girmiştir. Bu örnekler dışında kalan örnekler natürel sızma zeytinyağı sınıfına girmiştir (Anon., 2017).

Çizelge 1. Zeytin meyvesi ve zeytinyağı kalite analiz sonuçları.

Meyve ve Zeytinyağının Kalite Analizleri	Organik		Geleneksel		Organik Ortalama (n=12)	Geleneksel Ortalama (n=12)	Erken Hasat Ortalama (n=12)	Orta Hasat Ortalama (n=12)
	Erken Hasat (n=6)	Orta Hasat (n=6)	Erken Hasat (n=6)	Orta Hasat (n=6)				
Olgunluk İndeksi	1,73	3,76	1,75	3,53	2,74	2,64	1,74*	3,64*
100 Meyve Ağırlığı (g)	361,94	473,85	368,20	404,48	417,89	386,34	365,07	439,17
Meyve Eni (mm)	16,01	17,68	15,53	16,20	16,85*	15,86*	15,77*	16,94*
Meyve Boyu (mm)	23,74	25,96	23,84	23,86	24,85	23,85	23,79	24,91
% Nem	47,54	51,72	42,57	44,37	49,63*	43,47*	45,05	48,04
% Yağ İçeriği (Kuru maddede)	44,92	46,20	37,63	42,19	45,56*	39,91*	41,27	44,19
% Yağ İçeriği (Yaş maddede)	23,65	22,18	21,68	23,20	22,92	22,44	22,66	22,69
Serbest Yağ Asitliği (% oleik asit)	0,31	1,49	0,38	0,82	0,90	0,60	0,35*	1,15*
Peroksit Değeri (meq O ₂ /kg yağ)	6,44	10,39	6,43	9,02	8,41	7,72	6,43*	9,70*
K ₂₃₂ (A ^{%1} 1cm)	1,78	1,97	1,71	1,91	1,88	1,81	1,75*	1,94*
K ₂₇₀ (A ^{%1} 1cm)	0,16	0,18	0,15	0,18	0,17	0,16	0,15*	0,18*
ΔE (A ^{%1} 1cm)	-0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,01*	0,00*
İndüksiyon Periyodu (saat)	11,02	8,16	9,00	7,37	9,59	8,19	10,01*	7,77*
Toplam Fenol Miktarı (mg CAE/kg yağ)	504,93	370,32	271,48	374,68	437,62	323,08	388,21	372,50
Klorofil İçeriği (mg/kg)	8,07	7,07	14,44	5,89	7,57	10,17	11,26*	6,48*
Karotenoid İçeriği (mg/kg)	4,89	3,11	7,16	3,29	4,00	5,22	6,03*	3,20*

*: p<0.05 düzeyinde anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Değerler 3 yılın ortalama değerleridir.

Üç yıl süresince elde edilen veriler bir arada değerlendirildiğinde; organik ve geleneksel üretim parsellerinde meyve ve zeytinyağı örneklerinden elde edilen veriler kalite parametreleri yönünden istatistiksel açıdan t-testi ile irdelendiğinde; meyve eni, % nem ve kuru maddede % yağ içerikleri yönünden istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği belirlenmiştir (p<0.05). Meyve eni organik zeytinlerde ortalama 16.85 mm iken, geleneksel zeytinlerde ortalama 15.86 mm’dir. Meyvede % nem içeriği ise organik zeytinlerde ortalama % 49.63 iken, geleneksel üretim tekniği ile üretilen meyvelerde ortalama % 43.47 olarak belirlenmiştir. Kuru maddede % yağ içeriği organik zeytinlerde ortalama % 45.56 iken, geleneksel üretim tekniği ile üretilen zeytinlerde ortalama %39.91’dir. Meyve analizleri arasında bu üç parametre dışında kalan hiçbir parametrede yetiştirme yöntemleri arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir (p<0.05). Veriler erken ve orta olgunlaşma dönemlerinin karşılaştırılması yönünden irdelendiğinde ise yapılan t-testi sonuçlarına göre olgunluk indeksi (erken hasatta ortalama 1.74; orta hasatta ortalama 3.64), meyve eni (erken hasatta ortalama 15.77 mm; orta hasatta ortalama 16.94 mm), serbest yağ asitliği (erken hasatta ortalama %0.35oleik asit; orta hasatta ortalama %1.15 oleik asit), peroksit değeri (erken hasatta ortalama 6.43 meqO₂/kg yağ; orta hasatta ortalama 9.70 meqO₂/kg

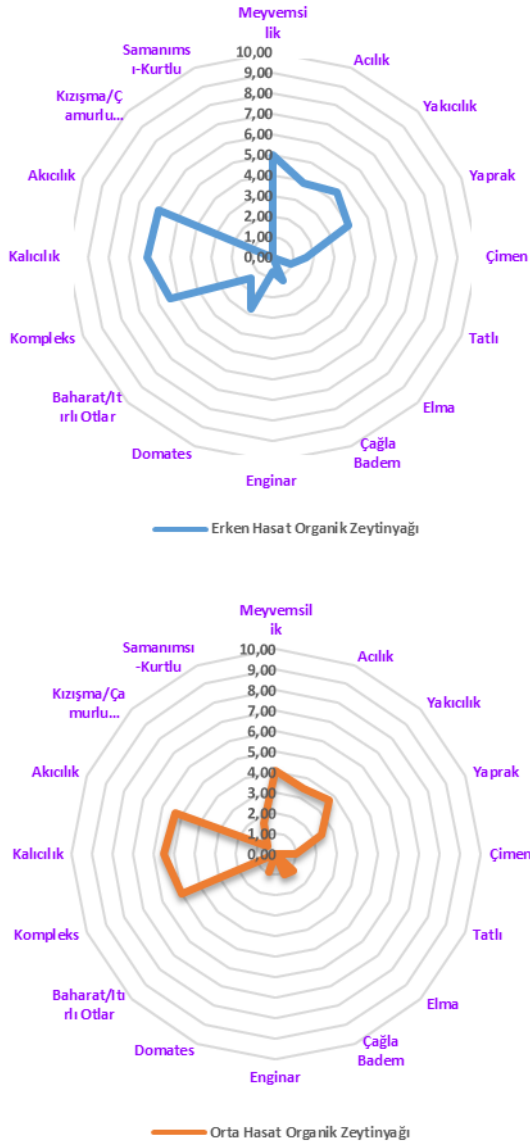
yağ), K_{232} değeri (erken hasatta ortalama 1.75; orta hasatta ortalama 1.94), K_{270} değeri (erken hasatta ortalama 0.15; orta hasatta ortalama 0.18), delta E değeri (erken hasatta ortalama -0.0090; orta hasatta ortalama -0.0028), indüksiyon periyodu (erken hasatta ortalama 10.01 saat; orta hasatta ortalama 7.77 saat), klorofil içeriği (erken hasatta ortalama 11.26 mg/kg; orta hasatta ortalama 6.48 mg/kg) ve karotenoid içeriği (erken hasatta ortalama 6.03 mg/kg; orta hasatta ortalama 3.20 mg/kg) bakımından istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık belirlenmiştir ($p<0.05$). Meyve analizleri arasında bu parametreler dışında kalan hiçbir parametrede olgunlaşma dönemleri arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir ($p<0.05$). Zeytin meyvesinin ana bileşenlerinden biri toplam ağırlığının yaklaşık olarak %56'sını oluşturan sudur (Beltrán ve ark., 2004). Meyvede nem içeriğinin biyolojik bir gelişme olduğu ve sulama, yağış ve sıcaklık gibi bakım ve iklim faktörlerinin de bu özellik üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir (Kutlu ve Şen, 2011). Çalışmada meyve eni ve % nem içeriği organik yetiştirme yöntemiyle elde edilen zeytinlerde daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Olgunlaşma ilerledikçe bu değerlerde bir artış gözlenmiştir ($p<0.05$). Varol ve ark. (2011) ile Kaleci (2010) de elde edilen bulgularla uyumlu olarak meyve eni değerlerini organik meyvelerde daha yüksek bulmuştur. Zeytin meyve etini oluşturan başlıca maddeler su ve yağdır. Bunların miktarı olgunlaşma döneminde birbirine ters yönde değişir. Yağ birikimi ile meyvede su azalması arasında ters bir ilişki olduğu ilgili literatürde belirtilmiştir (Civantos, 1986; Fernandez Diez, 1971). Çalışmada belirlenen kuru maddede % yağ içeriği, organik zeytinyağlarında geleneksel olanlara göre daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Özkan (2022) ile Kattmah ve ark. (2021)'nin yaptığı çalışmada da elde edilen bulgularla uyumlu olarak kuru maddede % yağ içeriği organik zeytinlerde daha yüksek bulunmuştur. Varol ve ark. (2011) ile Kaleci (2010) ise geleneksel olarak yetiştirilen zeytinlerde % yağ içeriğini daha yüksek bulmuştur. Yaptığımız çalışmada zeytinyağının kalite parametrelerinde yetiştirme yöntemleri arasında istatistiksel açıdan önemli düzeyde fark bulunmamıştır ($p<0.05$). Ancak olgunlaşma ilerledikçe serbest yağ asitliği, peroksit değeri ve UV'de özgül soğurma değerlerinde (K_{232} , K_{270} ve delta E) artış gözlenmiştir ($p<0.05$). İndüksiyon periyodu, klorofil ve karotenoid içeriklerinde ise olgunlaşma ilerledikçe azalış gözlenmiştir ($p<0.05$). Volakakis ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada yağların peroksit ve K_{232} değerlerinde yetiştirme yöntemlerinin bir etkisinin olmadığını ancak; organik zeytinyağlarının serbest yağ asitliği miktarının daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Kattmah ve ark. (2021) ise organik zeytinyağlarının serbest yağ asitliği miktarını daha düşük bulmuştur. Jimenez ve ark., (2014) yaptıkları çalışmada, gerçekleştirdiğimiz çalışmada elde edilen bulgularla uyumlu olarak serbest yağ asitliği miktarının olgunlaşma ilerledikçe genel olarak arttığını ancak yetiştirme yöntemine göre serbest yağ asitliğinde ki değişimin çeşide bağlı olduğunu bildirmiştir. Serbest yağ asitliğinin olgunlaşma ilerledikçe artışının nedeni, meyvedeki enzimatik aktivitedeki artış, özellikle lipolitik enzimlerin artışı ile ilişkilendirilmektedir. Ayrıca olgunlukla zeytin meyvelerinin patojenik enfeksiyonlara ve mekanik zarara hassas olmasının da serbest yağ asitliği değerinin yüksek çıkmasına neden olduğu belirtilmektedir (Kutlu ve Şen, 2011; Salvador ve ark., 2001). Nsir ve ark. (2017) Sayali zeytin çeşidiyle yaptığı çalışmada olgunlaşma ilerledikçe zeytinyağının indüksiyon periyodunun azaldığını bildirmiştir. Jimenez ve ark., (2014) Picual ve Hojiblanca çeşitlerinin oksidatif stabilitesinin meyve olgunlaştıkça azaldığını bildirmiştir. Olgunlaşmanın ileri dönemlerinde lipit oksidasyonunu engelleyen minör bileşiklerde (klorofil, karotenoidler ve fenolik bileşikler) azalma eğilimi ve bunun sonucu olarak oksidatif stabilite değerlerinde azalma görüldüğü düşünülmektedir. Youssef ve ark. (2009) ise elde ettiğimiz bulgularla uyumlu olarak olgunlaşma ilerledikçe zeytinyağının klorofil ve karotenoid içeriklerinin azaldığını bildirmiştir. Olgunlaşma sürecinde zeytinyağının rengindeki değişim pigment konsantrasyonunun azalmasıyla açıklanabileceği gibi, antosiyaninler gibi diğer renk bileşiklerinin oluşumuyla da açıklanabilir. Çizelge 2'de zeytinyağlarının duyu analizi sonuçları görülmektedir (medyan). Yapılan duyu analizi sonuçlarına göre bütün örneklerin meyvemsilik medyanları "0" in üzerinde bulunmuştur. Organik erken hasat ve geleneksel erken hasat dönemlerinde elde edilen zeytinyağlarında duyu analizi açısından kusur tespit edilmemiştir. Organik orta hasat döneminden elde edilen yağlarda hem kızışma/çamurlu tortu (medyan= 0.54 medyan) hem de samanimsi/kurtlu (medyan=1.61) kusurları algılanmıştır. Geleneksel orta hasat döneminden elde edilen yağlarda ise düşük şiddette (medyan=0.62) samanimsi/kurtlu kusuru algılanmıştır. Bu kusurların medyanları ≤ 3.5 olduğu için bahsedilen 2 örnek "natürel birinci zeytinyağı" sınıfına, diğer örnekler ise "natürel sızma zeytinyağı" sınıfına girmiştir (Anon., 2017).

Çizelge 2. Zeytinyağının duyu analizi sonuçları.

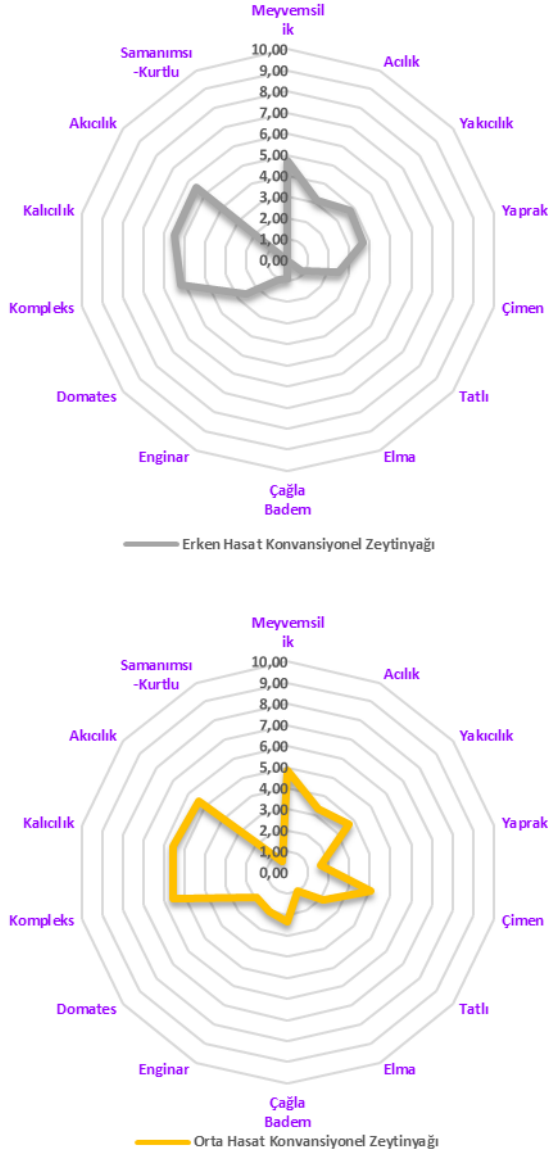
Duyusal Özellikler (medyan)	Organik		Geleneksel		Organik Ortalama (n=12)	Geleneksel Ortalama (n=12)	Erken Hasat Ortalama (n=12)	Orta Hasat Ortalama (n=12)
	Erken Hasat (n=6)	Orta Hasat (n=6)	Erken Hasat (n=6)	Orta Hasat (n=6)				
Meyvemsi	4,96	4,10	4,75	4,88	4,53	4,81	4,85	4,49
Acılık	3,89	3,48	3,18	3,37	3,69	3,28	3,54	3,43
Yakıcılık	4,48	3,70	3,80	3,69	4,09	3,75	4,14	3,70
Yaprak	3,99	2,43	3,64	1,58	3,21	2,61	3,82*	2,00*
Çimen	1,65	1,00	2,48	4,03	1,33*	3,26*	2,07	2,52
Tatlı	0,94	0,00	0,83	2,11	0,47	1,47	0,89	1,05
Elma	0,00	1,17	0,00	1,00	0,58	0,50	0,00*	1,08*
Badem	1,28	1,08	0,88	2,36	1,18	1,62	1,08	1,72
Enginar	0,71	0,00	1,02	2,08	0,35*	1,55*	0,86	1,04
Domates	2,77	0,92	2,55	1,93	1,84	2,24	2,66*	1,43*
Baharat/İtirlü								
Otlar	1,48	0,00	0,00	0,00	0,74	0,00	0,74	0,00
Kompleks	5,39	5,01	5,22	5,59	5,20	5,40	5,30	5,30
Kalıcılık	6,13	5,49	5,51	5,58	5,81	5,54	5,82	5,53
Akıcılık	5,99	5,31	5,56	5,44	5,65	5,50	5,78*	5,38*
Kızıyım/Çamurlu								
Tortu	0,00	0,54	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,27
Samanımsı/Kurtlu	0,00	1,61	0,00	0,62	0,80	0,31	0,00*	1,11*

*: $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Değerler 3 yılın ortalama değerleridir.

Üç yıl süresince elde edilen veriler bir arada değerlendirildiğinde; organik ve geleneksel üretim parsellerinden elde edilen veriler, zeytinyağının duyu analizi yönünden t-testi ile istatistiksel açıdan irdelendiğinde; çimen ve enginar özelliklerinin istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0.05$). Çimen özelliğinin medyanı organik zeytinyağlarında ortalama 1.33 iken, geleneksel üretim tekniği ile üretilen zeytinyağlarında ortalama 3.26 değerini almıştır. Enginar özelliğinin medyanı organik zeytinyağlarında ortalama 0.35 iken, geleneksel üretim tekniği ile üretilen zeytinyağlarında ortalama 1.55 olarak bulunmuştur. Duyusal analiz sonuçlarında bu parametreler dışında kalan hiçbir parametrede yetiştirme yöntemleri arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir ($p < 0.05$). Veriler erken ve orta olgunlaşma dönemlerinin karşılaştırılması yönünden irdelendiğinde ise yapılan t-testi sonuçlarına göre natürel zeytinyağının yaprak (erken hasatta ortalama 3.82; orta hasatta ortalama 2.00), elma (erken hasatta ortalama 0.00; orta hasatta ortalama 1.08), domates (erken hasatta ortalama 2.66; orta hasatta ortalama 1.43), akıcılık (erken hasatta ortalama 5.78; orta hasatta ortalama 5.38) ve diğer kusurlar sınıfına giren samanımsılık/kurtluluk medyanlarında (erken hasatta ortalama 0.00; orta hasatta ortalama 1.11) istatistiksel olarak farklılık belirlenmiştir ($p < 0.05$). Duyusal analiz sonuçlarında bu parametreler dışında kalan hiçbir parametrede olgunlaşma dönemleri arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir ($p < 0.05$). Şekil 1 ve 2’de zeytinyağı örneklerinin lezzet profilleri görülmektedir. Bu çalışmada yetiştirme yöntemi zeytinyağının çimen ve enginar özelliklerini önemli bir şekilde etkilemiştir ($p < 0.05$). Her iki duyu nota da geleneksel zeytinyağlarında daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Bunun yanında orta hasat dönemi, zeytinyağlarında istatistiksel açıdan önemli düzeyde bazı kusurların (samanımsı-kurtlu) oluşmasına da sebep olmuştur ($p < 0.05$). Alowairesh ve ark. (2018), Frantoio ve Manzanilla çeşitleriyle yaptıkları çalışmada hasat geciktikçe zeytinyağında duyu açıdan negatif özelliklerin ortaya çıktığını bildirmiştir. Nsir ve ark. (2017) de aynı şekilde daha erken dönemde hasat edilen meyvelerden elde edilen zeytinyağlarının olumlu duyu özellikleri daha yüksek bulunmuştur. Jimenez ve ark. (2017) yaptığı çalışmada geleneksel olarak elde edilen yağlar yeşil yaprak karakteri zengin ve daha acı iken, organik yağlar daha tatlı bulunmuştur.



Şekil 1. Organik zeytinyağlarına ait lezzet profilleri



Şekil 2. Konvansiyonel zeytinyağlarına ait lezzet profilleri

SONUÇ ve ÖNERİLER


Yapılan çalışmada meyve eni, % nem, kuru maddede % yağ ve duyuşal notalardan çimen ile enginar özelliklerinde yetiştirme yöntemleri arasında istatistiksel açıdan önemli fark olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). Olgunluk indeksi, meyve eni, serbest yağ asitliği, peroksit değeri, UV'de özgül soğurma değerleri (K_{232} , K_{270} ve ΔE), indüksiyon periyodu, klorofil ve karotenoid içerikleri ve duyuşal notalardan yaprak, elma, domates, akıcılık ve samanımsı/kurtlu özelliklerinde olgunlaşma dönemleri arasında istatistiksel açıdan önemli düzeyde fark bulunmuştur. Önemli bir parametre olan kuru maddede % yağ içeriği organik üretimde ön plana çıkmıştır. Gerek zeytinyağının kalite kriterleri gerekse zeytinyağının duyuşal özelliklerindeki değişim göz önünde bulundurulacak olursa organik zeytin üretiminde hasat zamanının geciktirilmemesi önerilmektedir.


Teşekkür: Bu makale Elif Burçin Uyanık'ın doktora tezinden üretilmiştir. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğünün **TAGEM/TBAD/T1/22/A7/P9/1293** numaralı projesi kapsamında desteklenmektedir. Bütçe desteği için Tagem e ve duyuşal analizler için Zeytincilik Araştırma Enstitüsü'nün tadım paneline teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Yazar Orcid No:

Elif Burçin UYANIK  <https://orcid.org/0000-0002-5851-5053>

Aytaç SAYGIN GÜMÜŞKESEN  <https://orcid.org/0000-0002-4197-021X>

KAYNAKLAR

- Alowaiesh, B., Singha, Z., Fangc, Z. ve Kailis, S. G. 2018. Harvest time impacts the fatty acid compositions, phenolic compounds and sensory attributes of Frantoio and Manzanilla olive oil. *Scientia Horticulturae*(234), 74-80.
- Anonim. 2023a. *World Olive Oil Figures*. Madrid: International Olive Council (IOC). Kasım 2023 tarihinde <https://www.internationaloliveoil.org/what-we-do/economic-affairs-promotion-unit/#figures> adresinden alındı
- Anonim. 2023b. Ankara: Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü (TTSM). 2023 tarihinde <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM> adresinden alındı
- Anonim. 2017. *Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği*. Ankara: Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (TGK).
- Anonim. 2015. *Sensory Analysis Of Olive Oil-Method for the Organoleptic Assessment of Virgin Olive Oil, COI/T.20/Doc.15 Rev.10*. International Olive Council (IOC).
- Anonim. 2009. *Definition of Organic Agriculture as approved by the IFOAM General Assembly in Vignola, Italy in June 2008*. İtaly. IFOAM. Ocak 2019 tarihinde http://www.ifoam.org/growing_organic/definitions/sd adresinden alındı
- Anonim. 2005. *Method for the Organoleptic Assessment of Extra Virgin Olive Oil Applying to Use a Designation of Origin, COI/T.20/Doc.22*. International Olive Council (IOC).
- Anonim. 2003. *TSE Sofralık Zeytin Standardı, TS-774*. Ankara: TSE.
- Anonim. 1994. Oil Stability Index, in Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society, 4th ed. Champaign, Method Cd12b-92.
- Anonim. 1991a. *on organic production of agricultural products and indications referring thereto on agricultural products and foodstuffs*. European Commission Regulation (EEC) No 2092/91 of 24 June 1991.
- Anonim. 1991b. on the characteristics of olive oil and olive-residue oil and methods of analysis, Off. J. Eur. Union. L 248, 1-83. European Commission Regulation (EEC) No. 2568/91 of 11 July 1991.
- Anonim. 1989. *TSE Zeytin Ezmesi Standardı, TS-7630*. Ankara: TSE.
- Barbieri, S., Bendini, A., Valli, E. ve Gallina, T. 2015. Do consumers recognize the positive sensorial attributes of extra virgin olive oils related with their composition? A case study on conventional and organic products. *J Food Compos Anal*(44), 186-195.
- Barmak, A., Hajeb, P., Rezaei, Y., Akbar zadeh, S. ve Mohebbi, G. 2011. Oxidative Stability of Edible Oils Imported to Iran. *American-Euroasian J.Agric.&Environ.Sci.*, 11(1), 34-37.
- Beltrán, G., Rio, C., Sanchez, S. ve Martinez, L. 2004. Influence of Harvest Date and Crop Yield on the Fatty Acid Composition of Virgin Olive Oils from Cv. Picual. *J. Agric. Food Chem.*(52), 3434-3440.
- Boskou, D. 1996. *Olive Oil: Chemistry and technology* (Second Edition b.). New York: AOCS Publishing.
- Bourn, D. ve Prescott, J. 2002. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. *Crit Rev Food Sci Nutr.*, 42(1), 1-34.
- Civantos, L. 1986. Obtencion del aceite de oliva. Madrid, Spain: Editorial Agricola Espanola.
- Çevik, Ş., Özkan, G. ve Kiralın, M. 2015. Çeşit, Olgunluk ve Yoğurma Şartlarının Zeytinyağı Verimi, Bazı Kalite Parametreleri ve Aroma Profili Üzerine Etkisi. *Akademik Gıda*, 13(4), 335-347.
- Fernandez Diez, M. 1971. The olive. A. Hulme içinde, *in Biochemistry of Fruits and Their Products* (s. 255-277). London and Newyork: Vol. 2., Acedemic Press.
- Gutfinger, T. 1981. Polyphenols in Olive Oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*(58), 966-968.
- Jimenez, B., Rivas, A., Lorenzo, M. L. ve Sánchez-Ortiz, A. 2017. Chemosensory characterization of virgin olive oils obtained from organic and conventional practices during fruit ripening. *Flavour Fragr J.*(32), 294-304.

- Jimenez, B., Sánchez-Ortiz, A., Lorenzo, M. L. ve Rivas, A. 2014. Effect of organic cultivation of Picual and Hojiblanca olive varieties on the quality of virgin olive oil at four ripening stages. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*(116), 1634-1646.
- Jimenez, B., Sánchez-Ortiz, A., Lorenzo, M. L. ve Rivas, A. 2013. Influence of fruit ripening on agronomic parameters, quality indices, sensory attributes and phenolic compounds of Picudo olive oils. *Food Research International*(54), 1860-1867.
- Kaleci, N. 2010. Geleneksel ve Organik Olarak Yetiştirilen Ayvalık Zeytin Çeşidinin Bazı Meyve Özellikleri. *Zeytin Bilimi Dergisi*, 1(1), 79-84.
- Kalogiouri, N. P., Aalizadeh, R. ve Thomaidis, N. S. 2017. Investigating the organic and conventional production type of olive oil with target and suspect screening by LC-QTOF-MS, a novel semi-quantification method using chemical similarity and advanced chemometrics. *Anal Bioanal Chem*(409), 5413-5426.
- Kattmah, G., Al-Kalaby, J. E. ve Massa, W. 2021. The Impact of Organic Production System in Olive: Soil, Oil Characteristics, Biodiversity. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 923-012022. Suriye.
- Kutlu, E. ve Şen, F. 2011. Farklı Hasat Zamanlarının Gemlik Zeytin (*Olea europea* L.) Çeşidinde Meyve ve Zeytinyağı Kalitesine Etkileri. *Ege Üni. Ziraat Fak. Dergisi*, 48(2), 85-93.
- Lima, G. ve Vianello, F. 2011. Review on the main differences between organic and conventional plant-based foods. *Int J Food Sci Technol*, 46(1), 1-13.
- Marian, L., Chrysochou, P., Krystallis, A. ve Thøgersen, J. 2014. The role of price as a product attribute in the organic food context: An exploration based on actual purchase data. *Food Qual Prefer*(37), 52-60.
- Morales, M. L. 2005. Comparative study of virgin olive oil sensory defects. *Food Chem*(91), 293-301.
- Nieto, L., Hodaifa, G. ve Pena, L. 2010. Changes in phenolic compounds and Rancimat stability of olive oils from varieties of olives at different stages of ripeness. *J. Sci. Food Agric.*(90), 2393-2398.
- Nsir, H., Taamalli, A., Valli, E., Bendini, A., Toschi, T. G. ve Zarrouk, M. 2017. Chemical Composition and Sensory Quality of Tunisian 'Sayali' Virgin Olive Oils as Affected by Fruit Ripening: Toward an Appropriate Harvesting Time. *J Am Oil Chem Soc*(94), 913-9022.
- Ouni, Y., Flamini, G. ve Zarrouk, M. 2016. The Chemical Properties and Volatile Compounds of Virgin Olive. *J Am Oil Chem Soc*(93), 1265–1273.
- Özkan, H. U. 2022. *Karaburun Yarımadası'nda Yer Alan Organik Zeytin Bahçelerinin Sürdürülebilirliği Üzerine Bir Araştırma*. İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 135 s.
- Peres, F., Martins, L. L. ve Ferreira-Dias, S. 2017. Influence of enzymes and technology on virgin olive oil composition. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(14), 3104-3126.
- Rivas, A., Sanchez-Ortiz, A., Jimenez, B., Garcia-Moyano, J. ve Lorenzo, M. L. 2013. Phenolic acid content and sensory properties of two Spanish monovarietal virgin olive oils. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*(000), 0000–0000.
- Salvador, M., Aranda, F. ve Fregapane, G. 2001. Influence of fruit ripening on 'Cornicabra' virgin olive oil quality A study of four successive crop seasons. *Food Chemistry*(73), 45-53.
- Tutar, M. 2010. Erkençe Zeytin Çeşidinde Farklı Tiplerin Belirlenmesi. *Doktora Tezi*, 73s. İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Uceda, M. ve Frias, L. 1975. Harvest dates, Evolution of the fruit oil content, oil composition and oil quality. (s. 125-130). Cordoba: Proc Segundo Seminario Oleicola Internacional.
- Varol, N., Alper, N., Köseoğlu, O., Topuz, H., Özaltaş, M., Pekcan, T., Turan, S., Gümüşay, B., Erten, L., Öztürk, F., Irmak, Ş., Ataol Ölmez, H. ve Akdoğan, G. 2011. Ege Bölgesinde Organik Zeytin Yetiştiriciliği. A. ALAY VURAL içinde, *Organik Tarım Araştırma Sonuçları* (s. 73-80). Ankara: T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü.
- Volakakis, N., Kabourakis, E., Kiritsakis, A., Rempelos, L. ve Leifert, C. 2022. Effect of Production System (Organic versus Conventional) on Olive Fruit and Oil Yields and Oil Quality Parameters in the Messara Valley, Crete, Greece; Results from a 3-Year Farm Survey. *Agronomy*, 12, 1484.
- Youssef, N. B., Zarrouk, W., Carrasco-Pancorbo, A., Ouni, Y., Segura-Carretero, A., Fernandez-Gutierrez, A., . . . Zarrouk, M. 2009. Effect of olive ripeness on chemical properties and phenolic composition of chetoui virgin olive oil. *J Sci Food Agric*(90), 199-204.

Satureja thymbra'nın Farklı Kısımlarının Toplam Fenol, Toplam Flavonoid ve IC50 İçerikleri ve Besin Elementleri Arasındaki İlişki

Işın KOCABAŞ OĞUZ^{1*} 

¹Akdeniz Üniversitesi, Korkuteli Meslek Yüksekokulu, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Programı, Antalya, Türkiye

*Sorumlu Yazar: isinkocabas@akdeniz.edu.tr

Geliş Tarihi: 24.05.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 06.12.2023 Kabul Tarihi: 11.12.2023

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, Antalya'nın Kaş ilçesinde doğal olarak yetişen *Satureja thymbra* bitkisinin çiçek, yapraklar ve saplar gibi farklı organlarının içerdiği toplam antioksidan aktivitesi toplam fenol ve toplam flavonoid içerikleri gibi bazı kalite parametrelerindeki değişimin araştırılmasıdır. Aynı zamanda bu kalite parametrelerinin bitkinin besin elementi içerikleri ile arasındaki korelasyon incelenmiştir. Serbest radikal olan (DPPH) ile bitkinin farklı kısımlarından hazırlanan ekstraktların antiradikal süpürücü aktiviteleri belirlenmiştir. DPPH serbest radikal aktivitesinde %50 kayba neden olabilen antioksidan bileşiğin konsantrasyonu IC₅₀ değeri ile ifade edilmiştir. *S. thymbra*'nın yaprak ekstraktlarında antiradikal süpürücü aktivite (IC₅₀ = 0.11 mg dw/mg DPPH) toplam fenol (38.79 mg GAE/g) ve toplam flavonoid (29.59 mg/g) içeriği bitkinin diğer kısımlardan oluşan ekstraktlara göre daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: *Satureja thymbra*, fenol, flavonoid, antioksidan aktivitesi, besin elementleri

The Relationship Between Total Phenol, Total Flavonoid, and IC50 Contents of Different Parts of *Satureja thymbra* and Nutrient Elements

ABSTRACT

The goal of this study is to investigate the variations in certain quality parameters, including total antioxidant activity, total phenol and total flavonoid contents, of various organs, including inflorescences, leaves and stems, of the *Satureja thymbra* plant, which grows naturally in the Kaş district of Antalya. Also, the relationship between these quality parameters and the nutrient content of the plant was revealed. The free radical (DPPH) was used to determine the antiradical scavenging activities of extracts prepared from various parts of the plant. The concentration of the antioxidant compound that can cause a 50 % loss in DPPH free radical activity is expressed by the IC₅₀ value. *S. thymbra* leaf extracts have higher antiradical scavenging activity (IC₅₀ = 0.11 mg dw/mg·DPPH), total phenol (38.79 mg GAE/g), and total flavonoid (29.0 mg/g) content than extracts of other plant components.

Key words: *Satureja thymbra*, phenol, flavonoid, antioxidant activity, nutrient elements.

INTRODUCTION

There are over two hundred species in the genus *Satureja*, which is widespread in the Mediterranean region and is a plant that belongs to the family *Lamiaceae* (Abdelshafeek et al., 2023). Turkey is home to 16 different species that belong to this genus, 5 of which are endemic (Selvi et al., 2022). *Satureja thymbra* L. grows in rocky terrain in the eastern Mediterranean Basin (between Italy and Jordan) and has many pink or red-purple flowers.

In addition to that, it is an aromatic plant that has hairs that are a grayish color, is woody, and grows in bush form (Baytop, 1999; Pinna et al., 2021). In Turkey, the *S. thymbra* plant, which is native to the coastal

regions that are controlled by the Mediterranean climate zone, is popularly known as thyme, pointed thyme, black thyme, and cheese thyme. Local communities collect it for their own usage as well as for commercial purposes, to be used as a spice, tea, and essential oil (Gürdal and Kültür, 2013).

In prior research on the *S. thymbra* plant, it was proven that the plant is rich in phenolic acids and flavonoid compounds and possesses potent antioxidant activity (Öztürk, 2012; Choulitoudi et al., 2021; Caliskan, 2023). The presence of these compounds provides *S. thymbra* L. with antibacterial, antifungal, analgesic, anti-inflammatory, antinociceptive, and antimicrobial effects (Momtaz and Abdollahi 2010; Giweli et al., 2012; Tepe and Çilkiz 2016; Caliskan, 2023).

Some quality factors, such as antioxidants, phenols, flavonoids, and essential oil components, have an effect on the commercial values of medicinal and aromatic plants, which have multiple applications in food, medicine, and cosmetics. It is important to know what factors affect the chemical variation and production of secondary metabolites like the essential oil, phenol, and flavonoid components of *S. thymbra*, which is sold in Turkey and is a good source of antioxidants in the form of phenolic substances.

The process of synthesis of secondary metabolites varies depending on the genotype of the plant as well as other environmental conditions. Depending on their function and stage of development in the life cycle, the accumulation and concentration of polyphenolic compounds with strong antioxidant activity change greatly in different parts and organs of plants (Wegiera et al., 2011; Chang et al., 2019). There hasn't been any published research on the polyphenolic components of the *S. thymbra* plant's various parts or the connection between the nutrients found in the leaves.

The aim of this study is to reveal how different parts of the *Satureja thymbra* plant, such as the inflorescence, leaf, and stem, change in terms of quality parameters like total antioxidant activity, total phenol, and total flavonoid content. At the same time, to determine whether or not there is a relationship between the total antioxidant activity, total phenol, and total flavonoid levels of the plant and the nutrient content of the plant.

MATERIAL and METHODS

Plant material

Plant samples of *Satureja thymbra* L. were collected from the Kaş district of Antalya in June 2012, during the blossoming season, at a height of 0–600 m (Figure 1). Prof. Dr. Gokhan Deniz, an academic from the Faculty of Education at Akdeniz University, identified the plant material on a taxonomic level. All analyses were performed on plant samples obtained from 15 different locations in the Kaş district.

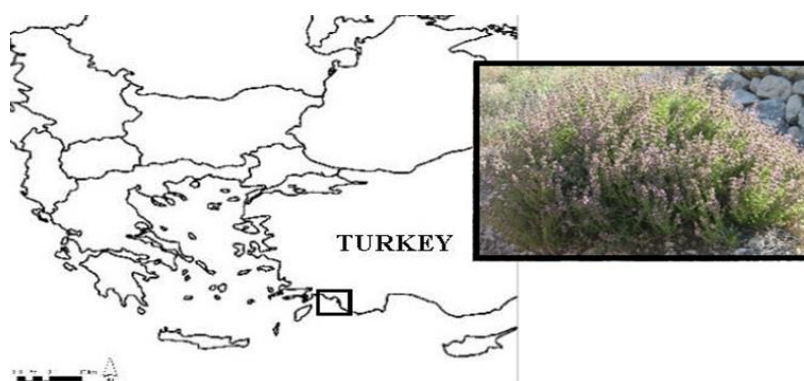


Figure 1. *Satureja thymbra* L. plant growing in its native habitat in Kaş

The processing of plant extracts

The plant samples, which were dried and crushed at room temperature, were weighed with a precision of 0.5 ± 0.001 g and placed in falcon tubes. 9.5 ml of 80% (80:20, v/v) methanol was added to these samples, the tubes were sealed, and they were extracted at 150 rpm for one hour in an orbital shaker. The sample tubes were then centrifuged for 10 minutes at 7.000 rpm. With the aid of white-banded filter paper, the liquid portion at the top of the tube was filtered into a 50-ml flask. This process was repeated three times, and the extraction was ready for analysis after the extracts were gathered in a 50-ml (Sf:100) measuring balloon and filled to the volume of the balloon (Cemeroğlu, 2010). These extracts were used to determine the IC₅₀ value and the total amount of phenolic and flavonoid substances.

Quantification of total phenolic content

The spectrophotometric method was used to figure out the total amount of phenolics. After adding 900 µl of distilled water to the test tube containing 100 µl of sample, 5 ml of 0.2 N folin-ciocalteau solution and 4 ml of sodium carbonate (7.5%) solution were added, respectively. After a two-hour incubation period at room temperature and in the dark, absorbance measurements were made against the blank at a wavelength of 765 nm using a spectrophotometer (Shimadzu UV-vis 160A). The total amount of phenolic compounds in the sample was given in milligrams of gallic acid per gram of dry weight (Spanos and Wrolstad, 1990).

Quantification of total flavonoid content

After adding 0.5 ml of sample, 2.5 ml of distilled water, and 150 µl of a 5% NaNO₂ solution to the test tube, the contents were stirred for 30 seconds in a vortex. Every five minutes, a solution was added to the final solution. 300 µl of a 10% AlCl₃ solution, 1 ml of a 1M NaOH solution, and 550 µl of distilled water, respectively, are the additional solutions. The spectrophotometer reading for the absorption value of the solution was determined at 510 nm. The obtained absorbance values were converted to mg (+)-catechin equivalent/g dry sample weight using a curve generated using (+)-catechin (Chang et al., 2006).

Quantifying antioxidant activity

To measure antioxidants, a method based on DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl hydrazil) radical inhibition was used (Cemeroğlu, 2010). Increasing volumes (0, 20, 40, 60, 80, and 100 µl) were taken from each sample extract prepared in a tube; 600 µl of DPPH radical solution was added; and the total volume was completed with 6 ml of methanol. After 30 minutes in a dark atmosphere at the temperature of the room, the absorption value of the solutions was determined in a spectrophotometer at a wavelength of 517 nm. The blank sample's absorbance, which was prepared using 600 l of DPPH radical solution and 5.4 ml of methanol, was also read in the spectrophotometer at a wavelength of 517 nm. The percentage of DPPH scavenged (%DPPHsc) was computed as follows:

$$\%DPPHsc = (Acont - Asamp / Acont) * 100$$

Acont: the control's absorbance

Asamp: the sample's absorbance

The calculated IC₅₀ values represent the sample concentration required to reduce the absorbance at 517 nm by 50%.

Plant analysis procedures

Nature-collected *Satureja thymbra* plant samples were rinsed with distilled water and dried at 65 °C in drying cabinets, after which the inflorescences, leaves, and stems of the plant were all mixed and ground and prepared for analysis (Kacar and İnal, 2008).

Nitrogen: The modified Kjeldahl method was used for nitrogen determination in dried and ground plant samples. The data was reported in milligrams per kilogram of dry materials. Phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Ca), iron (Fe), zinc (Zn), manganese (Mn), and copper (Cu): nutrient amounts in the extract obtained by the wet burning method were detected using the ICP-OES Perkin Elmer 7000 DV device. Results for the amount of nutrition in the dry matter were represented as mg/kg (Kacar and İnal, 2008).

Statistic evaluation

The Tukey test was used to compare the amounts of total phenol, total flavonoid, and IC₅₀ in the plant's inflorescences, leaves, and stems. The correlation between total flavonoids, total phenolics, IC₅₀ values, and some nutrient contents found in Inflorescences, leaves, and stems of the plant were calculated. In all data, the licensed SPSS 23 statistical application was used.

RESULTS and DISCUSSION

Total flavonoid, total phenolic contents, and antioxidant activity

It is generally known that medicinal and aromatic plants, such as *Satureja thymbra*, have a considerable amount of phenolic compounds; as a result, they also have high antioxidant properties. In terms of quality parameters such as antioxidant activity and total phenolic and flavonoid material content, it was determined that there were statistically significant variations between various organs of the *S. thymbra* plant ($p < 0.01$).

It was revealed that the antioxidant impact of the plant's leaves was stronger (IC50 value: 0.11 mg dw/mg-DPPH). The inflorescence extracts showed only a moderate level of scavenging activity, while the leaf extracts showed a very high level of scavenging ability against the DPPH radical (IC50: 0.15 mg dw/mg-DPPH). However, the stem extracts of the plant were found to have the least DPPH scavenging activity and lowest capacity (IC50: 0.25 mg dw/mg-DPPH) (Table 1).

Table 1. Total flavonoids, total phenolics, and IC50 values of the plant's inflorescences, leaves, and stems

	EC50 ^a	Phenol ^b	Flavonoid ^c
Inflorescences	0.15±0.03 b	27.86±7.88b	20.86±14.24b
Leaves	0.11±0.04c	38.79±10.92a	29.59±6.57a
Stems	0.25±0.07a	18.32±5.61c	7.96±2.09c
Significance	p<0.01	p<0.01	p<0.01

^a The EC50 value is computed as mg dry weight of the plant, and the findings are expressed as mean ± standard deviation.

^b : The amount of total phenols is measured in mg of gallic acid equivalents per gram of dry weight (dw), and the results are shown as the mean ± standard deviation.

^c : Total flavonoids are calculated as mg of catechin equivalents per gram of dry weight, and results are presented as mean ± standard deviation (dw).

The total phenolic content of *S. thymbra* samples was determined by applying the folin-ciocalteu reagent to methanolic plant extracts. The results of the total phenol contents in different parts of the plant were presented in Table 1 as mg gallic acid equivalent per g dry weight (dw). Total phenol contents showed statistically ($p < 0.01$) significant variation among different parts of *S. thymbra*. The total phenolic content of *S. thymbra* leaf extracts were the highest (38.79 mg GAE/g), followed by *S. thymbra* inflorescence extracts (27.86 mg GAE/g). When compared to other parts of the plant, stem extracts had the least amount of total phenol (18.32 mg GAE/g). Özkan (2007) reported that the total phenolic content in extracts of a mixture of flowers and leaves of the *S. thymbra* plant ranged between 82.97 and 115.09 mg GAE per gram in her investigation utilizing several extraction techniques. In comparison to the plant extracts obtained in our investigation, the total phenolic content was higher in Özkan's (2007) study.

The total flavonoid concentration varied from 5.03 to 51.15 mg of catechin equivalents per gram of plant. The total flavonoid contents of *S. thymbra* varied among inflorescences, leaves, and stems, which was statistically significant ($p < 0.01$). The leaves had the highest concentration (29.59 mg/g), whereas the stems had the lowest (7.96 mg/g). The total flavonoid content of a dried *S. thymbra* sample was calculated to be 3.26 mg/g by Skolua et al., (2005). Compared to the study by Skolua et al., (2005), we found that the total flavonoid content in our study was higher.

It has been determined that the findings of polyphenol contents such as phenol, flavonoid, and antioxidant obtained from the study differ from the findings in similar studies. The reason for this is thought to be caused by a number of things, such as the parts of the plant that were examined in the study, the time of harvest, the way the extract was made, as well as genetic and environmental variables.

The correlation between the nutrient content of *S. thymbra* leaves and their total flavonoid, total phenolic, and antioxidant activities.

The leaves had an average amount of 12436 mg/kg of nitrogen, 1155 mg/kg of phosphorus, 15459 mg/kg of potassium, 14281 mg/kg of calcium, and 1884 mg/kg of magnesium. When the microelement contents were examined, the average zinc, copper, iron, and manganese contents of the leaves were determined to be 27.93 mg/kg, 9.84 mg/kg, 187.26 mg/kg, and 19.26 mg/kg, respectively. Some of what we found about the nutritional values of *S. thymbra* was different from what other researchers had found (Özcan, 2004; Arslan and Özcan, 2012). These differences are considered to be mostly caused by environmental influences, genetic factors, geographic variations, and analytical processes (Lessmann et al., 2001; Sawicka et al., 2021; Subramanian et al., 2022).

In our research on whether there is a correlation between the total antioxidant activity, total phenol, and total flavonoid contents in different parts of the *Satureja thymbra* plant, such as inflorescences, leaves, and stems, and the nutrients detected only from the leaves of the plant, a negative correlation was observed between the total flavonoid contents of the inflorescences, leaves, and stems of the *S. thymbra* plant and some nutrients in the leaves. (Table 2).

Table 2: Correlation between total flavonoids, total phenolics, IC50 values, and some nutrient contents in Inflorescences, leaves, and stems of the plant.

	EC50			Phenol			Flavonoid		
	I	L	S	I	L	S	I	L	S
N	0.139	0.289	-0.375	-0.278	-0.322	-0.096	-0.573*	0.134	-0.431
P	-0.249	-0.067	0.059	0.177	-0.088	0.131	0.219	-0.026	-0.094
K	0.341	0.248	-0.068	-0.340	-0.181	0.350	-0.107	0.070	-0.068
Ca	-0.087	0.492	0.489	-0.134	-0.153	0.077	-0.230	-0.426	-0.170
Mg	-0.020	0.338	0.116	0.005	-0.025	0.263	-0.039	-0.126	-0.167
Zn	-0.094	0.512	0.216	-0.255	-0.245	-0.045	-0.540*	-0.485	-0.552*
Cu	-0.347	-0.003	-0.169	0.195	0.010	0.142	-0.162	-0.129	-0.444
Mn	-0.277	0.361	0.495	-0.017	0.005	-0.132	-0.414	-0.561*	-0.402
Fe	-0.134	0.255	0.209	-0.177	-0.134	0.151	-0.371	-0.475	-0.471

Significance: * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

I: Inflorescences, L: Leaf, S: Stem

The correlation between the total flavonoid contents in the inflorescences and the N and Zn contents in the leaves, between the total flavonoid and Mn contents in the leaves, and between the total flavonoid contents in the stem and the Zn contents in the leaves were found to be statistically negative at the $p < 0.05$ level. The flavonoid content of plants is known to rise in reaction to environmental stresses such as cold, salinity, and drought (Ma et al., 2014). Additionally, an increase in flavonoid content may occur as a result of plant stress caused by nutritional deficiencies. For instance, in a study on citrus trees, a rise in flavonoid levels was found only in trees with a zinc deficiency (Manthey et al., 2000). Additionally, Zn applications have been determined to increase the flavonoid content of basil (Abbasafir et al., 2020) and Spanish lavender plants (Mehrabani et al., 2017).

CONCLUSION

This paper contains an original study in which total phenol, flavonoid, and antioxidant content amounts were determined in different parts of the *S. thymbra* plant. In the study, the amount of some polyphenols and nutrients in different parts of the *S. thymbra* plant were detected, and their relationship was determined.

The values of antiradical scavenging activity, total phenol, and total flavonoid content were determined to be the highest in leaves, inflorescences, and stem extracts, respectively, in the analyses. The correlation study revealed a negative relationship between the total flavonoid content in different parts of the plant and the N, Zn, and Mn contents of the leaves. The goal of this study is to enhance the cultivation of plants such as *S. thymbra*, which currently has a low production rate but an economic value in our country, in a manner that is in conformity with standards and of high quality. The plant in issue is typically harvested from the natural environment and then exported. The implementation of production procedures that adhere to established standards is crucial in this process. There is almost no scientific research on the quality content of different parts of *S. thymbra*. This situation creates a significant lack of information about the potential of the plant. Further scientific investigation is warranted in this regard to ascertain the quality profiles of the *S. thymbra* parts.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Işın KOCABAŞ OĞUZ  <https://orcid.org/0000-0003-1172-7232>

REFERENCES

- Abbasifar, A., Shahrabadi, F. and ValizadehKaji, B. (2020). Effects of green synthesized zinc and copper nano-fertilizers on the morphological and biochemical attributes of basil plant. *Journal of Plant Nutrition*, 43:8, 1104-1118. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1724305>.
- Abdelshafeek, K. A., Osman, A. F., Mounair, S. M., Elhenawy, A. A. and Abdallah, W. E. (2023). Phytochemical profile, comparative evaluation of *Satureja montana* alcoholic extract for antioxidants, anti-inflammatory and molecular docking studies. *BMC Complementary Medicine and Therapies*. 23:108. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12906-023-03913-0>
- Arslan, D. and Özcan, M. M. (2012). Evaluation of drying methods with respect to drying kinetics, mineral content and color characteristics of savory leaves. *Food and Bioprocess Technology*, 5:983–991. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-010-0498-y>
- Baytop, T. (1999). *Türkiye’de Tıbbi Bitkilerle Tedavi (Geçmişten Günümüze)*. İstanbul: Nobel Yayınları. 332 s.
- Caliskan, U. K. (Ed.). (2023). *Medicinal Plants of Turkey* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003146971>
- Cemeroğlu, B. (2010). *Gıda Analizleri*. Ankara: Gıda Teknolojisi Yayınları No:34. 167s.
- Chang, C.H., Lin, H.Y., Chang, C.Y. and Liu, Y. C. (2006). Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes. *Journal of Food Engineering*, 77, 478:485. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.06.061>
- Chang, J., Wang, M., Jian, Y., Zhang, F., Zhu, J., Wang, Q. and Sun, B. (2019). Health-promoting phytochemicals and antioxidant capacity in different organs from six varieties of Chinese kale. *Scientific Reports*, 9: 20344. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56671-w>
- Choulitoudi, E, Xristou M, Tsimogiannis, D. and Oreopoulou, V. (2021). The effect of temperature on the phenolic content and oxidative stability of o/w emulsions enriched with natural extracts from *Satureja thymbra*. *Food Chemistry*, 349:129206. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129206>
- Giweli, A., Džamić, A. M., Soković M., Ristić, M. S. and Marin, P. D. (2012). Antimicrobial and antioxidant activities of essential oils of *Satureja thymbra* growing wild in Libya. *Molecules*, 17, 4836-4850. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules17054836>
- Gürdal, B. and Kültür, Ş. (2013). An ethnobotanical study of medicinal plants in Marmaris (Muğla, Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 146 (1): 113-126. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.12.012>.
- Kacar, B. and İnal, A. 2008. *Bitki Analizleri*. Ankara: Nobel Yayınları No:1241 (63). Fen Bilimleri: 63, 879 p.
- Lessmann, J. M., Brix, H., Bauer, V., Clevering, O. A. and Comin, F. A. (2001). Effect of climatic gradients on the photosynthetic responses of four *Phragmites australis* populations. *Aquatic Botany*, 69:109-126. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-3770\(01\)00133-4](https://doi.org/10.1016/S0304-3770(01)00133-4).
- Ma, D., Sun, D., Wang, C., Li, Y. and Guo, T. (2014). Expression of flavonoid biosynthesis genes and accumulation of flavonoid in wheat leaves in response to drought stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 80: 60-66. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2014.03.024>.
- Manthey, J. A., Grohmann, K., Berhow, M. A. and Tisserat, B. (2000). Changes in citrus leaf flavonoid concentrations resulting from blight-induced zinc-deficiency. *Plant Physiology and Biochemistry*, 38 (4): 333-343. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0981-9428\(00\)00748-8](https://doi.org/10.1016/S0981-9428(00)00748-8).
- Mehrabani, L. V., Kamran, R. V., Hassanpouraghdam, M. B. and Pessarakli, M. (2017). Zinc sulfate foliar application effects on some physiological characteristics and phenolic and essential oil contents of *Lavandula stoechas* L. under sodium chloride (NaCl) salinity conditions, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48 (16): 1860-1867. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2017.1406105>
- Momtaz, S. and Abdollahi, M. (2010). An update on pharmacology of *Satureja* species; from antioxidant, antimicrobial, antidiabetes and anti-hyperlipidemic to reproductive stimulation. *International Journal of Pharmacology*, 6(4): 454-461. DOI: <https://doi.org/10.3923/ijp.2010.346.353>
- Özcan, M. (2004). Mineral contents of some plants used as condiments in Turkey. *Food Chemistry*, 84: 437-440. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00263-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00263-2)
- Özkan, G. (2007). *Türkiye’de Lamiaceae (Labiatae) familyasına ait baharat veya çeşni olarak kullanılan bazı bitkilerin fenolik bileşenleri ile antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi*. Konya, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Öztürk, M. (2012). Anticholinesterase and antioxidant activities of savoury (*Satureja thymbra* L.) with identified major terpenes of the essential oil. *Food Chemistry*, 134: 48-54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.054>
- Pinna, M. S., Bacchetta, G., Cogoni, D. and Fenu, G. (2021). Recruitment pattern in an isolated small population of the Mediterranean dwarf shrub *Satureja thymbra* L. and implication for conservation. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 32 (1): 205–213. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12210-021-00978-2>

- Sawicka, B., Danil'cenko, H., Jariene, E., Skiba, D., Rachoń, L., Barba's, P. and Pszczółkowski, P. (2021). Nutritional value of jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus* L.) grown in organic system under Lithuanian and Polish conditions. *Agriculture*, 11: 440. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture11050440>.
- Selvi, S., Polat, R., Çakılcıoğlu, U., Celep, F., Dirmenci, T. and Ertuğ, Z. (2022). An ethnobotanical review on medicinal plants of the Lamiaceae family in Turkey. *Turkish Journal of Botany*: 46 (4) 283-332. DOI: <https://doi.org/10.55730/1300-008X.2712>
- Skoula, M., Grayer, R. J. and Kite G. C. (2005). Surface flavonoids in *Satureja thymbra* and *Satureja spinosa* (Lamiaceae). *Biochemical Systematics and Ecology*, 33: 541–544. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bse.2004.10.003>
- Spanos, G.A. and Wrolstad, R.E. (1990). Influence of processing and storage on the phenolic composition of thompson seedless grape juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38: 1565-1571. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf00097a030>
- Subramanian, D., Subha, R. and Murugesan, A.K. (2022). Accumulation and translocation of trace elements and macronutrients in different plant species across five study sites. *Ecological Indicators*, 135: 108522. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108522>.
- Tepe, B. and Çilkız, M. (2016). A pharmacological and phytochemical overview on *Satureja*. *Pharmaceutical Biology*. 54:3, 375-412. DOI: <https://doi.org/10.3109/13880209.2015.1043560>
- Wegiera, M., Grabarczyk, P., Baraniak, B. and Smolarz, H. D. (2011). Antiradical properties of extracts from roots, leaves and fruits of six rumex L. species. *Acta Biologica Cracoviensia*, 53 (1): 125-131. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10182-011-0018-z>

Farklı Konsantrasyonlarda Mormiks ile Üretilen Vegan Karabuğday Sütünün Fizikokimyasal ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi

Merve Dilara GEREK¹ , Filiz YANGILAR^{2*} 

¹Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Erzincan

²Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Erzincan

*Sorumlu Yazar: fyangilar@erzincan.edu.tr

Geliş Tarihi: 12.08.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 12.10.2023 Kabul Tarihi: 27.10.2023

ÖZ

Bu araştırmada mormiksin farklı konsantrasyonları ($KV_1=0.50$, $KV_2=0.75$, $KV_3=1$) kullanılarak zenginleştirilen vegan karabuğday sütü örneklerinin fiziko-kimyasal ve duyusal özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Vegan karabuğday sütlerinin mormiksin farklı konsantrasyonlarıyla üretilmesinin fiziko-kimyasal özelliklerine (kuru madde, pH, toplam asitlik, viskozite, L^* ve b^*) etkisi önemli bulunmuştur. Toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri en yüksek KV_3 örneği olup toplam fenolik madde içeriği 505-842.9 mg GAE/L ile antioksidan aktivite değerleri %45.4-88.49 arasında tespit edilmiştir. Duyusal açıdan en çok %1 mormiks konsantrasyonu ile üretilen KV_3 örneği beğenilmiş; sade karabuğday sütlü örnek renk, görünüş, kıvam ve genel kabul edilebilirlik açısından en düşük puanları alan örnek olmuştur. Bu çalışmada, besleyici değeri yüksek olan fonksiyonel vegan sütün mormiksten kaynaklanan sağlığı geliştirici katkısına ilaveten rengi ve tadındaki hafif ekşiliği ile ferahlatıcı bir içecek çeşidi olarak değer görebileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Vegan süt, fonksiyonel gıda, sağlık, karabuğday, mormiks.

Determination of Physicochemical and Sensory Properties of Vegan Buckwheat Milk Produced with Mormix at Different Concentrations

ABSTRACT

In this research, it was aimed to investigate the physicochemical and sensory properties of vegan buckwheat milk samples enriched by using different concentrations of mormix ($KV_1=0.50\%$, $KV_2=0.75\%$, $KV_3=1\%$). It was found that the production of vegan buckwheat milk with different concentrations of mormix has a significant effect on the physicochemical properties (dry matter, pH, total acidity, viscosity, L^* and b^*). Total phenolic substance and antioxidant capacity values were found to be highest in the KV_3 group, and total phenolic substance content was 505-842.9 mg GAE/L and antioxidant activity values were found between 45.4-88.49%. In terms of sensory, the KV_3 sample, which was produced with 1% mormix concentration, was the most liked; the plain buckwheat milk sample received the lowest scores in terms of colour, appearance, consistency, and overall acceptability. In this study, it is thought that functional vegan milk, which has high nutritional value, can be valued as a refreshing beverage with its colour and slightly sourness in taste, in addition to its health-promoting contribution from mormix.

Key words: Vegan milk, functional food, health, buckwheat, mormix.

GİRİŞ

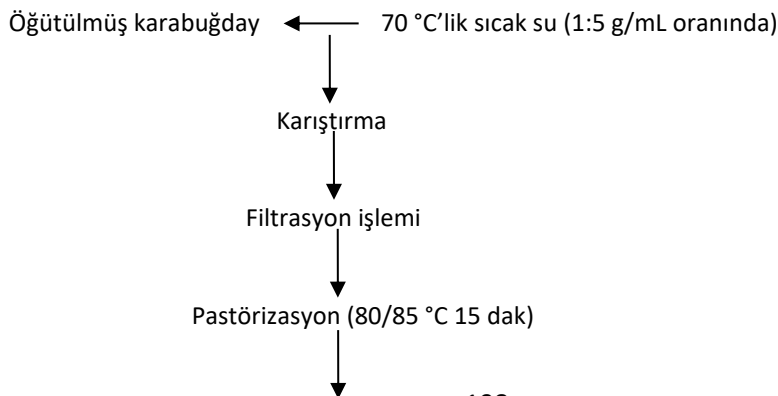
Yaşam boyu gereksinim duyulan makro ve mikro besin elementlerini içeren, aynı zamanda yeterli ve dengeli beslenmenin temel taşı oluşturulan beslenme grupları arasında süt ve ürünleri öne çıkmaktadır. Ancak içerdiği bazı alerjenik besin bileşenlerini (örneğin laktoz) tüketen bireylerde sağlık sorunları veya alerjik reaksiyonların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (Satouf and Köten, 2022). Günümüzde bitkisel kökenli veya hayvansal kaynaklı olmayan süt alternatifleri, yenilikçi gıda tasarımlarının önemli bir odak noktasını oluşturan, fonksiyonel ve özel içeceklerin yükselen bir alanını temsil etmektedir. Ayrıca laktoz hassasiyeti bulunan veya inek sütüne karşı duyarlılığı olan bireyler, bu bitkisel süt alternatiflerini tercih eden ana kesimi oluştururken, aynı zamanda vegan/vejetaryen beslenme modelini benimseyen bireyler tarafından da oldukça talep görmektedir (Kıyak ve Bayır, 2022).

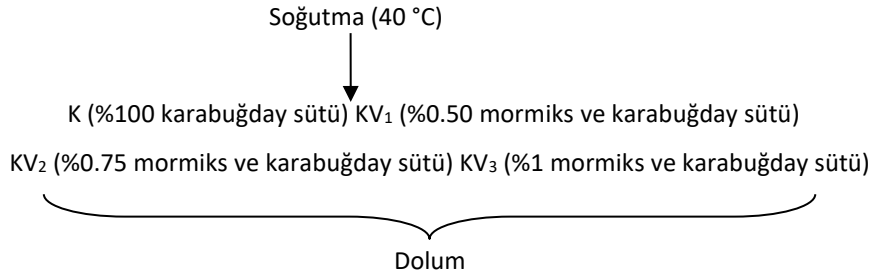
Tahıllardan veya bitkilerden elde edilen temel bileşenlerle üretilen vegan süt, büyük öneme sahip bir fonksiyonel üründür. Soya, badem, kaju, fındık, fıstık, Hindistan cevizi, yulaf, pirinç, buğday, mısır gibi çeşitli hammaddeler, vegan süt üretiminde kullanılmaktadır. Ekonomik değere sahip bir pseudo-tahıl olan karabuğday özellikle yüksek karbonhidrat ve protein içeriği ayrıca gluten içermemesi nedeniyle daha çok tercih edilmektedir. Bu çalışmada karabuğday, hem vegan bireyler için belirtilen bu eksikliklerden kaynaklanan sağlık problemlerini en aza indirmek hem de zengin içeriği sayesinde besin ögesi gereksinimini karşılayabilecek bir tahıl olduğu düşüncesiyle tercih edilmiştir. Üretilen bu vegan sütün gluten ve laktoz içermemesi nedeniyle çölyak hastaları tarafından ayrıca laktoz intoleransı olan bireyler tarafından da rahatlıkla tüketilebileceği düşünülmektedir. Karabuğdayın sağlık üzerindeki etkilerine ek olarak (Hayıt ve Gül, 2015), biyoaktif bileşikler açısından fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesinde tercih edilen mormiks adlı özüt, mor renkli antosiyanin bileşenleriyle sebze ve meyvelere özgü bir antioksidan kaynağı olarak kullanılmaktadır. Mormiks özellikle damarlar üzerinde önemli katkılar sağlayarak, kalp, beyin ve bacak damarlarındaki tıkanmaları önlemektedir. Vücudun glisemik indeksini regüle ederek şeker hastalığı başta olmak üzere çoğu kronik hastalıklara karşı koruyucu etki sağlamaktadır (Cömert ve Gün, 2020). Bu çalışma kapsamında mormiksin farklı oranlarda ilave edilmesi ile elde edilen vegan karabuğday sütünün fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Çalışma ile sağlığın desteklenmesi ve sürdürülebilir bir beslenme için özellikle veganlar olmak üzere, çölyak ve laktoz alerjisi olan özel beslenme gruplarına yönelik bireylerde ürün çeşitliliğinin yetersizliğine farkındalık yaratmak hedeflenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Farklı Konsantrasyonlarda Mormiks İlaveli Vegan Karabuğday Sütünün Üretilmesi

Mormiks ve karabuğday piyasadan temin edilmiştir. Mormiks (100 g); 346 kcal enerji, 0.35 yağ, 83 g karbonhidrat, 7.5 g şeker, 3 g protein, 1.7 g tuz ve 1000 mg antosiyanin vb. besin öğelerini içermektedir. Karabuğday içerisindeki sap, saman, toprak, taş, yabancı tohum, zedelenmiş ve süneli tanelerinden ayıklanarak mutfak robotu (Arçelik K 1632 VS, Türkiye) yardımıyla 0.5 mm göz açıklığına sahip elekten geçebilecek şekilde öğütülmüştür. Öğütülmüş karabuğday 1:5 (g:mL) oranında (80 gr bitkisel un, 400 ml su) 70°C'lik sıcak suda bekletilmiştir. Muslin bezi yardımıyla süzülme işlemi yapılan bu karışıma 80-85 °C'de 15 dakika patojen mikroorganizmaların inhibisyonunu sağlamak için pastörizasyon işlemi uygulanmıştır. Elde edilen karışım 40 °C'ye soğutulmuş ve içerisine farklı konsantrasyonlarda (%0.5, %0.75 ve %1) mormiks ilavesi yapılmıştır. Bu sütlerin tanımlanmasında; K (kontrol) (%100 karabuğday sütü v/v), KV₁ (%0.50 mormiks ve karabuğday sütü w/v), KV₂ (%0.75 mormiks ve karabuğday sütü w/v) ve KV₃ (%1 mormiks ve karabuğday sütü w/v) kodları kullanılmıştır. Daha sonra mormiksli bu vegan karabuğday sütleri soğutulmuş steril şartlarda stereril kaplara dolmaları yapılarak analizleri tamamlanmaya kadar 4 °C'de depolanmıştır. Mormiksli vegan karabuğday sütü üretimine ait akım şeması Şekil 1'de verilmiştir.





Şekil 1. Mormiksli vegan karabuğday sütü üretim akım şeması

Farklı konsantrasyonlarda mormiks ile üretilen vegan karabuğday sütünün üretimine ait görseller Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2. Farklı konsantrasyonlarda mormiks ilave edilerek üretilen vegan karabuğday sütünün üretimine ait görseller

Farklı Konsantrasyonlarda Mormiks İleveli Vegan Karabuğday Süt Örneklerine Yapılan Analizler

Mormiksli vegan karabuğday sütlerinin pH tayini, Eutech PH 150 Model bir pH metre kullanılarak tespit edilmiştir. Vegan süt örneklerinin kuru madde, kül, protein, renk, viskozite (2 numaralı başlık ile Brookfield DV1

Viskozimetre cihazında 20 ve 50 rpm’de belirlenmiştir), yağ, toplam asitlik, toplam karbonhidrat ile enerji değerleri sırasıyla Uylaşer ve Başoğlu (2016); AOAC (2000); Cemeroğlu (2013); Cueva ve Aryana (2008); Gassem ve ark. (1991); Bradley ve ark. (1992); Anonim (2002); Gibson (1990) tarafından bildirilen metotlara göre yapılmıştır.

Toplam Fenolik Madde

Vegan süt örneklerinin ekstraksiyonu Özcan ve ark. (2019)’nın metoduna göre yapılmıştır. Bu yöntemde göre 10 g numune 10 ml %75 metanol çözeltisi ile oda sıcaklığında 4 saat karıştırılmış daha sonra 1420 x g’de 10 dakika santrifüjlenmiş ve elde edilen süpernatantlar bir filtre kâğıdı yardımıyla süzölmüştür. Toplam fenolik madde analizi için bu süpernatandan 100 µl alınarak 7.5 mL distile su, 500 µl Folin-Ciocalteu reaktifi ile 1 mL Na₂CO₃ solüsyonuyla karıştırılmış ve vegan süt numunelerinin absorbanları spektrofotometre (UV-1700, Shimadzu, Kyoto, Japonya) cihazında 760 nm’de ölçölmüştür (Singleton ve ark., 1999; Ilyasoğlu ve ark., 2015).

Antioksidan Kapasitesi

Vegan süt örneklerinin antioksidan kapasiteleri 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radikalinin bağlanma aktivitesi ile belirlenmiştir. Serbest radikal giderme etkisi (DPPH) Shimada ve ark. (1992) metodu uygulanarak hazırlanan örneğin 0,1 mM DPPH çözeltisi ile karıştırıldıktan sonra spektrofotometrede (Thermo Genesys 10S UV-VIS) 517 nm dalga boyunda okuma yapılması ve aşağıda verilen formölün kullanılması ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ inhibisyon} = \frac{\text{Kontrol örneğinin absorbanı} - \text{örneğinin absorbanı}}{\text{Kontrol örneğinin absorbanı}} \times 100$$

Duyusal Analizler

Mormiksli vegan karabuğday süt örnekleri 4°C’de dinlendirildikten sonra renk, görünüş, kıvam, koku, tat ve genel kabul edilebilirlik özellikleri açısından Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü akademisyen ve öğrencilerinden yaklaşık 30 kişiden oluşan yarı eğitilmiş panelist grubu tarafından duyuşsal analizlere tabi tutulmuştur. Örneklere 1-9 arasında (1: tüketilemez; 2: çok kötü; 3: kötü; 4: biraz kötü; 5: ne iyi ne kötü; 6: biraz iyi 7: iyi 8: çok iyi 9: oldukça iyi) puanlar verilmiştir (Bodyfelt ve ark., 1988).

İstatistik Analizleri

Araştırmadan elde edilen veriler SPSS (Version 22.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programıyla şansa bağılı blokları deneme planında varyans analizi tekniğı uygulanarak değerlendirilmiştir. Farklılık görölen gruplarda ise farklılığın hangi düzeyde olduğu Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak tespit edilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Üretimde kullanılan karabuğdayın kuru madde, protein, yağ, kül, pH, *L**, *a** ve *b** değerleri sırasıyla %11.45±0.21, %10.38±0.03, %1.3±0.07, %1.70±0.28, 6.25±0.07, 54.55±1.20, 9.30±0.56, 23.88±2.42 olarak tespit edilmiştir.

Vegan süt örneklerine ait fiziko-kimyasal analiz sonuçları

Vegan karabuğday sütü örneklerinin kuru madde, viskozite (20 rpm’de) ve antioksidan kapasitelerine ilişkin istatistik analiz sonuçları p≤0.05 düzeyinde önemli bulunurken, pH, toplam asitlik, viskozite (50 rpm’de), *L**, *b** ve toplam fenolik madde değerlerine ilişkin sonuçlar p≤0.01 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Çalışmada üretilen vegan süt örneklerinin kuru madde, kül, protein, yağ, toplam karbonhidrat, toplam enerji, pH, asitlik, viskozite, fenolik madde ve antioksidan değerleri Çizelge 1’de verilmiştir.

En düşük kuru madde değeri %88.76 ile kontrol örneğinde belirlenmiş ve bunu %90.64 değeri ile KV1, %91.88 değeri ile KV2 ve %92.25 değeri ile KV3 örnekleri takip etmiştir. Örneklere kül değerleri Çizelge 1’de verilmiş olup %0.14-0.23 aralığında değişmiştir. Örneklere protein değerleri ise %0.58 ile %0.60 arasında belirlenmiştir. Mormiks ilave oranına bağılı olarak örneklere kurumadde, kül ve protein içerikleri artma eğilimi göstermiştir. Vegan süt örneklerinin yağ oranı üretimde kullanılan hammaddelere bağılı olarak düşük tespit edilmiş ve oranlar %0.01-0.02 aralığında değişmiştir.

Vegan karabuğday sütü örneklerinin toplam karbonhidrat ve enerji değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Toplam karbonhidrat değerleri %7.43-10.55 ve enerji değerleri %32.25-41.27 kcal/100 mL arasında

saptanmıştır. Vegan süt örneklerinin toplam karbonhidrat değeri en düşük KV3 örneğinde en yüksek kontrol örneğinde bulunmuştur. Aduol ve ark. (2020) probiyotik bakteri kullanarak ürettikleri börülce süt örneklerinin karbonhidrat değerlerini %5.1-5.5 arasında tespit etmişlerdir. Bernat ve ark. (2015), 8:100 oranında hazırlanmış oldukları badem sütünde enerji değerini 44.88 kal/100 ml ve Hasan (2012), 4:100 oranında badem sütü ile hazırladığı örneklerin enerji değerini 22.7 kal/100 ml olarak bildirmişlerdir. Literatür taramalarına bakıldığında farklı sulandırma oranlarına bağlı olarak farklı sonuçlar belirtilmiş olsa da bulmuş olduğumuz enerji değerlerinin uyumlu olduğu görülmüştür.

Duncan çoklu karşılaştırma testine göre pH ve toplam asitlik değerleri örnekler arasında istatistiksel olarak belirtilen önem düzeyinde farklılıklar göstermiştir ($p \leq 0.01$; Çizelge 1). En düşük pH değeri KV3 örneğinde 4.96 ve en yüksek değer K örneğinde 6.56 olarak bulunmuştur. Örnekler arasındaki pH değerleri değişimi üzerinde kullanılan hammaddelerden birisi olan mormiksin de etkili olduğu düşünülmektedir. Öztürk (2022) pirinç sütü örneklerinin pH değerini 6.87 olarak bulmuştur. Kontrol örneği ve mormiks ilaveli vegan karabuğday sütü örneklerinin toplam asitlik değerleri sırasıyla %0.75, %1.35, %1.55 ve %1.15 olarak tespit edilmiştir. Belewu ve Belewu (2007) badem, Hindistan cevizi ve soya fasulyesi sütlerinin asitlik değerlerini sırasıyla %0.16, %0.15 ve %0.17 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen değerler araştırmacıların değerlerinden yüksek bulunmuştur. Hammaddeyle ilgili olmasıyla birlikte mormiksinde bu sonuç üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

Örneklerin viskozite (20 ve 50 rpm) sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda mormiks ilave edilerek üretilen karabuğday sütlü örneklerin 20 ve 50 rpm’de önem düzeyleri sırasıyla $p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$ şeklinde bulunmuştur. Örnekler arasında 20 ve 50 rpm’deki viskozite değerlerine göre sıralama ise $K < KV1 < KV2 < KV3$ olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç mormiksin vegan süt örneğinin yapısına sağladığı etki ile açıklanabilir. Balcıoğlu (2013) çilekli fermente süt içecekleri ile yapmış oldukları çalışmada viskozite değerlerini 967-1515 cP arasında bulmuştur. Aynı zamanda çilek konsantrasyonunun ve fermantasyon sürelerinin örneklerin viskozite değerlerini arttırdığını da vurgulamıştır.

Çizelge 1. Mormiks ilaveli vegan karabuğday sütü örneklerinin fiziko-kimyasal özellikleri

Özellikler	Vegan süt örnekleri			
	K	KV ₁	KV ₂	KV ₃
Kuru madde (%)	88.76±1.03 ^b	90.64±0.79 ^{ab}	91.88±0.58 ^a	92.25±0.91 ^a
Kül (%)	0.14±0.01 ^a	0.20±0.03 ^a	0.21±0.08 ^a	0.23±0.04 ^a
Protein (%)	0.58±0.10 ^a	0.59±0.02 ^a	0.58±0.02 ^a	0.60±0.01 ^a
Yağ (%)	0.01±0.00 ^a	0.02±0.01 ^a	0.01±0.00 ^a	0.02±0.00 ^a
Toplam karbonhidrat (%)	10.55±1.20 ^a	8.38±0.30 ^{ab}	7.52±0.56 ^b	7.43±1.33 ^b
Enerji (kcal/100 ml)	41.27±0.06 ^a	36.06±0.98 ^{ab}	32.53±2.31 ^b	32.25±5.38 ^b
pH	6.56±0.02 ^a	5.28±0.01 ^b	5.02±0.03 ^c	4.96±0.04 ^c
Titrasyon asitliği (%)	0.75±0.07 ^d	1.35±0.00 ^b	1.55±0.07 ^a	1.15±0.32 ^c
Viskozite (cP) (20 rpm)	967±24.74 ^c	1050.5±21.92 ^{bc}	1312±90.50 ^{ab}	1551.5±174.65 ^a
Viskozite (cP) (50 rpm)	317.5±3.53 ^c	370±14.14 ^c	537±60.10 ^b	649±38.18 ^a

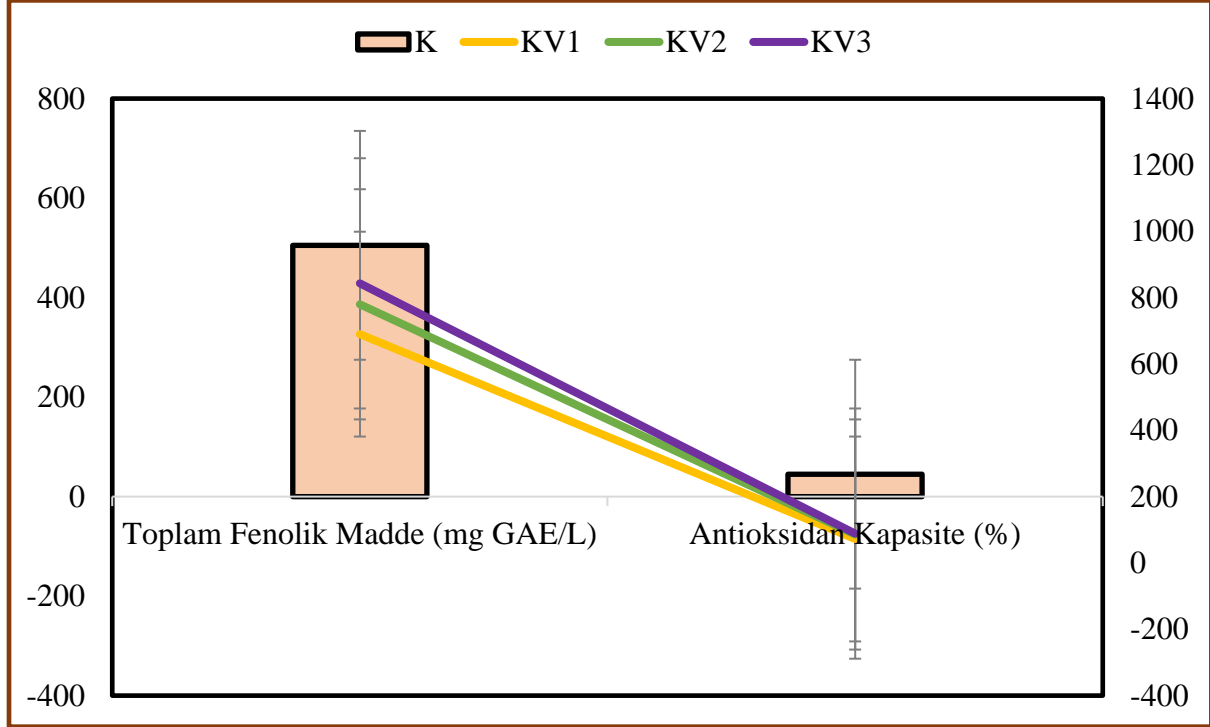
*Çizelgede, her bir özellik için satırlar soldan sağa doğru incelendiğinde farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$).

**Kuru maddede hesaplanmıştır.

Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Kapasiteleri

Farklı konsantrasyonlarda mormiks ilave edilerek üretilen vegan karabuğday sütü örneklerine ait toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite özelliklerine ait değerler Şekil 3’te paylaşılmıştır. Mormiks ilavesinin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p \leq 0.05$) bulunmuştur. En düşük toplam fenolik madde değeri (505 mg GAE/L) K örneğinde, en yüksek değer (842.9 mg GAE/L) ise KV3 örneğinde tespit edilmiştir. Ayrıca vegan süt örneklerinin antioksidan aktivite değerlerinin %45.4-88.49 arasında değiştiği görülmüştür. Vegan karabuğday sütü formülasyonuna mormiks ilave oranına

paralel olarak toplam fenolik madde ve antioksidan değerlerinde artış saptanmıştır. Mormiksin üretiminde kullanılan meyve ve sebzelerin içerdiği antioksidan miktarı ile antosiyanin ve fenolik bileşik miktarları arasında pozitif bir korelasyon olduğu bildirilmiştir (Hepsağ, 2015). Bu sonuçların elde edilmesinde mormikte bulunan antosiyaninlerin ve polifenollerin etkisinin olduğu düşünülmektedir.



Şekil 3. Mormiks ilaveli vegan karabuğday sütü örneklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri

Renk sonuçları

Gıdaların rengi tüketicilerin tercihini etkileyen en önemli kriterlerinden bir tanesidir. Bu doğrultuda hem renk cihazı kullanılarak (L^* , a^* ve b^* parametreleri) hem de duyu analizi formundaki renk parametresi verilerek vegan süt örneklerinin renk içeriklerinin değerlendirilmesi yapılmıştır (Çizelge 2). Mormiks ilavesi, vegan süt örneklerinin L^* ve b^* değerlerini önemli ($p \leq 0.05$) ölçüde etkilemiştir.

Çizelge 2. Mormiks ilaveli vegan karabuğday sütü örneklerinin renk özellikleri

Renk parametreleri	Vegan süt çeşitleri			
	K	KV ₁	KV ₂	KV ₃
L^*	39.00±0.16 ^a	18.66±1.79 ^b	19.51±1.66 ^b	19.88±0.64 ^b
a^*	7.37±2.01 ^{ab}	10.28±2.01 ^{ab}	10.84±0.58 ^a	10.40±0.26 ^{ab}
b^*	18.19±0.22 ^a	-5.16±0.89 ^c	-3.87±0.04 ^{bc}	-3.46±0.30 ^b

*Çizelgede, her bir renk parametresi için satırlar soldan sağa doğru incelendiğinde farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$).

Mormiks ilaveli vegan karabuğday sütü örneklerinin L^* değerlerinin 18.66 ile 39.00, a^* değerlerinin 7.37 ile 10.84 ve b^* değerlerinin ise -3.46 ile 18.19 aralıklarında değiştiği tespit edilmiştir. L^* ve b^* değerleri kontrol örneğinde daha yüksek bulunurken a değerleri mormiksli örneklerde daha yüksek bulunmuştur. Öztürk (2022), pirinç ve nohut sütleri ile probiyotik/fermente içecek hazırladıkları çalışmalarında pirinç sütünün L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 56.7, -2.1 ve -3.53 ve nohut sütünün 66.7, -3.54 ve 7.75 olarak tespit etmiştir.

Araştırmacı sonuçları ile bu çalışma sonucu arasındaki farkın üretimin değişken parametresi olan mormiksin renginden kaynaklandığı düşünülmektedir.

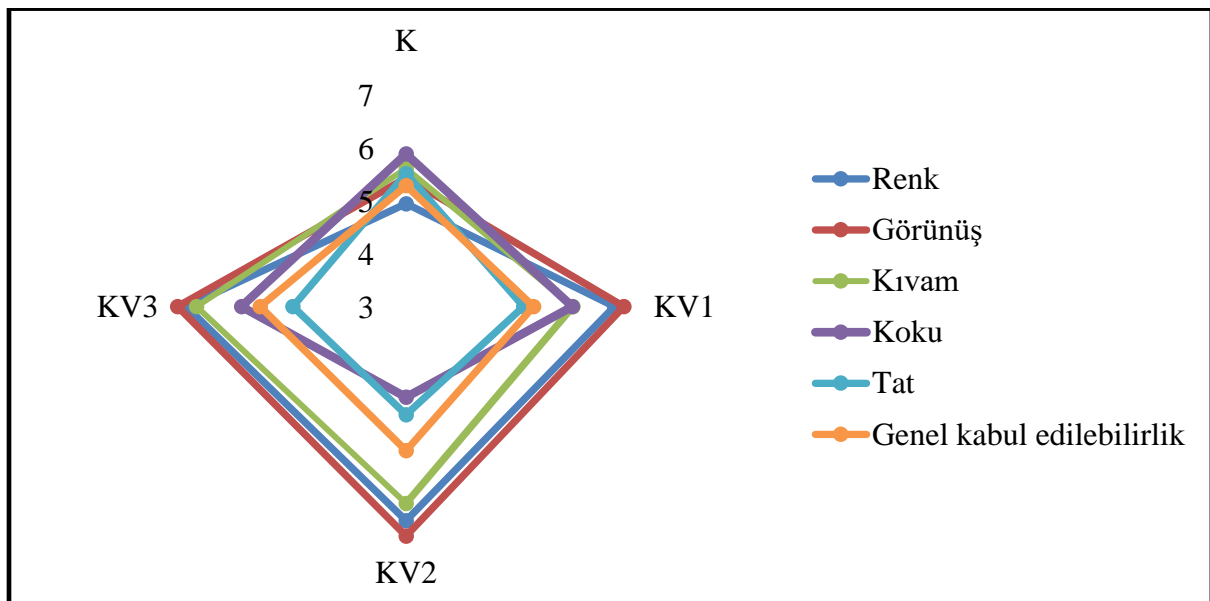
Vegan süt örneklerine ait duyu analizi sonuçları

Farklı konsantrasyonlarda mormiks ilave edilerek üretilen vegan karabuğday sütü örneklerinin duyu analizi sırasındaki sunumlarına ait görsel Şekil 4'te ve duyu analizi sonuçlarına ait veriler Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 4. Mormiks ilaveli vegan karabuğday sütü örneklerinin duyu analizindeki sunumları

Mormiksin ilavesinin, vegan karabuğday süt örneklerinin renk ve görünüş puanları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p \leq 0.01$) tespit edilmiştir. Panelistler özellikle KV3 ve KV2 örneklerini renk ve görünüş açısından daha çok beğenmişlerdir. Şekil 5'ten de görülebileceği gibi mormiksli örnekler renk açısından çoğu panelist tarafından beğeni almıştır. Süt ürünlerinin duyu değerlendirilmesinde kıvam önemli bir parametredir. Panelistler kıvam için en yüksek değeri (6.96) KV3 örneğine, en düşük değeri (5.61) ise kontrol örneğine vermişlerdir. Panelistler özellikle kontrol örneğinde karabuğdayın kokusunu daha çok hissettiklerini ifade etmişlerdir. Diğer örneklerde karabuğday kokusunun mormiks ile baskılandığı düşünülmektedir. Koku puanı olarak en yüksek değer (6.11) KV3 örneğine verilmiştir. Tat parametresine verdikleri puanlara göre sıralama $K > KV1 > KV3 > KV2$ şeklinde belirlenmiştir. Farklı oranlarda mormiksin ilave edilerek üretilen vegan karabuğday sütlerinin renk, görünüş, kıvam ve koku gibi tüm özellikleri dahil edilerek genel beğenilirlikleri incelendiğinde en beğenilen ürünün KV3 örneği ve en az beğenilen örneğin ise K örneği olduğu bulunmuştur.



Şekil 5. Mormiks ilaveli vegan karabuğday sütü örneklerinin duyu analiz sonuçları

SONUÇ ve ÖNERİLER

Kültürel tercihler de dikkate alındığında günümüzde vegan/vejetaryen beslenme modelinin giderek daha fazla insanın yaşam tarzı haline geldiği görülmektedir. Bu nedenle, vegan süt alternatifleri de büyük bir talep görmektedir. Özellikle laktoz intoleransı veya süt alerjisi gibi sorunları olan bireyler için bu alternatifler değerli birer seçenek olabilirler. Günümüzde gıda tercihleri sadece lezzet ve besin bileşenleri ile sınırlı kalmamaktadır. Tüketiciler artık gıdaların sağlık açısından sunabileceği özel faydaları da göz önünde bulundurmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada vegan süt üretimi gerçekleştirilerek sağlığa önemli katkıları olan işlevler incelenmiştir. Vegan süt üretimi, karabuğday ile antioksidan ve fenolik madde bakımından zengin olan mormiksin farklı oranlarda karışımı ile elde edilmiştir. Toplam fenolik madde içeriği ve toplam antioksidan aktivite değerleri mormiks ilave edilen vegan sütlerde oldukça yüksek bulunmuştur. Duyusal değerlendirme açısından ürünlerin beğeni oranını artırmak amacıyla mormiks ilavesi belirlenen oranda yapılmıştır. Bu belirlenen oranın, tüketici memnuniyetini artırma konusunda etkili olduğu ve aynı zamanda genel beğeni ile diğer duyusal parametreler açısından da en iyi sonuçları verdiği tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda mormiks ilavesinin fonksiyonel ve kimyasal bileşim özellikler ile aroma bileşeni açısından vegan süte zenginlik kazandırdığı tespit edilmiştir. Daha sonraki çalışmalarda tat-aroma açısından farklı ve doğal aroma verici, tatlandırıcı veya baharatların ilave edilerek vegan sütlerin daha da geliştirebileceği düşünülmektedir.


Teşekkür: Çalışmaya desteklerinden ötürü TÜBİTAK'a teşekkür ederiz (Proje No: 1919B012222404).

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Merve Dilara GEREK  <https://orcid.org/0009-0009-7149-7898>

Filiz YANGILAR  <https://orcid.org/0000-0001-6447-2419>

KAYNAKLAR

- Aduol, K. O., Onyango, A. N., Imathiu, S. M. 2020. Proximate, microbial and sensory characteristics of cowpea milk fermented with probiotic starter cultures. *EJFOOD, European Journal of Agriculture and Food Sciences*, 2(4):1-7.
- Anonim 2002. Çiğ İnek Sütü Standardı, TS 1018, TSE, Ankara.
- AOAC 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Belewu, M. A., Belewu, K. Y. 2007. Comparative physico-chemical evaluation of tiger-nut, soybean and coconut milk sources. *International Journal of Agriculture and Biology*, 5(785): e787.
- Bernat, N., Chafer, M., Rodríguez-García, J., Chiralt, A., González-Martínez, C. 2015. Effect of high pressure homogenisation and heat treatment on physical properties and stability of almond and hazelnut milks. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 488-496.
- Bodyfelt, F. W., Tobias, J., Trout, G. M. 1988. The sensory evaluation of dairy products. New York, NY: Van Nostrand Reinhold, 166 p.
- Bradley, R. L., Arnold, E., Barbano, D. M., Semerad, R. G., Smith, D. E., Vines, B. K. 1992. Chemical and physical methods. Standard methods for the examination of dairy products, 16, 433-531.
- Cemeroğlu, B.S. 2013. Gıda Analizleri. Bizim Grup Basımevi, Ankara, Türkiye, 480 s. ISBN: 978-605-63419-3-9.
- Cömert, M., Gün, A. 2020. Fonksiyonel Gıda Olarak Mor Ekmek. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 13(74).
- Cueva, O., Aryana, K. J. 2008. Quality attributes of a heart healthy yogurt. *LWT-Food Science and Technology*, 41(3): 537-544.
- Gassem, M. A., Frank, J. F. 1991. Physical properties of yogurt made from milk treated with proteolytic enzymes. *Journal of Dairy Science*, 74(5): 1503-1511.
- Gibson, R. S. 1990. Principles of nutritional assessment. Oxford university press.
- Hasan, N. A. 2012. Almond milk production and study of quality characteristics. *Journal of Academia*, 2(1): 1-8.

- Hayıt, F., Gül H. 2015. Karabuğday'ın sağlık açısından önemi ve unlu mamüllerde kullanımı. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29(1), 123-132.
- Hepsağ, F. 2015. Siyah dut meyvesinden antosiyaninlerin elde edilmesi ve elde edilen doğal renk maddesinin gıda sanayinde kullanım olanakları. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Şanlıurfa.
- Ilyasoğlu, H., Yılmaz, F., Burnaz, N. A., Baltacı, C. 2015. Preliminary assessment of a yoghurt-like product manufactured from hazelnut slurry: Study using response surface methodology. LWT-Food Science and Technology, 62(1): 497-505.
- Kıyak, B., Bayır, A. G. 2022. İklim Destekli Beslenmede Bitki Bazlı Diyetler ve Sağlık Üzerine Etkileri. Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi, (4), 35-54.
- Leitzmann, C. 2014. Vegetarian nutrition: past, present, future. The American Journal of Clinical Nutrition, 100(suppl_1): 496S-502S.
- Özcan, T., Sahin, S., Akpınar-Bayizit, A., Yılmaz-Ersan, L. 2019. Assessment of antioxidant capacity by method comparison and amino acid characterisation in buffalo milk kefir. International Journal of Dairy Technology, 72(1): 65-73.
- Öztürk, R. 2022. Pirinç Sütü Ve Nohut Sütü Kullanılarak Probiyotik Fermente İçecek Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 99s.
- Raikos, V., Juskaite, L., Vas, F., Hayes, H. E. 2020. Physicochemical properties, texture, and probiotic survivability of oat-based yogurt using aquafaba as a gelling agent. Food Science & Nutrition, 8(12): 6426-6432.
- Satouf, M., Köten, M. 2022. Food allergies: causes, symptoms and prevention. Ganud International Conference on Gastronomy, Nutrition and Dietetics –IV. 1-13.
- Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K., Nakamura, T. 1992. Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40(6): 945-948.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R. M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In Methods in enzymology (Vol. 299, pp. 152-178). Academic press.
- Son, G. Y. T., Bulut, M. 2016. Vegan and vegetarianism as a life style Yaşam tarzı olarak vegan ve vejetaryenlik. Journal of Human Sciences, 13(1), 830-843.
- Tunçay, G. Y. 2018. Sağlık yönüyle vegan/vejetaryenlik. Avrasya Sağlık Bilimleri Dergisi, 1(1): 25-29.
- Türkiye Vegan Derneği. 2021. <https://tvd.org.tr/veganlik-nedir/> (Erişim tarihi: 16.11.2022).
- Uylaşer, V., Başoğlu, F. 2014. Temel Gıda Analizleri, 2. baskı. Ankara, Bizim Grup Basımevi.
- Vanga, S. K., Raghavan, V. 2018. How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk?. Journal of Food Science and Technology, 55(1): 10-20.

Bingöl Koşullarında Farklı Bal Arısı Genotiplerinin Bazı Performans Özelliklerinin Karşılaştırılması

İbrahim ŞAHİN^{1*} , Nevzat ESİM² 

¹Bingöl Üniversitesi, Arıcılık Araştırma, Geliştirme, Uygulama ve Araştırma Merkezi, Bingöl

²Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Bingöl

*Sorumlu Yazar: isahin@bingol.edu.tr

Geliş Tarihi: 28.10.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 12.11.2023 Kabul Tarihi: 12.11.2023

ÖZ

Bingöl coğrafi konum itibarıyla üç farklı fitocoğrafik bölgenin kesişim noktasında bulunması sonucu zengin bir floral çeşitliliğe sahip, arıcılık faaliyetinin yoğun olarak yapıldığı bir ildir. Gezgin arıcılığın yoğun olarak yapılmasından dolayı arıcılar belirli bir ırk veya ekotip ile çalışmamaktadır. Bölgeye uygun olmayan genotiplerle çalışmak verim kayıplarına ve dolayısıyla ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Bu çalışmada, Bingöl koşullarında arıcılar tarafından en çok kullanılan bazı bal arısı genotipleri kullanılarak arıların kışlama yeteneği, yaşama gücü, arılı çerçeve sayısı, yavru alanları ve bal verimliliklerindeki farklılıklar araştırılmıştır. Çalışmada Kafkas arısına Camili ve Posof genotiplerinin melezleri (F1), Karniyol arısının melezleri (F1) ve Bingöl'de yerel arıcılardan temin edilen yerel bal arıları kullanılmıştır. Çalışmaya 2021 yılında kışlamaya alınan bal arısı kolonileri ile başlanmış olup, gözlemler arazi koşullarında 2023 yılı Ağustos ayı bal hasadına kadar devam etmiştir. Elde edilen verilere göre kışlama yeteneği 2022 yılında en yüksek %58,6 ile Bingöl genotipinde, ortalama arılı çerçeve sayısı değerlendirildiğinde 7.06 ± 3.27 ile Camili genotipinde, yavru alanlarında $2820.51 \pm 971.82 \text{ cm}^2 \text{ koloni}^{-1}$ ile Bingöl genotipinde ve koloni başına 15.97 kg bal ile Camili genotipinde en iyi performansın gösterildiği tespit edilmiştir. 2023 yılı verilerine göre Bingöl genotipinin kışlama yeteneğinde % 71.4 ile en iyi performansı, Camili genotipinin ortalama arılı çerçeve sayısı ($8,82 \pm 0.20$ adet koloni⁻¹), yavrulu alan ($3470.70 \pm 758.18 \text{ cm}^2 \text{ koloni}^{-1}$) ve koloni başına bal verimi ($17.30 \pm 2.46 \text{ kg}$) en iyi performansı gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma boyunca yaşama gücü verilerine göre %70 ile Camili genotipi en iyi performansı göstermiştir. Tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde çalışılan arı genotipleri arasında fizyolojik özellikler açısından Kafkas bal arısı camili genotipi melezlerinin ve Bingöl koşullarındaki yerel arının daha iyi performans gösterdiği gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Apis mellifera*, Bal arısı, Koloni performansı, Bal verimi

A Comparison of Performance Characteristics Among Different Honey Bee Genotypes in Bingöl Conditions

ABSTRACT

Bingöl is a province with rich floral diversity due to its location at the intersection of three phytogeographic regions. It is an area where beekeeping is intensively practised. Due to the prevalence of migratory beekeeping, beekeepers do not work with a specific breed or ecotype. They were working with genotypes that were not suitable for the region resulting in productivity losses and, consequently, economic losses. This study investigates differences in wintering ability, vitality, number of frames with bees, brood areas, and honey productivity using some of the most commonly used honeybee genotypes by beekeepers in Bingöl. In the study, hybrids of Caucasian honeybees with Camili and Posof genotypes (F1), hybrids of Carniolan honeybees (F1), and local honeybees obtained from beekeepers in Bingöl were used. The study started with honeybee colonies taken into wintering in 2021 and continued with observations in field conditions until the

honey harvest in August 2023. According to the data obtained, the wintering ability was highest in the Bingöl genotype with 58.6% in 2022, the average number of frames with bees was highest in the Camili genotype with 7.06 ± 3.27 , brood areas were highest in the Bingöl genotype with 2820.51 ± 971.82 cm² per colony, and honey yield per colony was highest in the Camili genotype with 15.97 kg. According to 2023 data, Bingöl genotype has the best performance in wintering ability with 71.4%, Camili genotype has the average number of frames with bees (8.82 ± 0.20 colony⁻¹), area with brood (3470.70 ± 758.18 cm² colony⁻¹) and honey yield per colony (17.30 ± 2.46 kg) was determined to show the best performance. Throughout the study, the Camili genotype showed the best performance in terms of vitality with a percentage of 70. When all the results were evaluated together, it was observed that, in terms of physiological characteristics, the hybrids of Caucasian honeybees with Camili genotype and the local honeybee in Bingöl conditions performed better compared to other genotypes.

Key words: *Apis mellifera*, Honey bee, Colony performance, Honey yield

GİRİŞ

Bal arıları (*Apis mellifera* L.) yüksek adaptasyon yetenekleri sayesinde kutuplar dışında Dünya'nın hemen her yerinde yaşayabilmektedir. Bu durum, doğal seleksiyon sonucunda farklı arı ekotiplerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Genç ve Dodoloğlu 2002). Türkiye'nin kuzey bölgelerinde Samsun'un doğusu ve doğu anadolu da *Apis mellifera caucasica*, güneydedoğu da *Apis mellifera meda* ve küçük bir alanda *Apis mellifera syriaca*, diğer bölgelerde ise *Apis mellifera anatoliaca* alt türlerinin yayılış gösterdiği bildirilmiştir (Ruttner, 1988; Kandemir vd., 2000). Ülkemizde yürütülen çalışmalar ile Anadolu arısı (*A. m. anatoliaca*), Kafkas arısı (*A. m. caucasica*), Trans-Kafkas arısı (*A. m. emipes*), İran arısı (*A. m. meda*), Doğu Ege Adaları arısı (*A. m. adami*), Suriye arısı (*A. m. syriaca*), Trakya arısı ve Muğla arısı olarak tanımlanan arı ırk ve ekotipleri bulunmaktadır (Gürel,1995). Bununla birlikte italyan arısı (*Apis mellifera ligustica*), karniyol arısı (*Apis mellifera carnica*) ve belfast gibi bazı hibrit arılarda arıcılar ve araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır. Bu kadar fazla çeşitlikte arı ırk ve ekotiplerinin kullanılması arıcılık faaliyetlerinde hem avantaj hem de dezavantajlar oluşturabilmektedir. Biyoçeşitlilik ve hastalıklara karşı dayanıklılık açısından farklı ırk ve ekotiplerle çalışmak avantaj gibi görünse de bölge iklimine uygun olmayan arı ırk ve ekotipleri ile çalışmak verim ve kalite sorunlarına yol açabilmektedir.

Doğu Anadolu'nun en zengin orman alanlarına sahip olan illerden biri olan Bingöl de ağaç türü olarak meşenin meydana getirdiği ormanlar yaygındır (Caf vd., 2016). Bununla birlikte yüksek rakımlardaki alanlarda çok sayıda tek veya iki yıllık ve arıların çok ziyaret ettiği bitki çeşitliliğine de sahiptir. Bingöl ve çevresi yazları sıcak, kışları soğuk geçmektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine Bingöl'de yıllık ortalama sıcaklık 12.2 °C, yıllık yağış tutarı 942.1 mm kadar olup, yağışlı gün sayısı 109.2 gün kadardır (Anonim, 2023). Sahip olduğu coğrafi özelliklerinden dolayı arıcılık yapmaya oldukça elverişli olan Bingöl ilinde arıcılar tarafından pek çok farklı arı ırk ve ekotipi kullanılmaktadır. Bölgeye uygun olmayan ırk ve ekotiplerin kullanılmasından dolayı arı ürünlerinde verim ve kalite sorunları ortaya çıkmaktadır. Literatüre göre Bingöl koşullarında farklı arı ırk ve ekotipleri ile ilgili fizyolojik ve davranışsal özellikleri ile ilgili geniş çaplı bir çalışma yapılmamıştır. Bu yüzden bu çalışmada Bingöl ili coğrafi sınırları içerisinde dört farklı arı ırk/ ekotipi (Kafkas camilli, Kafkas Posof, Karniyol ve Bingöl arısı olmaya aday) seçilerek iki farklı üretim sezonu boyunca bazı fizyolojik özellikleri ölçülmüş ve bu ölçümlere göre bölgeye bal arısı genotipini belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Arı ırk/ekotiplerinin seçimi ve temin edilmesi

Çalışmada Ardahan ve Artvin illeri Kafkas arı genotipinin gen merkezi olarak ilan edilen Ardahan Posof bölgesinden alınan damızlık Kafkas arı genotipinden üretilen koloniler (Posof) ve Artvin ili Camili Köyün 'den alınan damızlık Kafkas arı genotipinden üretilen koloniler (Camili) kullanılmıştır. Ayrıca Bingöl'de göçer arıcıların konaklamadığı, sabit arıcılık yapan, kolonilerini bir yere taşımayan, dışardan ana arı girişinin ve farklı bir koloninin temin edilmediği koloni sürekliliğinin oğul arıları yakalayarak devam ettirildiği arıcılardan temin edilen ana arılardan üretilen koloniler kullanılmıştır. Henüz tescili yapılmamış ve tespit çalışmaları için ön çalışmalar yapılan bu arılar bu çalışma sürecinde Bingöl genotipi olarak isimlendirilmiştir. Bununla birlikte Karniyol damızlık arı genotipinden üretilen bal arıları (Karniyol) ticari olarak elde edilmiştir. Dolayısıyla mevcut çalışmada Kafkas arısı Camili genotipi melezleri, Kafkas arısı Posof genotipi melezleri, Karniyol genotipi melezleri ve Bingöl arı genotipi olmak üzere 4 farklı genotip ile çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan ana arılar her bir genotipe ait saf damızlık kolonilerden bir günlük larva transfer edilerek oluşturulmuştur. Elde edilen koloniler ergin arı sayısı ve besin stoklarının eşit olması sağlanarak her bir kolonide 5'er çerçeve ile kışa girmeleri sağlanmıştır. 2021 yılında

kışlamaya her koloniden 10 adet toplam 40 koloni olarak girilmiştir. Ölçümler 2023 yılı Ağustos ayı bal hasadına kadar yapılmıştır. Çalışma, bal hasadı zamanında bal veriminin belirlenmesi ile tamamlanmıştır.

Fizyolojik Özelliklerin Ölçülmesi

Kışlama Yeteneği

Çalışmada kışlama yeteneğini belirlemek için sonbahar döneminde her bir koloni besin stokları ve ergin arı sayıları eşit 5 er çerçeve olarak kışlamaya alınmış, ilkbahar döneminde tekrardan arılı çerçeve sayılarak kayıt altına alınmıştır (Akyol ve ark. 2005). Aşağıda verilen formüle göre % kışlama yeteneği hesaplanmıştır.

$KY = \text{Bahara çıkan arılı çerçevesayısı} / \text{Kışa giren arılı çerçeve sayısı} * 100$ (Genç 1990).

Yaşama Gücü

Çalışmada kullanılan bal arısı kolonilerinde, çalışma sürecinde ana arısını kaybeden ve çeşitli sebeplerle yok olan koloniler kayıt altına alınmıştır. Bu değerlere bağlı olarak % yaşama gücü hesaplanmıştır (Güler 1995; Genç 1996; Dülger 1997; Akyol 1998; Gözenler, 2000).

Ergin Arı Çerçeve Sayısı

Kovandan alınan üstü tamamen ergin arı ile kaplı çerçeve sayısı kayıt altına alınmıştır (Doğaroğlu, 1981; Fıratlı ve Karacaoğlu 1995; Yücel ve Kösoğlu 2011)

Kuluçka Alanı

Kapalı yavru alanları Puchta yöntemi ile hesaplanmıştır (Fresnaye ve Lensky 1961; Doğaroğlu 1981; Doğaroğlu ve ark. 1986; Kaftanoğlu ve ark. 1993; Güler ve ark. 1999; Yücel ve Kösoğlu 2011). Kuluçka alanını hesaplamak için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$S = 3,14 \times A/2 \times a/2$$

Bu eşitlikte; S: alan, A: elipsin uzun eksen; a: elipsin kısa eksen olarak verilmiştir.

Bal Verimi

Çalışmada bal verimi sağım işlemi yapılmadan kovan tartılmış, sağım yapıldıktan sonra daha önce işaretlenmiş çerçeveler tekrar kovana yerleştirilip kovan tekrar tartılmıştır. Sağım öncesi ve sonrası kovan ağırlıkları birbirinden çıkarılıp bal verimi hesaplanmıştır (Güler 1995; Genç 1996; Dülger 1997; Akyol 1998).

İstatistiksel Analiz

Çalışmadan kullanılan deneme dışı kalmayan kolonilerde çalışma süresince ölçüm alınmış elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistikleri ve ANOVA analizleri SPSS programı (IBM SPSS versiyon 20.0) kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Türkiye bulunduğu konum itibari ile bir çok bal arısı ırk ve ekotipi bulunduran önemli gen bir gen kaynak merkezi olarak kabul görmektedir (Genç ve Dodoloğlu, 2003). Arıclar Anadolu'nun bu kadar geniş bir bal arısı gen kaynağına sahip olmasına rağmen, bazen yurt dışından kaçak yollarla ülkeye sokulan hibrit arıların kullanımını da tercih edebilmektedirler. Farklı genotipteki arıların kullanılması Anadolu'da bulunan mevcut gen kaynaklarının yok olmasına veya özelliğini kaybetmesine sebep olabilmektedir. Bal arıları binlerce yıldır buldukları bölgelerde yaşamlarını sürdürmüş ve buldukları bölgelerin şartlarına uyum sağlamışlardır (Burucu ve Gülse Bal, 2017). Bal arısı kolonilerinin buldukları bölgelerdeki performans özelliklerini belirlemede kullanılan kışlama yeteneği, kuluçka alanı, yaşama gücü, bal verimi ve uçuş etkinliği gibi özellikler fizyolojik özellikler, yağmacılık, hırçınlık, oğul verimi ve propolis toplama gibi özellikler ise davranışsal özellikler olarak tanımlanmaktadır (Ruttner 1988). Bu çalışmada Bingöl koşullarında farklı genotiplerin yıl boyunca fizyolojik özellikleri araştırılmış ve elde edilen sonuçlar mevcut literatürler karşılaştırılarak bölgeye en uygun genotip olabile potansiyeli olan bal arısının hangisi olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır.

Kışlama yeteneği

Çizelge 1 de genotiplerin 2022 yılında kışa giren arılı çerçeve sayıları ve kıştan çıkan arılı çerçeve sayılarından hesaplanan kışlama kabiliyetleri verilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde, Camili genotipinin 2.25, Posof genotipinin 2.5, Karniyol genotipinin 1.95 ve Bingöl arısının 3.35 ortalama arılı çerçeve ile kıştan çıktıkları belirlenmiştir.

Çizelge 1 incelendiğinde, genotiplerin 2023 yılında kışa giren arılı çerçeve sayıları ve kıştan çıkan arılı çerçeve sayılarından hesaplanan kışlama kabiliyetleri verilmiştir. Çizelge incelendiğinde Camili genotipinin 3.50, Posof genotipinin 3.1, Karniyol genotipinin 3.21 ve Bingöl arı genotipinin 3.57 ortalama arılı çerçeve ile kıştan çıktıkları belirlenmiştir.

Karniyol bal arısı ve İtalyan bal arılarının kışlama yeteneklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada Karniyol bal arısının kışlama yeteneğinin İtalyan bal arısına göre daha iyi olduğu bildirilmiştir (Adam 1983). Tokat yöresi koşullarında; Tokat, Muğla, Karniyol, Kafkas-TKV, İtalyan ve Kafkas- Camili bal arısı F1 melezlerinin kışlama yetenekleri sırası ile %61.59, %63.91, % 64.86, %51.98, %57.85 ve %56.93 olarak bildirilmiştir (Arslan ve ark.

2004). Çalışmamızda kışlama kabiliyetleri 2022 yılında Bingöl arısının % 67, Kafkas arısı camili genotipi melezinin %45, Kafkas arısı Posof genotipi melezinin %50 ve Karniyol melezinin % 39 olduğu belirlenmiştir. 2023 yılında belirlenen kışlama kabiliyetleri Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl bal arısı genotipleri için sırası ile %70, %62, % 64.2 , % 71.4 olarak belirlenmiştir. Her iki yılda edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde kışlatma yeteneği en iyi olan bal arısı genotipinin uzun süredir bölgeye uyum yeteneği olduğu düşünülen Bingöl bal arısı genotipi olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Genotiplerin kışlama kabiliyetleri (2022-2023) (%)

Genotipler	2022		2023	
	N	Kışlama Yeteneği	N	Kışlama Yeteneği
Camili	10	45.0	7	70.0
Posof	10	33.8	6	62.0
Karniyol	10	39.0	7	64.2
Bingöl	10	58.6	7	71.4
Genel ortalama	40	44.2	27	67.0

Yaşama Gücü

Çizelge 2 incelendiğinde 2021 yılından 2023 yılı Ağustos ayına kadar geçen 2 yıllık araştırma sonucunda Posof genotipinde 5, Camili genotipinde 3 ve Bingöl genotipinde 4 koloni kaybı belirlenirken Karniyol genotipinde de 4 koloni kaybı yaşanmıştır.

Çukurova yöresinde yapılan bir çalışmada; Kafkas, Muğla, Anadolu, Marmara ve Suriye arı genotiplerinin kışlama yetenekleri araştırılmıştır. Bu çalışma sonunda kışlatma sonrası çalışılan genotiplere ait arı kolonilerinden sönen koloni oranı sırası ile %38.46, %0.00, %13.33, %43.75 ve %0.00 olarak belirlenmiştir (Doğaroğlu 1981). Yığılca yerel bal arısının bazı performans özellikleri bakımından kafkas ve anadolu bal arısı ırkı melezleri ile karşılaştırılmasının yapıldığı bir çalışmada; anadolu arısının % 83,33, kafkas arısının % 41,66 ve Yığılca arısının da % 80,00 yaşama gücüne sahip olduğu bildirilmiştir (Gösterit ve ark 2012). Mevcut çalışmada da Bingöl koşullarında 2021-2023 yılları arasında çalışılan genotiplerin yaşama güçleri Camili, Bingöl , Karniyol ve Posof genotiplerinde sırası ile %70, %60, % 60, % 50 olarak belirlenmiştir. Camili genotipi bal arısının en yüksek yaşama gücüne sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2. Çalışılan genotiplerin yaşama gücü değerleri (%)

Genotipler	Çalışılan Koloni Sayısı (Adet)	Kalan Koloni Sayısı (Adet)	Dene Dışı Kalan Koloni Sayısı (Adet)	Yaşama Gücü
				(%)
Camili	10	7	3	70
Posof	10	5	5	50
Karniyol	10	6	4	60
Bingöl	10	6	4	60
Toplam	40	24	16	60

Ergin Arı Çerçeve Sayısı

Çizelge 3'te 2022 yılı arı genotiplerinin arılı çerçeve sayılarındaki gelişmeler takip edilmiştir. Ortalama 15 günlük sürelerle her bir kolonide üzeri tamamen ergin arı ile kaplı çerçeveler kayıt altına alınmıştır. Çizelge 3 de Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinin tüm dönemlerde ölçülen arılı çerçeve sayıları (adet koloni⁻¹) ortalaması sırası ile 7.06±3.27, 4.82±2.50, 5.57±3.20, 6.62±3.18 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3. Genotiplerde dönemlere göre ortalama arılı çerçeve sayıları (2022) (adet koloni⁻¹)

Tarih	Camili		Posof		Karniyol		Bingöl	
	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama
04.04.2022	10	2.25±0.59	8	1.69±0.71	10	1.95±0.60	7	2.93±0.80
24.04.2022	9	3.28±0.71	8	2.50±0.62	10	2.80±0.82	7	3.36±1.12
15.05.2022	9	4.68±0.91	8	2.50±1.05	10	2.85±1.06	7	4.14±1.02
01.06.2022	9	5.72±1.29	7	2.86±0.99	10	3.70±1.49	7	5.14±1.29
07.07.2022	9	8.13±1.66	7	5.33±0.77	10	5.60±1.43	7	7.57±1.82
22.07.2022	9	9.16±1.69	6	6.66±0.77	10	7.50±2.01	7	9.14±1.66
10.08.2022	8	10.50±1.63	6	7.50±1.02	10	9.20±2.70	7	10.14±1.66
06.09.2022	8	11.13±1.66	6	8.33±1.02	10	9.70±2.50	7	11.14±1.66
22.09.2022	8	8.75±0.62	6	6.00±0.95	10	6.80±1.55	7	6.00±0.94
Genel Ortalama	8.78	7.06±3.27a	6.89	4.82±2.50b	10	5.57±3.20c	7	6.62±3.18a

a,b,c : Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05)

Çizelge 4'te arı genotiplerinin arılı çerçeve sayılarındaki gelişmeler takip edilmiştir. Ortalama 21 günlük sürelerle her bir kolonide üzeri tamamen ergin arı ile kaplı çerçeveler kayıt altına alınmıştır. Çizelgede Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinin tüm dönemlerde ölçülen arılı çerçeve sayıları (adet koloni⁻¹) ortalaması sırası ile 8.82±0.3.61, 6.22±2.06, 6.62±2.66, 7.46±2.95 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. Genotiplerde dönemlere göre ortalama arılı çerçeve sayıları (2023) (adet koloni⁻¹)

Tarih	Camili		Posof		Karniyol		Bingöl	
	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama
16.04.2023	7	3.50±0.71	5	3.10±1.03	7	3.21±1.15	7	3.57±0.45
07.05.2023	7	5.86±0.90	5	4.80±1.79	7	4.29±1.60	7	5.00±0.82
28.05.2023	7	8.29±1.25	5	6.20±1.64	7	5.86±1.87	6	6.67±0.82
18.06.2023	7	10.86±1.07	5	6.80±1.92	7	7.86±2.27	6	8.50±1.38
08.07.2023	7	11.57±0.77	5	7.40±2.41	6	8.17±2.14	6	9.50±2.07
29.07.2023	7	12.86±0.69	5	9.00±3.56	6	10.33±1.7	6	11.50±2.3
Genel ortalama	7	8.82±3.61a	5	6.22±2.06b	6.67	6.62±2.66c	6.33	7.46±2.95c

a,b,c : Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P< 0.05)

İtalyan, Kafkas, Karniyol bal arısı ırkları ile Starline, Midnite hibrit arıları ve İran bal arısı (*A.m meda*) ile populasyon gelişimi üzerine yapılan çalışmada *A.m. meda*'nın hibrit ve diğer ırklara göre populasyonunun daha düşük olduğu bildirilmiştir (Ebadi 1988). Bal verimini etkileyen en önemli özellik olan koloni populasyonun ilkbahar döneminde hızla arttığı; nektar akımı döneminde populasyonun maksimum düzeye çıktığı; bal hasadından sonra kolonideki arı mevcudunun hızla azaldığı ve bunun sonbahara kadar sürdüğü bildirilmiştir (Kaftanoğlu ve Kumova 1992). Erzurum yöresi koşullarında yapılan bir çalışmada Kafkas, Kafkas x Anadolu, Anadolu x Kafkas ve Anadolu bal arısı genotiplerinin ortalama arılı çerçeve sayıları 16.54±0.26 (adet koloni⁻¹),

16.00±0.22 (adet koloni⁻¹), 18.46±0.22 (adet koloni⁻¹) ve 19.18±0.26 (adet koloni⁻¹) olarak belirlenmiştir (Dodoloğlu 2000). Türkiye'nin Güney Doğusunda bulunan Adıyaman ilinin gezginci arıcılığın yapılmadığı 5 farklı ilçesinden (Besni,Samsat,Tut,Kahta ve Merkez) toplanan yerel bal arılarının (*Apis mellifera* L.) arılarıyla kaplı çerçeve sayısı 4,22 adet ile Samsat grubu kolonilerinde olurken diğer gruplarında benzer olduğu ve genel ortalamanın 3,22 adet çerçeve olduğu bildirilmiştir (Öztokmak vd., 2023). Ergin arılı çerçeve sayılarının verildiği Çizelge 3 incelendiğinde, ortalama arılı çerçeve sayısının bal hasadının yapıldığı tarihte maksimum düzeye ulaştığı belirlenmiştir. Ergin arılı çerçeve sayısı tüm genotiplerde bal hasadına kadar düzenli bir şekilde artmaktadır. Bal hasadı sonrasında nektar kaynaklarının ve polen miktarının azalması ile birlikte ortalama arılı çerçeve sayılarında tüm genotiplerde düşüş gözlenmektedir. Çalışmada kullanılan bal arısı genotiplerinin performans özelliklerinin 2022 yılında tekrar eden ölçümler deneme desenine göre yapılan istatistiksel sonuçları Camili ve Bingöl genotipleri ortalama arılı çerçeve sayısı (p>0.05) arasındaki farkın önemsiz olduğunu, diğer tüm genotipler arasındaki farklılığın (p<0.05) önemli olduğunu göstermektedir. 2023 verilerine göre ortalama arılı çerçeve sayısı üzerinden yapılan istatistiksel analiz sonucunda Karniyol genotipinin Posof ve Bingöl genotipleri ile arasındaki farklılığın (p>0.05) önemsiz olduğu, diğer tüm genotiplerin aralarındaki farklılığın (p<0.05) önemli düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kuluçka Alanı

Çizelge 5 incelendiğinde genotiplerin ortalama yavrulu alanlar Camili genotipi için 2446.30±551.82 cm² koloni⁻¹, Posof genotipi için 1831.00±929.61 cm² koloni⁻¹, Karniyol genotipi 2107.05±1082.62 cm² koloni⁻¹ve Bingöl genotipi 2820.51±971.82 cm² koloni⁻¹olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Kolonilerde ortalama kuluçka alanı (2022) (cm² koloni⁻¹)

Tarih	Camili		Posof		Karniyol		Bingöl	
	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama
24.04.2022	9	1718.45±595.96	8	654.05±471.01	10	710.73±438.78	7	1386.40±556.64
15.05.2022	9	2562.41±762.78	8	1117.45±827.74	10	1046.71±589.37	7	2430.05±1101.55
01.06.2022	9	2677.16±928.56	7	1042.12±637.79	10	1450.63±954.64	7	2672.02±1195.21
07.07.2022	9	1961.19±214.28	7	2263.66±307.63	10	2676.93±472.76	7	2639.10±678.33
22.07.2022	9	3391.65±613.91	6	3222.89±337.99	10	3684.06±906.10	7	4541.12±736.04
10.08.2022	8	2692.08±491.40	6	2557.12±269.57	10	2942.95±677.40	7	3454.86±544.73
22.09.2022	8	2121.15±408.39	6	1959.75±181.25	10	2237.31±470.67	7	2620.01±413.08
Genel ortalama	8.71	2446.30±551.82a	6.86	1831.00±929.61b	10	2107.05±1082.62c	7	2820.51±971.82a

a,b,c : Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P< 0.05)

Çizelge 6'da incelendiğinde, 2023 yılında genotiplerin ortalama yavrulu alanlar Camili genotipi 3470.70±758.18 cm² koloni⁻¹, Posof genotipi 1995.33±659.66 cm² koloni⁻¹, Karniyol genotipi 2413.23±1001.78 cm² koloni⁻¹ve Bingöl genotipi 2779.64±850.48 cm² koloni⁻¹olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 6. Kolonilerde ortalama kuluçka alanı (2023) (cm² koloni⁻¹)

Tarih	Camili		Posof		Karniyol		Bingöl	
	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama
16.04.2023	7	2877.39±343.47	5	713.76±215.26	7	825.90±672.42	7	1725.54±250.07
7.05.2023	7	4028.18±308.45	5	2125.03±598.14	7	2265.32±921.83	7	2371.64±409.72
28.05.2023	7	3139.34±396.27	5	2225.34±362.95	7	2704.10±842.17	6	3201.31±675.56
18.06.2023	7	4707.53±417.80	5	2583.26±569.87	7	3867.52±620.71	6	4126.53±844.05
8.07.2023	7	3347.08±240.26	5	2338.60±759.55	6	2780.36±852.05	6	3013.79±188.43
29.07.2023	7	2724.67±258.38	5	1985.99±686.34	6	2036.39±495.81	6	2239.02±150.82
Genel ortalama	7	3470.70±758.18a	5	1995.33±659.66b	6,67	2413.23±1001.78c	6,33	2779.64±850.48d

a,b,c,d : Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P< 0.05)

Anadolu, Kafkas, Muğla, Gökçeada, Trakya ve Alata bal arısı genotiplerinin sırası ile 1111.60±128.67 cm², 1184.80±162.85 cm², 2387.50±163.53 cm², 2030.20±188.86 cm², 1433.90±153.19 cm² ve 1501.50±128.81 cm² ortalama kuluçka alanında sahip olduğu bildirilmiştir (Güler 1995). Karadeniz bölgesinde yapılan bir çalışmada yavru alanı ortalamaları Yiğilca arısının 3107.47±171.03 cm², Korgan arısının 2954.93±121.11 cm² ve Kafkas grubu arısının 2373.82 ±116.36 cm² olarak bildirilmiştir (Günbey ve Cengiz, 2021). Bal arılarının sonbaharda farklı polenler ilave beslemenin doğal ortamda koloni gelişimi üzerine yapılan bir çalışmada, deneme, şurup, karışık polen, *Cistus creticus* poleni (pembe kaya - gül), *Papaver somniferum* poleni (Afyon haşhaşı) ile farklı 6 grupta yapılan denemede *Papaver somniferum* poleni katkılı besleme ortalama koloni başı yavrulu alanı 1184,14 cm² ile en iyi performansı gösterdiği bildirilmiştir (Topal vd., 2022). 2022 yılında yapmış olduğumuz çalışmada Camili genotipi ile Karniyol genotipi arasındaki ortalama yavrulu alanlardaki farkın (p>0.05) önemsiz düzeyde olduğu belirlenmiştir. Diğer tüm genotipler arasındaki ortalama yavrulu alanları arasındaki farkın (p<0.05) önemli olduğu belirlenmiştir. 2023 yılında yapılan yavrulu alan ölçümlerine göre genotiplerin tüm dönemlerin ortalama yavrulu alanları arasındaki farkın (p<0.05) önemli olduğu belirlenmiştir.

Bal Verimi

Çizelge 7 incelendiğinde 2022 yılında en yüksek bal veriminin 15.97±1.57 kg koloni⁻¹ ile Kafkas bal arısının Camili genotipi olduğu belirlenmiştir. Sırası ile diğer bal arısı melezlerinde koloni başı bal verimi Bingöl genotipi 14.20±0.41, Karniyol arısının 12.41±1.85, Posof genotipinin 8.37±1.01 olduğu belirlenmiştir. Çalışma yapılan arılıkta toplam bal veriminin ise koloni başına 12.74±3.30 kg olduğu belirlenmiştir.

2023 yılında en yüksek bal veriminin 17.30±2.46 kg koloni⁻¹ ile 2022 yılına benzer şekilde Kafkas bal arısının Camili genotipinde olduğu belirlenmiştir. Sırası ile diğer bal arısı genotiplerinde koloni başı bal verimi Bingöl 16.87±2.51 kg, Karniyol 12.58±1.61 kg, Posof 10.43±2.26 kg olarak hesaplanmıştır. Çalışma yapılan arılıkta toplam bal veriminin ise koloni başına 14.30±3.34 kg olduğu belirlenmiştir.

Trakya koşullarında yapılan bir çalışmada; Kafkas, Anadolu, Muğla ve Trakya bal arısı genotiplerinin bal verimleri ortalama 29.97 kg, 24.86 kg, 23.17 kg ve 19.53 kg olarak belirlenmiştir (Doğaroğlu ve ark. 1992). GAP Bölgesinde yapılan bir çalışmada; İtalyan, Kafkas, Ege, Trakya ve Güneydoğu Anadolu bal arısı genotiplerinin bal verimleri 19.7 kg, 20.4 kg, 17.6 kg, 23.9 kg, 23.3 kg ve 4.3 kg olarak belirlenmiştir (Kaftanoğlu ve ark. 1993). Erzurum yöresi Kafkas, Orta Anadolu ve Erzurum bal arısı genotipleri ile yapılan bir çalışmada bal verimleri 30.62±3.22 kg koloni⁻¹, 32.63±5.17 kg koloni⁻¹ ve 35.41±5.36 kg koloni⁻¹ olarak bildirilmiştir (Genç ve ark 1999). Kafkas bal arısı (*Apis mellifera caucasica*) kolonilerinden oluşturularak yapılan bir çalışmada, farklı dozlarda (5 cc, 10 cc, 20 cc, 50 cc/L ve 0 cc/L) sodyum humat katkılı beslemenin koloni bal verimleri üzerine etkileri 5 cc, 10 cc, 20 cc, 50 cc ve kontrol grupları için sırasıyla 19.15±1.48, 26.35±1,83, 22.50±1.86, 8.75±1.29 ve 18.50±1.57 kg koloni⁻¹ olarak belirlenmiştir (Tunç vd., 2020). 2022 verilerine göre genotipler arasında yapılan çoklu karşılaştırma testinde bal verimleri arasındaki farkın önemli (p<0.05) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Genotipler

arasında Camili 15.97 ± 1.57 kg koloni⁻¹ bal verimi ile en iyi performansı göstermiştir. 2023 yılında yapılan bal hasadı sonuçlarına göre Camili genotipinin bal veriminin diğer genotiplere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışılan genotipler arasındaki Camili genotipinin Bingöl genotipi ile ve Karniyol genotipinin Posof genotipi ile ortalama bal verimi arasındaki farklılığın ($p > 0.05$) önemsiz düzeyde olduğu belirlenmiştir. Diğer tüm genotiplerin ortalama bal verimleri arasında ($p < 0.05$) önemli düzeyde farklılık olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 7. Genotip grupların bal verimleri (2022-2023) (kg koloni⁻¹)

Genotipler	2022*		2023**	
	Numune	Ortalama (kg / koloni)	Numune	Ortalama (kg / koloni)
Camili	8	15.97±1.57a	7	17.30±2.46a
Posof	6	8.37±1.01b	5	10.43±2.26b
Karniyol	10	12.41±1.85c	6	12.58±1.61b
Bingöl	7	14.20±0.41d	6	16.87±2.51a
Genel ortalama	7.75	12.74±3.13	7.75	14.30±3.34

*Aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P < 0.05$)

** Aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P < 0.05$)

SONUÇ ve ÖNERİLER


Bu çalışmanın amacı, Bingöl ilinde yoğun olarak kullanılan bal arısı genotiplerinin bazı performans özelliklerinin belirlenerek üreticiye önerilerde bulunabilmektir. Çalışma sonucunda Bingöl bal arısı olabile potansiyeline sahip genotipin kışlama kabiliyetinin diğer genotiplere göre daha iyi performans gösterdiği, koloni popülasyon gelişimleri incelendiğinde Kafkas-Camili genotipi ve Bingöl genotipinin diğer genotiplerden daha çok ön plana çıktıkları söylenebilmektedir. Karniyol genotipi ve Kafkas-Posof genotipinin popülasyon gelişmelerinin çok yavaş ilerlediği belirlenmiştir. Bal verimleri incelendiğinde Kafkas-Camili genotipinin yüksek verimde olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucu değerlendirildiğinde Camili genotipi ve bölgeye adapte olmuş Bingöl bal arısının tercih edilmesi önerilmektedir. Bal verimi sonuçları değerlendirildiğinde arılıkta tek ve bölgeye uyumlu bir genotiple çalışılmasının özellikle bal verimini arttıracığı söylenebilmektedir


Teşekkür: Bu çalışmada katkılarından dolayı Bingöl Üniversitesi Arıcılık Araştırma, Geliştirme, Uygulama ve Araştırma Merkezine teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması olmadığı beyan eder.

Araştırmada Katkı Oranı Beyanı Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

YAZAR ORCID NUMARALARI

İbrahim ŞAHİN  <http://orcid.org/0000-0002-6803-0121>

Nevzat ESİM  <http://orcid.org/0000-0001-5121-092X>

KAYNAKLAR

- Adam, B. 1983. In Search of Best Strains of Honeybees (*Apis mellifera* L.). 2nd. Edition, Northern Bee boks, 206p, U.K.
- Anonim. 2023. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=undefined&m=BINGOL>. Erişim: 12.11.2023
- Arslan, S. Güler, A., Çam, H., 2004. Farklı Bal Arısı Genotiplerinin Tokat Koşullarında Kışlama Yetenekleri ve Petekli Bal Veriminin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Ün. Zir. Fak. Dergisi, 21(1):85-90, Tokat.
- Akyol E, Özkok D, Öztürk C, Bayram A. 2005. Bazı saf ve melez bal arısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinin oğul eğilimi, yaşama gücü, kışlama yeteneği ve petek işleme etkinliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Uludağ Arıcılık Dergisi 5 (4): 162-166.
- Akyol, E. 1998. Kafkas ve Muğla Arılarının(*Apis mellifera* L.) Saf ve Karşılıklı Melezlerinin Morfolojik, Fizyolojik ve Davranışsal özelliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana
- Burucu, V., Gülse Bal, H. S. 2017. Türkiye’de Arıcılığın Mevcut Durumu ve Bal Üretim Öngörüsü. Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi. 3 (1): 28-37. Ankara.

- Caf, A., Irmak, M.A., Yılmaz, H. 2016. Bingöl İli Yeşil Alanlarında Kullanılan Odunsu Bitkiler ve Kullanım Amaçları. İğdir Üni. Fen Bilimleri Enst. Dergisi, 6(2): 103-110.
- Doğaroğlu, M. 1981. Türkiye’de Yetiştirilen Önemli Arı Irkı ve Tiplerinin Çukurova Bölgesi Koşullarında Performanslarının Karşılaştırılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Zootekni A.B.D., Doktora Tezi, Adana.
- Doğaroğlu, M., Özder M., Polat, C. 1986 Trakya Bölgesi Koşulları İçin En Uygun Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Genotipini Belirleme Çalışmaları. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Veteriner ve Hayvancılık A grubu. Proje no: VHAG-619.
- Doğaroğlu, M., Özdemir, M., Polat, C., 1992. Türkiye’deki Önemli Balarısı (*Apis mellifera* L.) Irk ve Ekotiplerinin Trakya Koşullarında Performanslarının Karşılaştırılması. Doğa-Tr.J.of Vet.and An. Sci., 16:403-414, ANKARA
- Dülger, C., 1997. Kafkas, Anadolu ve Erzurum Bal Arısı Genotiplerinin Erzurum Koşullarındaki Performanslarının Belirlenmesi ve Morfolojik Özellikleri. A.Ü.F.B.E.Z.A.B.D., Erzurum.
- Dodoloğlu, A., 2000. Kafkas ve Anadolu Balarısı Irkları ile Karşılıklı Melezlerinin Morfolojik, Fizyolojik ve Davranış Özellikleri. A.Ü. Fen Bilimleri Ens. Doktora Tezi, Erzurum.
- Ebadi, R., 1988. Evaluation of Five Honey Bees Races and Hybrids in Comparison with The Native Iranian Race in Isfahan Region. Iranian J. of Agrc., 19(3- 4): 11-12.
- Fresnaye J and Lensky., 1961. “Methods d’Apperaciation des Surfaces de vain dans les Colonies d’Abeilles”, Ann. Abeille 4 (4): 369-376.
- Fıratlı, Ç. ve Karacaoğlu, M. 1995. Anadolu Arisinin Seleksiyonla Islahı Olanakları. Tübitak VHAG- 939 no’lu proje. Ankara, 80 s.
- Genç, F., Dülger, C., Dodoloğlu, A., Kutluca, S., 1999. Kafkas, Orta Anadolu ve Erzurum Bal Arısı Genotiplerinin Erzurum Koşullarındaki Bazı Fizyolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması. Tr.J.of Vet. and Animal Sciences 23:645- 650.
- Genç, F., Dodoloğlu, A., 2003. Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 341. 338 sayfa. Erzurum.
- Gösterit, A., Çıkılı, Y., Kekeçoğlu, M., 2012. Yığılca yerel bal arısının bazı performans özellikleri bakımından Kafkas ve Anadolu bal arısı ırkı melezleri ile karşılaştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 7(1): 107-114.
- Genç, F., A. Dodoloğlu, 2002. Arıcılığın temel esasları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Yayınları No:166, s.338, Erzurum.
- Güler, A., 1995. Türkiye’deki Önemli Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Irk ve Ekotiplerinin Morfolojik Özellikleri ve Performanslarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Zootekni A.B.D., Doktora Tezi, Kod:304, Adana.
- Genç, F., 1990. Bal Arılarında Koloni Performansını Etkileyen Faktörler. Teknik Arıcılık Dergisi. 27:18-26. Ankara
- Gençer, V., 1996. Orata Anadolu Bal Arısı Ekotiplerinin ve Bunların Çeşitli Melezlerinin Yapısal ve Davranışsal Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Ankara.
- Günbey, C., Cengiz, F. 2021. Karadeniz Bölgesindeki Yerel Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Irk ve Ekotiplerinin Orta Karadeniz Bölgesinde Fizyolojik Adaptasyon ve Performanslarının Karşılaştırılması. Ziraat Mühendiliği (371), 113-123
- Güler A, Gürel A C, Durmuş Ş.1999. Bal Arısı (*Apis mellifera* L.)’nda Fizyolojik ve Davranış Karakterlerini Belirleme Yöntemleri. Türkiye’de Arıcılık Sorunları ve 1. Ulusal Arıcılık Sempozyumu 28-30 Eylül 1999. Kemaliye/Erzincan. s. 180-188.
- Gözenler, E., 2000. Kafkas Irkı ile Anadolu ve Muğla Ekotipi Bal Arılarının (*Apis mellifera* L.) Orta Anadolu Koşullarındaki Üreme ve Davranış Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı. Ankara.
- Kaftanoğlu, O., Kumova, U. 1992. Çukurova Bölgesi Kosullarında Ana Arı (*Apis mellifera* L.) Yetistirme Mevsiminin Ana Arının Kalitesine Olan Etkileri Üzerine Bir Arastırma. TÜBİTAK Doga-Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences, (16) 569-577.
- Kaftanoğlu, O., Kumova, U., Bek, Y., 1993. Gap Bölgesinde Çeşitli Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Irklarının Performanslarının Saptanması ve Bölgedeki mevcut Arı Irklarının Islahı Olanakları. Ç.Ü.Z.F. Gap Yayınları, No:74, Adana.
- Kandemir, İ., Kence, M., ve Kence, A. .2000. Genetic and morphometric variation in honeybee (*Apis mellifera*) population of Turkey. Apidologie, 31(1), 343-356.
- Oztokmak, A., Ozmen Ozbakir, G., & Çağlar, O. 2023. Conservation of Local Honeybees (*Apis mellifera* L.) in Southeastern Turkey: A Preliminary Study for Morphological Characterization and Determination of Colony Performance. Animals, 13(13), 2194.
- Rutner, F., 1988. Biogeography and Taxonomy of Honeybees (*Apis mellifera* L.). Springer-Varlay, Heidelberg-Berlin.

- Topal, E., Mărgăoan, R., Bay, V., Takma, Ç., Yücel, B., Oskay, D., ... ve Kösoğlu, M. 2022. The effect of supplementary feeding with different pollens in autumn on colony development under natural environment and in vitro lifespan of honey bees. *Insects*, 13(7), 588.
- Tunç M. A. , Cengiz M. M. , Yazıcı K. , Turan M. 2020. The Effects Of Supplemental Feeding With Sodium Humate On The Performance Of Honey Bee Colonies (*Apis Mellifera* L.). *Uludağ Arıcılık Dergisi*. 20(2): 181-188.
- Yücel B ve Kösoğlu M. 2011. Ege Bölgesi'nde Muğla ekotipi ve italyan melezi bal arılarının kimi performans özellikleri bakımından karşılaştırılması. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.* 17 (6): 1025-10.

Determination of Cu, Pb, and Zn Contents of Soils Formed on Different Parent Materials (Çanakkale, Türkiye)

Erdem TEMEL^{1*}, Timuçin EVEREST², Ali SUNGUR¹, Hasan ÖZCAN¹

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu, Çanakkale

*Sorumlu Yazar: erdemtemel@outlook.com

Received: 13.07.2023 Received in revised: 26.12.2023 Accepted: 26.12.2023

ABSTRACT

This study was carried out to determine the heavy metal (Cu, Pb, and Zn) contents and their differences in soils formed on three different parent materials (basalt, clastic and carbonate rocks and granite) in the Ezine district of Çanakkale province. For this purpose, surface sampling was conducted in soils formed under natural conditions on different geological materials. Heavy metal contents of the soil samples were determined using flame atomic absorption spectrometry using the wet digestion *Aqua regia* method. Analysis of variance (ANOVA) was used to determine the elemental differences in soil samples. Pearson correlation analysis was applied to reveal the relationship between heavy metals and the physicochemical properties of soils taken from different parent materials. As a result of the evaluation, the mean Cu concentrations in the samples ranged from soils formed on basalt ($40.8 \pm 3.8 \mu\text{g/g}$) > soils formed on clastic and carbonate rocks ($24.8 \pm 1.5 \mu\text{g/g}$) > soils formed on granite ($22.5 \pm 2.8 \mu\text{g/g}$); mean Pb concentrations followed the order of soils formed on granite ($37.50 \pm 3.30 \mu\text{g/g}$) > soils formed on clastic and carbonate rocks ($35.67 \pm 2.74 \mu\text{g/g}$) > soils formed on basalt ($21.6 \pm 6.7 \mu\text{g/g}$). The mean Zn concentrations of the soil samples were as follows: soils formed on basalt ($80.9 \pm 8.7 \mu\text{g/g}$) > soils formed on clastic and carbonate rocks ($44.1 \pm 3.7 \mu\text{g/g}$) > soils formed on granite ($37.0 \pm 9.4 \mu\text{g/g}$). Pb concentrations of all soil samples were found to be higher than the average of the earth's crust.

Key words: Heavy metals, clastic and carbonate rocks, granite, basalt

Farklı Anamateryaller Üzerinde Oluşmuş Toprakların Cu, Pb ve Zn İçeriklerinin Belirlenmesi (Çanakkale, Türkiye)

ÖZ

Bu çalışma, Çanakkale ili Ezine ilçesinde üç farklı anamateryal (bazalt, kireçli ve karbonatlı kayalar ve granit) üzerinde oluşan topraklardaki ağır metal (Cu, Pb ve Zn) içeriklerini ve bunların farklılıklarını ortaya koymak için yapılmıştır. Bu amaçla, farklı jeolojik materyaller üzerinde doğal ortam koşullarında oluşmuş topraklarda yüzey örnekleme yapılmıştır. Örneklerin ağır metal içerikleri *Aqua regia* yaş yakma yöntemi kullanılarak alevli atomik absorpsiyon spektrometresi ile belirlenmiştir. Toprak örneklerinde elementler arası farklılaşmayı belirlemek için varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Farklı anamateryaller üzerinde oluşmuş topraklardan alınan örneklerin ağır metal ve fiziko-kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır. Değerlendirme neticesinde, örneklerdeki ortalama Cu konsantrasyonları bazalt üzerinde oluşmuş topraklar ($40.8 \pm 3.8 \mu\text{g/g}$) > kireçli ve karbonatlı kayalar üzerinde oluşmuş topraklar ($24.8 \pm 1.5 \mu\text{g/g}$) > granit üzerinde oluşmuş topraklar ($22.5 \pm 2.8 \mu\text{g/g}$) sıralamasını; ortalama Pb konsantrasyonları granit üzerinde oluşmuş topraklar ($37.50 \pm 3.30 \mu\text{g/g}$) > kireçli ve karbonatlı kayalar üzerinde oluşmuş topraklar ($35.67 \pm 2.74 \mu\text{g/g}$) > bazalt üzerinde oluşmuş topraklar ($21.6 \pm 6.7 \mu\text{g/g}$) sıralamasını izlemiştir. Toprak örneklerinin ortalama Zn konsantrasyonları ise bazalt üzerinde oluşmuş topraklar

($80.9 \pm 8.7 \mu\text{g/g}$)> kireçli ve karbonatlı kayalar üzerinde oluşmuş topraklar ($44.1 \pm 3.7 \mu\text{g/g}$)> granit üzerinde oluşmuş topraklar ($37.0 \pm 9.4 \mu\text{g/g}$) olarak belirlenmiştir. Tüm toprak örneklerinin Pb konsantrasyonlarının, yer kabuğu ortalamasından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ağır metal, kireçli ve karbonatlı kayalar, granit, bazalt

INTRODUCTION

Parent materials are the primary geological materials consisting of consolidated or unconsolidated materials that influence soil formation through mineralogical composition, texture, and stratification (Okoli et al., 2021). Parent material is a soil-forming factor that has a strong influence on different characteristics such as soil geochemistry, nutrient content, clay mineralogy, the composition of Fe/Al oxides, textural properties, and physicochemical properties of soils (Spinola et al., 2022). Due to the different mineralogical compositions of parent materials, soil formation processes result in different heavy metal contents and types in soils composed of different parent materials (Fei et al., 2023). Therefore, this situation affects the elemental and mineralogical contents of the soils. For example, basaltic volcanic rocks are generally rich in heavy metals such as Cu, Cd, Ni, and Co, while shales contain high amounts of Pb, Cu, Zn, Mn, and Cd (Li et al., 2019).

Soil formation is a process that occurs with the weathering of the bedrock. While soil is the largest and most important component of terrestrial ecosystems, it serves as both a source and a reservoir for heavy metals (Sungur et al., 2023). Heavy metals enter the soil ecosystem through natural processes and anthropogenic activities (Peng et al., 2019). The primary source of heavy metals in soil is the parent material. This effect is mainly due to heavy metals in primary minerals in parent materials or after weathering and deposition in sediments and soils (Zinn et al., 2020).

In the literature review, numerous studies reveal the heavy metal contents of soils formed on different parent materials. Mendoza-Grimón et al (2014), in their research on basaltic ash soils, found the average Zn content of soils as $85.2 \pm 12.2 \mu\text{g/g}$ and Cu content as $43.7 \pm 12.7 \mu\text{g/g}$. Afu et al (2020), found Cu concentrations of $1.19 \mu\text{g/g}$ and Zn concentrations of $28.3 \mu\text{g/g}$ in soils formed on granitic gneiss. Tuğyan and Sungur (2020), determined the mean Cu, Pb, and Zn concentrations of soils formed on granite as $90.25 \pm 22.09 \mu\text{g/g}$, 25.12 ± 7.05 , $50.45 \pm 4.84 \mu\text{g/g}$, respectively, in a study on different parent materials. However, such a study has not been found in the Ezine district of Çanakkale province, which was chosen as the study area. The primary purpose of this study is to determine the physicochemical properties and Cu, Pb, and Zn concentrations of the soils formed on different parent materials (basalt, clastic and carbonate rocks, and granite) in very close locations in Çanakkale and to reveal the differences based on parent material.

MATERIAL and METHOD

Study area and soil sampling

The study was carried out in the Ezine district of Çanakkale province, located between $39^\circ 55' 13'' - 39^\circ 44' 6''$ latitude and $26^\circ 12' 54'' - 26^\circ 19' 10''$ longitude (Fig 1). The climate under the influence of the Marmara and Aegean seas, is very similar to the Mediterranean climate type (Atalay, 1991) in the study area. The annual average temperature is 15.1°C , and the annual average precipitation is 616.7 mm (MGM, 2022). Geological formations of the study area and its vicinity are shale, marble, calcareous rocks, claystone, sandstone, igneous rocks, quaternary sediment, and volcanic ash ranging from Paleozoic to Quaternary (Özcan et al., 2011; Everest et al., 2021). The morphology and micro-surface relief of the study areas was very different. The topography of the surface ranges from flat to local depressions due to the land use (pasture) in all sampling areas. All samples were taken from pastures, and these areas have very shallow soil depths. Therefore, samples were taken from the surface (0-20 cm depth) formed on three different parent materials (basalt, clastic and carbonate rocks, and granite) under the same climate and land cover (Fig 2). At each parent material, seven soil samples were taken from the surface with a 0-20cm depth at 200m intervals. Non-metallic tools were used while sampling in the field. The samples were brought to the laboratory under safe conditions to be prepared for analysis.

Preparation of soil samples and analysis

Soil samples were air-dried in plastic containers at room temperature. Air-dried soil samples were ground with the wooden mallet and passed through a 2.0 mm sieve. In addition, some of the ground soil samples were re-grind in a mortar and then sieved through 0.5 mm to use for organic matter (OM), CaCO_3 , and heavy metal (Cu, Pb, and Zn) analyses. The pH and EC values of the samples were measured in a 1:2.5 (soil: water) suspension with a pH/EC meter (Thomas, 1996). Soil texture was determined using the hydrometer method (Gee and Or, 2002). The calcium carbonate (CaCO_3) content of the soils was measured as a percentage

(%) with a calcimeter based on measuring the CO₂ produced by the acidification of the soil sample (Nelson, 1982). The organic matter content of the samples was determined using the dichromate oxidation method (Nelson and Sommers, 1982).

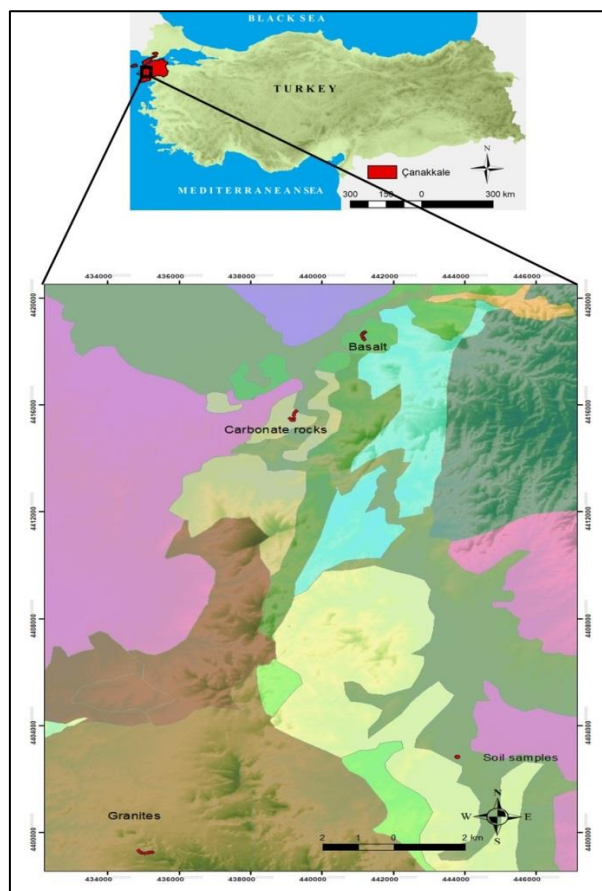


Figure 1. Geology of the study area and soil sampling locations

Heavy metal analysis and Accuracy Testing

The soil samples were extracted with Aqua regia (1:3 ratio HNO₃: HCl) by wet digestion method (Tuzen et al., 2004). Flame atomic absorption spectrometry (FAAS) was used for detection. In the flame atomic device, Cu, Pb, and Zn were detected at wavelengths of 324.8 nm, 283.3 nm, and 213.9 nm, respectively. In addition, purchased stock solution (SCP SCIENCE, 1000 µg/ml, AA standard) used each element for the standard series preparation stage. For the determination of heavy metals in the soil samples, approximately 5 g of re-grounded soil samples were kept in an oven at 85 °C for one night to remove humidity. After dehumidification, 1 g of each sample was weighed with a balance with an accuracy of 0.001. The weighed samples were poured into beakers with a volume of 100 mL and 20 mL of Aqua regia was added and covered with a watch glass. Afterward, the samples taken on the hot plate were evaporated to near dryness with a gradual temperature increase and after passing through a 0.45 µm blue-band filter it was made up to 50 mL with ultrapure water. The accuracy of the wet digestion method used in the study was tested with the Certified Reference Material, ERM-CC141. Obtained recoveries are given in Table 1. As shown in Table 1, the recoveries were between 94.2% and 100.6%, and these results were satisfactory.

Table 1. Certificate values and recovery rates obtained of ERM CC-141 certified reference material (de Vos et al., 2012) extracted with Aqua regia, n = 3

Metals	Certificate Values (µg/g)	Determined (µg/g)	Recovery (%)
Cu	12.4 ± 0.9	12.2 ± 0.2	98.4
Pb	32.2 ± 1.4	32.4 ± 3.3	100.6
Zn	50.0 ± 4.0	47.1 ± 2.4	94.2

Statistical analysis

In this study, analysis of variance (ANOVA) was applied to determine the differences between heavy metal (Cu, Pb, and Zn) concentrations in soils formed on different parent materials ($p < 0.05$). The averages of heavy metal variables were compared with the Tukey multiple range test. In addition, Pearson correlation analysis was performed to determine the relationship between the heavy metal contents and the physicochemical properties of soils (pH, EC, CaCO_3 , organic matter, clay, silt, and sand content). MINITAB-21 program was used for statistical analysis.

RESULT AND DISCUSSIONS

Physicochemical properties of the soil samples

Some physicochemical properties of soil samples are presented in Table 2. The average pH value of the soil samples formed on basalt was nearly neutral at 7.1 ± 0.5 , the formed on clastic and carbonate rocks were slightly alkaline at 7.7 ± 0.2 and the formed on granite was slightly acidic at 6.2 ± 0.3 (Soil Survey Division Staff, 1993). The mean EC values of the soil samples formed on basalt, clastic and carbonate rocks, and granite were $124.6 \pm 84.7 \mu\text{S/cm}$, $130.0 \pm 8.3 \mu\text{S/cm}$, and $44.3 \pm 11.3 \mu\text{S/cm}$, respectively. These results show that there are no salinity problems in soil samples.

Table 2. Some physicochemical properties of soil samples

Parent material	Sample	pH	EC ($\mu\text{S/cm}$)	CaCO_3 (%)	OM (%)	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)
Basalt	1	8.0	105.1	3.6	4.0	33.3	31.4	35.3
	2	7.2	82.7	0.5	6.4	34.7	26.6	38.7
	3	6.6	61.3	0.2	5.2	35.9	21.6	42.6
	4	6.7	313.0	0.2	7.6	34.1	28.0	37.9
	5	7.1	110.0	1.9	7.4	35.8	22.3	42.0
	6	7.1	98.1	0.6	4.6	36.7	31.2	32.1
	7	7.1	102.1	0.5	5.7	36.0	30.1	33.9
	Mean	7.1	124.6	1.1	5.8	35.2	27.3	37.5
	Sd ^a	0.5	84.7	1.3	1.3	1.2	4.1	4.0
Clastic and carbonate rocks	1	7.9	117.4	31.3	4.0	25.8	29.5	44.7
	2	7.5	132.1	25.2	5.8	13.8	32.6	53.5
	3	7.5	141.6	40.2	6.0	23.3	29.3	47.4
	4	8.0	127.8	37.3	5.3	13.8	30.3	55.9
	5	7.6	128.5	20.7	5.4	12.1	31.7	56.2
	6	7.8	138.3	12.1	6.3	19.9	42.8	37.4
	7	7.5	124.0	23.3	5.7	12.5	28.0	59.5
	Mean	7.7	130.0	27.2	5.5	17.3	32.0	50.7
	Sd ^a	0.2	8.3	9.8	0.8	5.6	5.0	7.8
Granite	1	6.0	54.0	0.4	6.2	13.2	10.4	76.3
	2	5.8	30.7	0.6	5.9	7.0	14.7	78.3
	3	6.4	48.9	0.7	1.8	8.9	12.2	78.9
	4	6.3	44.0	1.4	2.4	10.9	12.2	76.9
	5	6.8	61.5	0.5	2.6	9.0	12.3	78.7
	6	6.1	37.4	1.0	4.4	11.2	14.6	74.3
	7	6.2	33.5	1.1	4.3	6.8	14.3	78.9
	Mean	6.2	44.3	0.8	3.9	9.6	13.0	77.5
	Sd ^a	0.3	11.3	0.4	1.7	2.3	1.6	1.7

^a Standard Deviation

The average organic matter contents of the soils formed on basalt, clastic and carbonate rocks, and granite were $5.8 \pm 1.3\%$, $5.5 \pm 0.8\%$, and $3.9 \pm 1.7\%$, respectively. The land use types are very effective on organic matter contents. According to the classification by Nelson and Sommers (1982), the organic matter content of the soils in the study area is high. Soils formed on granite were found to be less calcareous; however, soils formed on basalt were found to be calcareous, and clastic and carbonate rocks were found to be highly calcareous (Nelson, 1982).

Heavy metal contents of the soil samples

Heavy metal (Cu, Pb, and Zn) concentrations of soil samples are given in Table 3. The average Cu concentrations of soils formed on basalt, clastic and carbonate rocks and granite were $40.8 \mu\text{g/g}$, $24.8 \mu\text{g/g}$ and $22.5 \mu\text{g/g}$, respectively. These results are lower than the crustal average ($55 \mu\text{g/g}$). Considering the world soil average ($38.9 \mu\text{g/g}$), the soils formed on the basalt ($40.8 \mu\text{g/g}$) parent material are equal; it has been determined that the soils formed clastic and carbonate rocks ($24.8 \mu\text{g/g}$) and granite ($22.5 \mu\text{g/g}$) are lower.

Table 3. Heavy metal (Cu, Pb, and Zn) concentrations ($\mu\text{g/g}$) of soil samples.

Parent Material	Sample	Cu	Pb	Zn
Basalt	1	35.6	16.9	62.7
	2	40.1	17.0	89.5
	3	39.0	19.1	86.5
	4	42.0	35.2	82.0
	5	48.0	25.2	80.2
	6	41.1	21.5	84.2
	7	39.9	16.5	81.2
	Mean	40.8	21.6	80.9
	Sd ^a	3.8	6.7	8.7
Clastic and carbonate rocks	1	22.9	29.8	39.6
	2	27.7	31.9	44.5
	3	24.2	35.7	42.7
	4	24.8	34.9	42.7
	5	24.6	30.6	45.4
	6	25.2	32.3	51.4
	7	24.1	27.9	42.5
	Mean	24.8	31.9	44.1
	Sd ^a	1.5	2.7	3.7
Granite	1	19.5	38.3	33,4
	2	23.9	37.6	29,1
	3	17.5	44.6	36.5
	4	25.1	37.8	34.7
	5	24.5	35.2	59.4
	6	25.4	33.5	34.0
	7	21.9	35.5	32.0
	Mean	22.5	37.5	37.0
	Sd ^a	2.8	3.3	9.4
Earth's crust*		55.0	15.0	70.0
World soil average**		38.9	27.0	70.0

*Kabata-Pendias,2011 **Alloway, 1990.

^a Standard Deviation

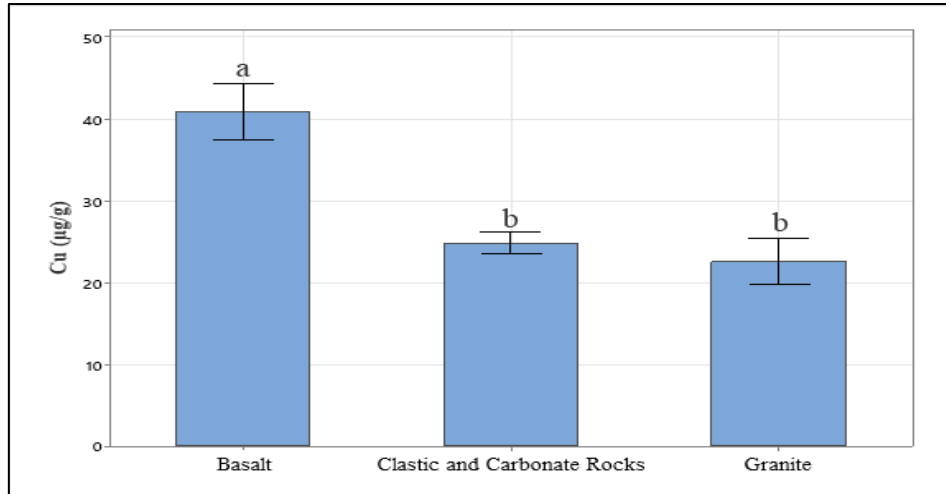


Figure 2. Cu concentrations of Basalt, Clastic and carbonate rocks, and Granite (The differences between the averages indicated with different letters are significant at $p \leq 0.05$).

It was found that the Cu concentrations of the soils formed on basalt were statistically significantly higher ($p \leq 0.05$) compared to the soils formed on granite and clastic and carbonate rocks (Fig 2). The results obtained in previous studies support the results of this study (Rodríguez et al., 2008; Dantu., 2009; Mendoza-Grimón et al., 2014).

When the Pb concentrations were evaluated, the concentrations of the soils formed on parent materials were found to be higher than the average of the earth's crust (15 µg/g). Based on the world soil averages (27 µg/g), the average of the soils formed on granite and clastic and carbonate rocks was found to be high, while it was found to be low in the soils formed on basalt. When the mean Pb concentrations of soil samples were evaluated, Pb concentrations were found in the order of soils formed on granite (37.5 ± 3.3 µg/g) > soils formed on clastic and carbonate rocks (31.9 ± 2.7 µg/g) > soils formed on basalt (21.6 ± 6.7 µg/g). It was found that the Pb concentrations of the soils formed on granite and clastic and carbonate rocks were significantly higher ($p \leq 0.05$) than in soils formed on basalt (Fig 3). The results obtained in previous studies support the results of this study (Dantu., 2009; Bi et al., 2020; Fei et al., 2023). A quarry and a cement factory are near the soils formed on clastic and carbonate rocks. Mining carbonate rock to provide raw materials for the factory is thought to increase atmospheric dust emission in and around the sampling location. Additionally, in the granite locations, there are some granite quarries. A large amount of dust is emitted from the granite quarry into the atmosphere. These dusts can contain lead, affecting the lead concentration in the study area. As a result of the environmental assessment, it is thought that mining activities in the area could be the reason for these high values.

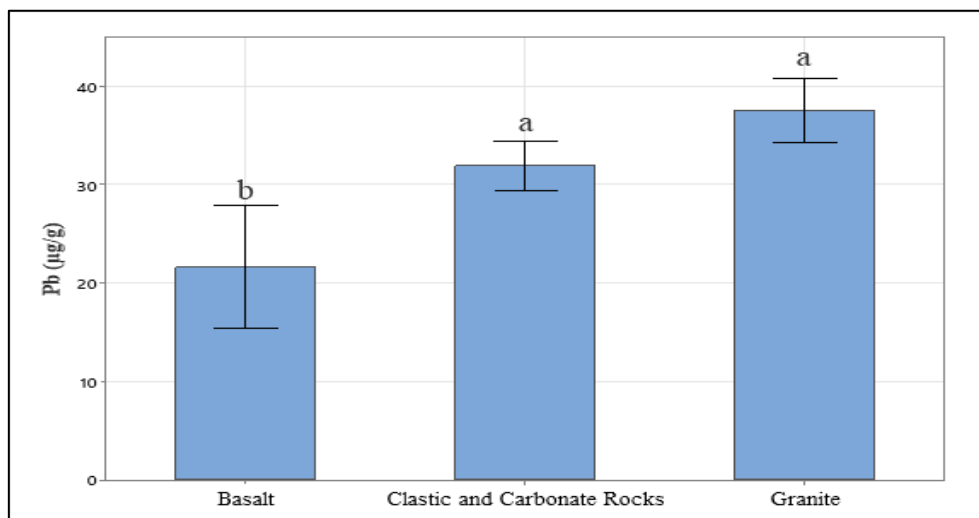


Figure 3. Pb concentrations of Basalt, Clastic and carbonate rocks, and Granite (The differences between the averages indicated with different letters are significant at $p \leq 0.05$).

Comparing the Zn concentrations to the earth's crust and the world soil average, the soils formed on the basalt are higher (70 $\mu\text{g/g}$), on granite and clastic and carbonate rocks were found to be lower. The Zn content of the soils largely depends on the nature of the parent rocks, organic matter, texture, and pH levels. Basalt is rich in Zn, whereas granite is poor (Adriano, 1986). The Zn concentration of rocks is highly variable. Basic igneous rocks such as basalt are rich in Zn due to the isomorphous substitution of Zn for Fe^{2+} or Mg^{2+} in ferromagnesian minerals (eg augite, hornblende, biotite). In contrast, silica-rich igneous rocks (granite) or metamorphic rocks (gneiss) are extremely low in Zn (Alloway, 2013). The average Zn concentrations were as follows: soils formed on basalt ($80.9 \pm 8.7 \mu\text{g/g}$) > soils formed on clastic and carbonate rocks ($44.1 \pm 3.7 \mu\text{g/g}$) > granite ($37.0 \pm 9.4 \mu\text{g/g}$). The results obtained in previous studies support the results of this study (Rodríguez et al., 2008; Mendoza-Grimón et al., 2014; Bi et al. 2020). It was found that the Zn concentrations of the soils formed on basalt were significantly higher ($p \leq 0.05$) than in soils formed on granite and clastic and carbonate rocks (Fig 4).

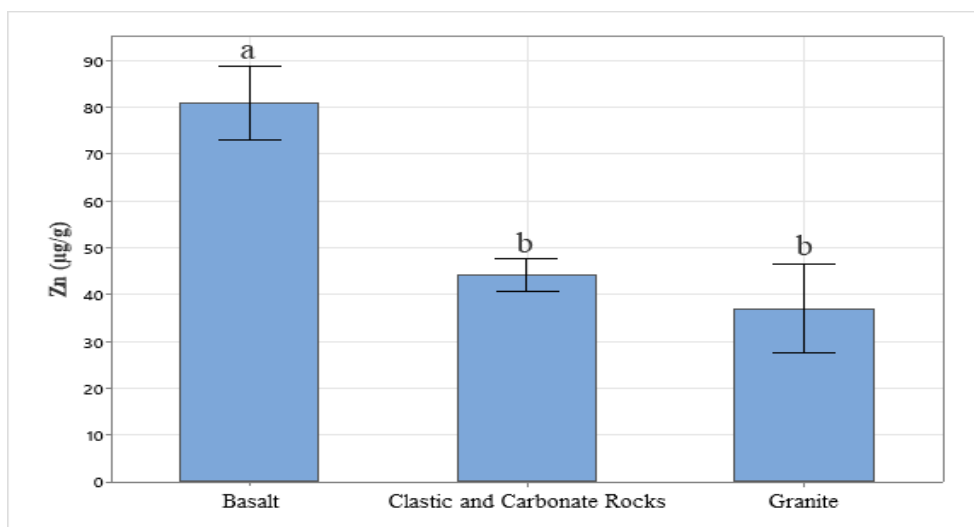


Figure 4. Zn concentrations of Basalt, Clastic and carbonate rocks, and Granite (The differences between the averages indicated with different letters are significant at $p \leq 0.05$).

Correlation of heavy metals and soil properties

Pearson correlation analysis was performed to determine the relationships between the physicochemical properties (pH, organic matter, CaCO_3 , clay, silt, and sand contents) of the soils taken in this study and the heavy metal contents of each parent material, and the results are given in Table 4. A statistically positive correlation at $p \leq 0.05$ was determined between Cu and organic matter in soil samples formed on basalt parent material ($r = 0.763$). Since basalt provides plants with essential micronutrients (Conceição et al., 2022; Swaboda et al., 2022), plants can grow better in basalt soils. This is expected to increase the amount of organic matter in these soils. Cu^{+2} has a stronger affinity for soil organic matter than other divalent cations. Therefore, Cu is adsorbed by soil organic matter (Mengel et al., 2001). A positive correlation was determined between the Pb and EC content of the soils at the $p \leq 0.05$ level ($r = 0.896$). These results are consistent with previous studies (Peris et al., 2008; Pandey et al., 2016). While there is a negative correlation at $p \leq 0.05$ between the Zn concentrations and pH contents of the soils; A negative correlation was observed between CaCO_3 contents at $p \leq 0.01$ ($r = -0.813$ for pH, $r = -0.907$ for CaCO_3). These results are consistent with previous studies (Roca et al., 2008). There was no linear relationship between Cu and Pb metals and the physicochemical properties of the soils in the soil samples formed on the granite parent material. A positive correlation was determined between the Zn concentrations of the soils and their pH levels at $p \leq 0.05$ ($r = 0.863$). This correlation was deemed to reflect the quartz content in soils formed on granite. The zinc concentration and quartz concentration in the soil parent material are the main determinants influencing the zinc concentration in the soil. Research indicates that the quantity of quartz in soil reduces soil's zinc concentration (Helmke et al. 1977; Brehler and Wedepohl, 1978; Barak and Helmke 1993). As it is widely accepted, soil pH decreases with increased quartz content (Gray et al., 2016). Consequently, it is believed that the rise in quartz content reduces both soil pH and Zn concentration. A positive correlation was determined between the Zn concentrations of the soils and their EC contents at $p \leq 0.05$ ($r = 0.774$ for EC). EC results are consistent with previous studies

(Katyal and Sharma, 1991; Sarangthem et al., 2019). There was no linear relationship between Cu and Pb metals and the physicochemical properties of the soils in the samples taken from the soils formed on the calcite and carbonate rocks. A negative correlation was determined between the soils' Zn concentrations and CaCO₃ contents at $p \leq 0.05$ ($r = -0.755$ for CaCO₃). Zn deficiency is common in soils with high lime content. Previous studies have also reported this situation (Adriano, 1968; Sungur et al., 2012; Everest and Özcan, 2018). In addition, a positive correlation was found between the Zn concentrations of the soils and the silt contents at $p \leq 0.01$. These results are consistent with previous studies (Roca et al., 2008; Yan et al., 2018; Andrea et al., 2019).

Table 4. Correlation of heavy metals and properties of soils taken from basalt, clastic and carbonate rocks, and granite parent material.

Parent Material	Heavy Metals	pH	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	CaCO ₃ (%)	OM (%)	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)
Basalt	Cu ($\mu\text{g}/\text{g}$)	-0.382	0.198	-0.194	0.763*	0.416	-0.510	0.394
	Pb ($\mu\text{g}/\text{g}$)	-0.427	0.896**	-0.236	0.690	-0.163	-0.142	0.196
	Zn ($\mu\text{g}/\text{g}$)	-0.813*	-0.052	-0.907**	0.442	0.600	-0.451	0.276
Clastic and carbonate rocks	Cu ($\mu\text{g}/\text{g}$)	-0.409	0.431	-0.266	0.575	-0.493	0.342	0.136
	Pb ($\mu\text{g}/\text{g}$)	0.147	0.686	0.545	0.347	0.229	0.134	-0.250
	Zn ($\mu\text{g}/\text{g}$)	-0.054	0.612	-0.755*	0.720	-0.187	0.927**	-0.456
Granite	Cu ($\mu\text{g}/\text{g}$)	0.059	-0.251	0.381	0.048	-0.063	0.495	-0.367
	Pb ($\mu\text{g}/\text{g}$)	0.027	0.204	-0.153	-0.372	-0.027	-0.437	0.435
	Zn ($\mu\text{g}/\text{g}$)	0.863*	0.774*	-0.318	-0.485	-0.005	-0.282	0.264

* $p < 0.05$, correlation is significant at 95 % confidence level; ** $p < 0.01$, correlation is significant at 99 % confidence level.

CONCLUSION


The parent material is an essential factor in soil formation. Different parent materials affect soils' chemical composition and mineralogical content under the same conditions. Differences in soil's physical, chemical, and mineralogical properties are primarily related to the parent material. This study revealed the differences between the physicochemical properties and heavy metal contents of soils formed on different base materials. Considering the results, the average concentrations of Cu and Zn metals in the soils formed on the basalt base material were higher than the other base materials, and this situation was found to be statistically significant. When the average of the world soils and the averages of the earth's crust were compared, Pb concentrations were found to be high in all the parent materials. Our country and the Biga peninsula, chosen as the study area, are very rich in terms of geological diversity. For this reason, future studies considering these different geological materials should be planned in more profound and detailed studies. With the knowledge to be created in this way, the heavy metal levels of the soils developed on different geological materials can be determined and the necessary substrate materials will be provided for the management of these soils. With the knowledge to be created in this way, the heavy metal levels of the soils developed on different geological materials can be determined and the necessary substrate materials will be provided for the management of these soils.


Conflict of Interest Statement: The authors declare there is no conflict of interest.


Contribution Rate Statement Summary of Researchers: The authors declare that they have contributed equally to the article.

AUTHOR'S ORCID NUMBERS

Erdem TEMEL  <http://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Timuçin EVEREST  <https://orcid.org/0000-0002-3670-2114>

Ali SUNGUR  <https://orcid.org/0000-0002-2943-9207>

Hasan ÖZCAN  <https://orcid.org/0000-0002-3476-1241>

REFERENCES

- Adriano D.C., 1986. Trace elements in the terrestrial environment. Springer-Verlag, New York, 501p.
- Afu, S. M., Isong, A. I., Ene, A. E., John, K. 2020. Heavy metals in agricultural soils developed on diverse parent materials in Cross River State, Nigeria. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 67(10), 1375-1387.
- Alloway, B. J. 2013. Sources of heavy metals and metalloids in soils. *Heavy metals in soils: trace metals and metalloids in soils and their bioavailability*, 11-50.
- Alloway, B.J. 1990. *Heavy Metals in Soils*. Blackie Academic and Professional, Glasgow.
- Andrea, M. M. E., Carolina, T. E. A., José, C. B. T., Luis, M. N. J., Carlos, G. M. L. 2019. Evaluation of contaminants in agricultural soils in an Irrigation District in Colombia, *Heliyon*, 5(8).
- Atalay, İ. 1991. *Toprak Coğrafyası*. Ege Üniversitesi basımevi, Ders kitabı, Bornova İzmir.
- Barak, P., Helmke, P. A. 1993. The chemistry of zinc. In *Zinc in Soils and Plants: Proceedings of the International Symposium on 'Zinc in Soils and Plants' held at The University of Western Australia, 27–28 September, 1993* (pp. 1-13). Springer Netherlands.
- Bi, X., Zhang, M., Wu, Y., Fu, Z., Sun, G., Shang, L., Li, Z., Wang, P. 2020. Distribution patterns and sources of heavy metals in soils from an industry undeveloped city in Southern China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 205, 111115.
- Brehler B and KH Wedepohl.1978. Zinc In (ed), *Handbook of Geochemistry Vol. II/3*. Ed. KH Wedepohl. Springer-Verlag, Berlin. 125 pp.
- Conceição, L. T., Silva, G. N., Holsback, H. M. S., de Figueiredo Oliveira, C., Marcante, N. C., de Souza Martins, É., Santos, F. B. S.Santos, E. F. 2022. Potential of basalt dust to improve soil fertility and crop nutrition, *Journal of Agriculture and Food Research*, 10, 100443.
- Dantu, S. 2009. Heavy metals concentration in soils of southeastern part of Ranga Reddy district, Andhra Pradesh, India. *Environmental monitoring and assessment*, 149, 213-222.
- de Vos, E., Engin, E., Santoro, A., Ricci, M., Held, A. 2012. Certification Report.
- Everest, T., Koparan, H., Sungur, A., Özcan, H. 2021. An important tool against combat climate change: Land suitability assessment for canola (a case study: Çanakkale, NW Turkey). *Environment, Development and Sustainability*, 1-36.
- Everest, T., Özcan, H. 2018. Toprak verimliliğinin değerlendirilmesinde pedo-jeolojik yaklaşım. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4), 589-603.
- Fei, X., Lou, Z., Xiao, R., Lv, X., Christakos, G. 2023. Contamination and health risk assessment of heavy metal pollution in soils developed from different soil parent materials. *Exposure and Health*, 15(2), 395-408.
- Gee, G. W., Or, D. 2002. 2.4 Particle-size analysis. *Methods of soil analysis: Part 4 physical methods*, 5, 255-293.
- Gray, J. M., Bishop, T. F., Wilford, J. R. 2016. Lithology and soil relationships for soil modelling and mapping, *Catena*, 147, 429-440.
- Helmke P. A., Koons R.D., Schomberg P. J., Iskander I. K. 1977. Determination of trace element contamination of sediments by multielement analysis of the clay-size fraction, *Environ. Sci. Tech.* 11, 984-989.
- Kabata-Pendias A. 2011. *Trace Elements in Soils and Plants*. CRC Press, Boca Raton, London, New York.
- Katyal, J. C., Sharma, B. D. 1991. DTPA-extractable and total Zn, Cu, Mn, and Fe in Indian soils and their association with some soil properties. *Geoderma*, 49(1-2), 165–179.
- Li, C., Zhou, K., Qin, W., Tian, C., Qi, M., Yan, X., Han, W. 2019. A review on heavy metals contamination in soil: effects, sources, and remediation techniques. *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*, 28(4), 380-394.
- Mendoza-Grimón, V., Hernández-Moreno, J. M., Martín, J. R., Fernández-Vera, J. R., Palacios-Díaz, M. P. 2014. Trace and major element associations in basaltic ash soils of El Hierro Island. *Journal of Geochemical Exploration*, 147, 277-282.
- Mengel, K., Kirkby, E. A., Kosegarten, H., Appel, T. 2001. Soil copper." *Principles of plant nutrition*. (ed) Mengel, K., Kirkby, E. A., Kosegarten, H. ve Appel, T. Dordrecht, 599-611.
- MGM. 2020. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. İllere Ait Mevsim Normalleri.
- Nelson, D. W., Sommers, L. E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. (ed) Page, A. L, ASA SSSA, 539–579.
- Nelson, R. E. 1982. Carbonate and gypsum. *Methods of soil analysis, part 2: chemical and microbiological properties*. (ed) Page, A. L, ASA SSSA, 181–197.
- Okoli, N., Uzoho, B., Ahukaemere, C., Egboka, N., Irokwe, I. 2021. Chemical fractionation and mobility of nickel in soils in relation to parent materials. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 67(8), 1075-1092.

- Özcan H., Güre, M., Akbulak C. 2011. Çanakkale İli Toprakları ve Arazi Kullanım Durumu. Çanakkale Tarımı Sempozyumu.
- Pandey, B., Agrawal, M., Singh, S. 2016. Ecological risk assessment of soil contamination by trace elements around coal mining area. *Journal of Soils and Sediments*, 16, 159-168.
- Peng, J., Li, F., Zhang, J., Chen, Y., Cao, T., Tong, Z., Liu, X., Zhao, X. 2019. Comprehensive assessment of heavy metals pollution of farmland soil and crops in Jilin Province. *Environmental geochemistry and health*, 1-15.
- Peris, M., Recatalá, L., Micó, C., Sánchez, R., Sánchez, J. 2008. Increasing the knowledge of heavy metal contents and sources in agricultural soils of the European Mediterranean region. *Water, Air, and Soil Pollution*, 192, 25-37.
- Roca, N., Pazos, M. S., Bech, J. 2008. The relationship between WRB soil units and heavy metals content in soils of Catamarca (Argentina), *Journal of Geochemical Exploration*, 96(2-3), 77-85.
- Rodriguez, J. A., Nanos, N., Grau, J. M., Gil, L., Lopez-Arias, M. 2008. Multiscale analysis of heavy metal contents in Spanish agricultural topsoils. *Chemosphere*, 70(6), 1085-1096.
- Sarangthem, I., Kondareddy, A. N., Sharma, L. D. 2019. Fractionation of zinc and their association with soil properties of Manipur. *The Pharma Innovation Journal*, 8(8), 178-182.
- Soil Survey Division Staff. 1993. *Soil Survey Manual*, Soil Conservation Service. Washington (DC): U.S. Department of Agriculture Handbook,18.
- Spinola, D., Portes, R., Fedenko, J., Lybrand, R., Dere, A., Biles, F., Trainor, TD'Amore, D. 2022. Lithological controls on soil geochemistry and clay mineralogy across Spodosols in the coastal temperate rainforest of southeast Alaska. *Geoderma*, 428, 116211.
- Sungur, A., Everest, T., Özcan, H. 2012. Truva (Kumkale) topraklarında alınabilir çinkonun yersel ve zamansal değişimi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1), 57-63.
- Sungur, A., Temel, E., Everest, T., Soylak, M., Özcan, H. 2023. Effects of soil texture on trace metal concentrations and geochemical fractions in the soil of apple orchards (Çanakkale, NW Turkey). *Archives of Agronomy and Soil Science*, 69(13), 2677-2691.
- Swoboda, P., Döring, T. F., Hamer, M. 2022. Remineralizing soils? The agricultural usage of silicate rock powders: A review, *Science of The Total Environment*, 807, 150976.
- Thomas GW. 1996. Soil pH and soil acidity. "Methods of soil analysis, part 3: chemical methods. (ed) Sparks, D. L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T. ve Sumner, M. E. Madison: ASA and SSSA, 475–490.
- Tuğyan, G., Sungur, A. (2020). Farklı Ana Materyaller Üzerinde Oluşmuş Toprakların Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi (Kırklareli, Türkiye), *Lapseki Meslek Yüksekokulu Uygulamalı Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 40-47.
- Tuzen, M., Sari, H., Soylak, M. 2004. Microwave and wet digestion procedures for atomic absorption spectrometric determination of trace metals contents of sediment samples. *Analytical Letters*, 37(9), 1925-1936.
- Yan, X., Liu, M., Zhong, J., Guo, J., Wu. 2018. How human activities affect heavy metal contamination of soil and sediment in a long-term reclaimed area of the Liaohe River Delta, North China, *Sustainability*, 10(2), 338.
- Zinn, Y. L., de Faria, J. A., de Araujo, M. A., Skorupa, A. L. A. 2020. Soil parent material is the main control on heavy metal concentrations in tropical highlands of Brazil. *Catena*, 185, 104319.

Şanlıurfa Yöresinde Selekte Edilen Nar (*Punica granatum* L.) Genetik Kaynaklarının Agromorfolojik ve Fiziko-Kimyasal Özellikleri

Yakup POLAT^{1*}, Ferit ÇELİK², N.Ebru KAFKAS³, Emine KÜÇÜKER⁴

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van

²Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van

³Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana

⁴Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Siirt

*Sorumlu Yazar: yakupyy@gmail.com

Geliş Tarihi: 22.11.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 11.01.2024 Kabul Tarihi: 12.01.2024

ÖZ

Bu çalışma, Şanlıurfa'nın Birecik, Halfeti ve Suruç ilçelerinde nar popülasyonunun yoğun olarak bulunduğu lokasyonlarda, UPOV kriterleri baz alınarak belirlenen 127 adet nar genotipi üzerinde yürütülmüştür. Çalışmada pomolojik ve kimyasal analizler sonucunda ilk yıl 127 adet genotip, ikinci yıl 45 adet genotip tartılı derecelendirmeye tabii tutulmuş ve her bir özelliğe ait önem derecelerinin, yüzdelik dilimleri alınarak puanların toplanmasıyla ikinci yılın sonunda üstün özelliğe sahip 17 adet genotip elde edilmiştir. Yürütülen çalışmada üstün özelliklere sahip ümitvar olarak seçilen 17 genotipin 2022 yılı pomolojik analizler sonucunda meyve ağırlığı 211.2-498 g, meyve boyu 70.85-86.22 mm, meyve eni 73.15-98.53 mm, meyve kabuk kalınlığı 2.34-3.00 mm, dane randımanı %52.55-75.01, meyve suyu randımanı 37.46-58.4 ml, kaliks boyu 9.35-20.54 mm, kaliks eni 8.06-21.14 mm, şekil indeksi 0.82-1.00 mm, meyve hacmi 212-517, meyve yoğunluğu 0.93-1 g/cm³, meyve suyu hacmi 92.4-270.5 ml arasında, meyve posası 39.6-92 g değerleri arasında saptanmıştır. Çalışmada kimyasal analizler incelendiğinde ise suda çözünür kuru madde miktarı % 13.10-16.95, pH değeri 3.06-4.17, titre edilebilir asitlik % 0.28-2.58 arasında değiştiği saptanmıştır. Çalışmamızda sofralık tüketime uygun olan tatlı-mayhoş ve tatlı olan 63 HAL 28, 63 HAL 29, 63 HAL 35, 63 SUR 54, 63 SUR 56 ve 63 SUR 65 genotiplerinin; meyve suyu verimlerinin yüksek olması, tatlarının tatlı-ekşi olması, renklerinin sofralık tüketime ve meyve suyu işleme sanayine uygun olması bu çeşitlerin farklı alanlarda değerlendirilmesine olanak sağlayabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Genotip, Morfoloji, Nar (*Punica granatum* L.) Seleksiyon, Şanlıurfa.

Agromorphological and Physico-Chemical Characteristics of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Genetic Resources Selected in Şanlıurfa Region

ABSTRACT

This study was carried out in Birecik, Halfeti and Suruç districts of Şanlıurfa and 127 pomegranate genotypes were identified according to UPOV criteria. In the study, as a result of pomological and chemical analyzes, 127 genotypes in the first year and 45 genotypes in the second year were subjected to weighted grading and 17 genotypes with superior traits were obtained at the end of the second year by summing the scores by taking the percentiles of the importance degrees of each trait. As a result of the pomological analysis of the 17 genotypes selected as promising ones with superior characteristics in 2022, fruit weight 211.2-498 g, fruit length 70.85-86.22 mm, fruit width 73.15-98.53 mm, fruit peel thickness 2.34-3.00 mm, grain yield 52.55-75.01%, juice yield 37.46-58.4 ml, calyx length 9.35-20.54 mm, calyx width 8.06-21.14 mm, shape index 0.82-1.00 mm, fruit volume 212-517, fruit density 0.93-1 g/cm³, juice volume 92.4-270.5 ml, fruit pulp 39.6-92 g. When chemical analyses were examined in the study, it was determined that the amount of soluble solid content

between 13.10-16.95 %, pH value between 3.06-4.17, titratable acidity between 0.28-2.58 %. In study, the genotypes 63 HAL 28, 63 HAL 29, 63 HAL 35, 63 SUR 54, 63 SUR 56 and 63 SUR 65, which are sweet-sour and sweet-sour genotypes suitable for table consumption, have high juice yields, sweet-sour tastes, and colors suitable for table consumption and fruit juice processing industry.

Key words: Genotype, Morphology, Pomegranate (*Punica granatum* L.), Sanliurfa, Selection.

GİRİŞ

Nar (*Punica granatum* L., $2n=2x=16$) Lythraceae (sinonim; Punicaceae) familyası içerisinde yer alan subtropik, tropik ve ılıman bölgelerde yetiştirilebilen çok yıllık bir meyve türüdür. Son yıllarda yapılan morfolojik (Graham ve Graham, 2014), ve moleküler (Berger vd., 2016; Byng vd., 2016) araştırmalarda bir cinse sahip olan Punicaceae familyası artık Lythraceae familyasında araştırılmaktadır. *Rotala* (454 spp.), *Cuphea* (275 spp.), *Nesaea* (50 spp.), *Lagerstroemia* (56 spp.) ve *Lythrum* (35 spp.) cinsleri Lythraceae familyasının içerisinde yer alan üyelerdir. *P. granatum* (kültür narları) ve *P. nana* (bodur narlar) *Punica* cinsi içerisinde yer alan iki türdür. Fakat bu konuda uzmanlaşmış bazı araştırmacılar *Punica* cinsini *P. granatum* L., *P. protopunica* Balf., ve *P. nana* L. diye üç tür olarak ele almaktadır (Rana vd., 2010). Narın geniş bir coğrafyaya yayılmıştır. Bundan dolayı Güney Asya, Batı Asya Afganistan, Güney Kafkasya, İran ve Türkiye narın anavatanı olduğu düşünülmektedir. Anavatanlarının ek olarak Avrupa ve Afrika'nın Akdeniz sahil kuşağında da yetiştiriciliği yapılmaktadır (Dokuzoğuz ve Mendilcioglu, 1978; Kurt ve Şahin, 2013; Öztürk, 2019).

Narın gen merkezlerinden biri olan Türkiye, son derece önemli nar genetik kaynaklarına sahiptir. Ülkemizde tescil yapılmış yaklaşık elli nar çeşidi mevcuttur (Yılmaz, 2007). Şanlıurfa yöresinde önemli üretim potansiyeline sahip olan nar; yörenin meyvecilik kültüründe katma değeri yüksek meyve türlerinden birisi olduğu görülmektedir. Son yıllarda modern tarım yöntemlerinin kullanıldığı entansif ve tek çeşide yönelik yapılan tarım, meyve türlerinde içinde yer aldığı bitki türlerinde genetik çeşitliliğin azalmasına sebep olmuş ve gen havuzundaki erozyon ciddi boyutlara ulaşmıştır (Miller ve Shaal, 2006). Bu yüzden genetik kaynakların toplanması, korunması ve kullanımına ilişkin araştırmaların ülkemiz açısından ayrı bir önemi bulunmaktadır. Ülkemizde birçok araştırmacı tarafından narda seleksiyon ve klon seleksiyonu çalışmaları yapılmış ve yapılamaya devam edilmektedir (Gündoğdu, 2006; Gündoğdu ve ark., 2010; Okatan, 2011; Kaplan, 2014; Çiçek, 2016; Burkan, 2018; Toprak, 2019; Öztürk ve ark., 2019; Pakyürek ve ark., 2020; Dursun, 2021; Şimşek ve Etik., 2022). Ülkemizde yapılacak seleksiyon ıslahı çalışmalarında kullanılacak popülasyon yoğunluğu dikkate alındığında, üstün genotiplerin seçilmesinin ne kadar değerli olduğu kolaylıkla anlaşılacaktır. Nitekim günümüzde yerel ve standart çeşitlerle genotiplerden oluşan kapama nar bahçelerinin sayısı giderek artmaya başlamıştır. Özellikle nar popülasyonları içerisinde yörede yapılacak seleksiyon ıslahı çalışmaları ile üstün vasıflı tiplerin seçilmesi ortaya konulması önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı; Şanlıurfa (Birecik, Halfeti, Suruç) ilçelerinde doğal olarak yetişen nar populasyonları arasından ümitvar genotipleri belirlemek, seçilen genotiplerin pomolojik, morfolojik ve kimyasal özelliklerini tanımlamak ve aynı zamanda genetik kaynakları koruma altına almaktır. Böylece hem yöre halkına çeşit seçiminde kolaylık sağlanacak hem de ülkemiz nar çeşit zenginliğine ve ekonomisine katma değer sağlanacaktır.

MATERYAL ve METOT

Bitkisel materyal

Bu çalışmada Şanlıurfa ilinin Birecik, Halfeti ve Suruç ilçelerinde yaygın olarak yetiştirilen kültür çeşitlerinden Hicaz ve Wonderful nar çeşitleri ile bölgede yoğun olarak yetiştirilen nar genotipleri kullanılmıştır. Çalışma için Şanlıurfa merkez ve ilçelerinde ön geziler yapılarak nar populasyonunun yoğun olduğu bölgeler tespit edilmiştir. Survey çalışmaları sonucunda Şanlıurfa'nın Birecik ilçesinde Ayran lokasyonundan dört adet, Zeytin Bahçesi lokasyonundan 17 adet ve Saray lokasyonundan bir adet, Halfeti ilçesinde Bulaklı lokasyonundan 19 adet Fıstıközü lokasyonundan 22 adet genotip, Suruç ilçesinde Aligör lokasyonundan 20 adet, Aybastı lokasyonundan altı adet, Ekili lokasyonundan dokuz adet ve Üçpınar lokasyonundan 29 adet olmak üzere toplamda 127 adet genotipe ait meyve örnekleri alınmıştır. Alınan meyve örneklerinde fiziksel ve kimyasal analizler sonucunda tartılı derecelendirme metodunda meyve ağırlığına % 10, çekirdek sertliğine % 20, dane randımanına % 10, SÇKM % 10, meyve suyu randımanına % 20, titre edilebilir asitliğe % 10, meyve tadına % 10 ve daneleme kolaylığına % 10 şeklinde puan verilmiş ve her bir özelliğe ait önem derecelerinin, yüzdelik dilimleri alınarak puanların toplanmasıyla 100 puan üzerinden değerlendirilmiştir (Pakyürek ve ark., 2020).

Değerlendirme sonucunda ilk yıl (2021) 127 adet olan genotip sayısı ikinci yıl 45 adet genotipe düşürülmüştür. Çalışmada ikinci yıl (2022) 45 adet genotip bulunan lokasyonlardan toplanarak aynı analizler yapılmış tekrar tartılı derecelendirmeye tabii tutulmuştur ve ikinci yılın sonrasında üstün özelliğe sahip 17 adet genotip ümitvari olarak tespit edilmiştir.

Ümitvari olarak seçilen genotipler çalışmanın yürütüldüğü 2021 ve 2022 yılları içerisinde her iki yılda da yüksek puan alan genotipler ümitvari olarak seçilmiştir. Çalışmada incelenen nar genotiplerine ait morfolojik gözlemler genotiplerin bulunduğu lokasyonlarda pomolojik ve kimyasal analizler; Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölüm Laboratuvarında yürütülmüştür.

Yöntem

Çalışmada fenolojik gözlemlerden; ilk yapraklanma, ilk çiçeklenme ve hasat tarihi dönemleri alınmıştır. Morfolojik gözlemlerden taç yüksekliği, taç genişliği, gövde sayısı, dallanma sıklığı ve soğuk zararı gibi gözlemler alınmıştır. Meyvelerin pomolojik özellikleri tartılı derecelendirme yöntemine göre değerlendirilmiştir. Pomolojik özelliklerden meyve ağırlığı (g), meyve boyu (mm), meyve eni (mm), şekil indeksi, meyve hacmi (cm³), meyve yoğunluğu (g/cm³), meyve suyu hacmi (ml), meyve posa ağırlığı (g), kaliks uzunluğu (mm), kaliks genişliği (mm), dane randımanı, toplam dane ağırlığı (g), üst odacık sayıları, alt odacık sayıları, kabuk kalınlığı (mm), 100 dane ağırlığı (g), çekirdek sertliği, daneleme kolaylığı, odacıkların görünümü, meyve tadı, meyve suyu randımanı (%), kabuk üst zemin rengi (L*, a*, b*, Croma*, Hue*), dane rengi (L*, a*, b*, Croma*, Hue*) analizleri yapılmıştır. Kimyasal analizlerden ise suda çözünür kuru madde miktarı (%), pH ve titre edilebilir asitlik miktarına (%) bakılmıştır (Pakyürek ve ark., 2020; Şimşek ve Etik, 2022).

Genotiplerin seçilmesinde kullanılan kriterler ve yüzdelik dilimleri Çizelge 1’de verilmiştir. Toplam puanlar, her bir özelliğe ait önem derecelerinin, yüzdelik dilimleri alınarak puanların toplanmasıyla hesaplanmıştır. Üstün genotiplerin seçimi için en yüksek puana sahip olanlar dikkate alınmıştır.

Çizelge 1. Tartılı derecelendirme yönteminde esas alınan özellikler, sınıf değerleri ve puanlar

Kriterler	Sınıf değeri	Sınıf puanı	Yüzdelik dilim (%)
Meyve ağırlığı (g)	200-300	5	10
	300-450	7	
	450-700	10	
Meyve tadı	Mayhoş	5	10
	Tatlı-mayhoş	7	
	Tatlı	10	
Dane randımanı (%)	40-50	5	10
	50-60	7	
	60-80	10	
Meyve suyu randımanı (%)	30-40	10	20
	41-50	15	
	50-70	20	
Daneleme kolaylığı	Zor	5	10
	Orta	7	
	Kolay	10	
SÇKM (%)	15-16.5	5	10
	16.5-18	10	
Titre edilebilir asit (%)	0.40-0.70	5	10
	0.06-0.40	10	
	Sert	5	
Çekirdek sertliği	Orta sert	10	20
	Yumuşak	15	
	Çok yumuşak	20	

İstatistiksel analiz

Üzerinde durulan özellikler bakımından tanımlayıcı istatistikler, ortalama ve standart hata olarak ifade edilmiştir. Bu özellikler bakımından çeşit ve genotip ortalamaları arasında fark olup olmadığını belirlemede; ANOVA varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizini takiben farklı çeşitleri belirlemede, Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Hesaplamalarda istatistik önemlilik düzeyi % 5 olarak alınmış ve hesaplamalar IBM SPSS Statistics 22 istatistik paket programında yürütülmüştür (Düzgüneş ve ark., 1987).

Homojen varyans testi, Levene

Aynı özelliğe ait iki yıllık verilerin varyansların eşitliğini değerlendirmek için Levene testi yapılmıştır. Varyansları homojen olan özelliklerin ortalama değerleri üzerinden varyans analizi ve çoklu karşılaştırma testleri yapılmıştır. Varyansları homojen olmayan özelliklerin analizleri 2021 ve 2022 için ayrı yapılmıştır (Cevahir, 2020).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Fenolojik Gözlemler

Seçilen genotiplerin ilk yapraklanma tarihi 2021 yılında 2-8 Nisan, 2022 yılında 3-8 Nisan, ilk çiçeklenme tarihleri 2021 yılında 26 Nisan-3 Mayıs, 2022 yılında 27 Nisan-4 Mayıs, hasat tarihleri 2021 yılında 9-16 Ekim, 2022 yılında 11-18 Ekim tarihleri arasında belirlenmiştir (Çizelge 2). Dünya'nın birçok yerinde yürütülen adaptasyon ve seleksiyon çalışmalarında, çeşit ve genotiplerin çiçeklenme zamanları arasında farklılıklar tespit edilmiştir. (Polat ve Çalışkan, 2011; Dicenta ve ark., 2010; Vargas ve ark., 2011). Bu farklılıkların, genetik yapı ve çevre şartları (iklim, ekoloji, rakım) gibi nedenlerden ortaya çıktığı bildirilmiştir (Balta, 2002; Kaplan, 2014; Çiçek 2016; Öztürk, 2018; Öztürk ve ark., 2019; Pakyürek ve ark., 2020; Dursun, 2021; Şimşek ve Etik., 2022).

Çizelge 2. Ümitvar olarak seçilen 17 genotipe ait bazı fenolojik gözlemler.

Genotip No	İlk Yapraklanma		İlk çiçeklenme		Hasat tarihi	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
63 HAL 03	4-6.Nis	4-5.Nis	26-27.Nis	28-30.Nis	09.10.2021	11.10.2022
63 HAL 13	6-8.Nis	4-6.Nis	27-29.Nis	29-30.Nis	09.10.2021	12.10.2022
63 HAL 15	6-7.Nis	4-6.Nis	26-27.Nis	27-29.Nis	09.10.2021	11.10.2022
63 HAL 21	6-8.Nis	4-5.Nis	26-28.Nis	28-30.Nis	01.10.2021	14.10.2022
63 HAL 25	5-6.Nis	3-5.Nis	27-29.Nis	27-29.Nis	11.10.2021	11.10.2022
63 HAL 26	5-7.Nis	3-5.Nis	27-29.Nis	28-30.Nis	11.10.2021	11.10.2022
63 HAL 28	3-4.Nis	3-4.Nis	26-28.Nis	27-30.Nis	11.10.2021	12.10.2022
63 HAL 29	3-4.Nis	3-4.Nis	26-28.Nis	29-30.Nis	10.10.2021	12.10.2022
63 HAL 35	3-5.Nis	3-5.Nis	28-30.Nis	28-30.Nis	10.10.2021	13.10.2022
63 SUR 51	2-4.Nis	6-8.Nis	27-30.Nis	2-4.May	14.10.2021	16.10.2022
63 SUR 54	3-5.Nis	5-7.Nis	1-3.May	1-3.May	16.10.2021	16.10.2022
63 SUR 56	3-5.Nis	4-6.Nis	1-3.May	1-2.May	16.10.2021	15.10.2022
63 SUR 65	4-6.Nis	5-6.Nis	27-29.Nis	1-2.May	14.10.2021	15.10.2022
63 SUR 70	5-7.Nis	5-6.Nis	29-30.Nis	1-2.May	15.10.2021	18.10.2022
63 SUR 84	6-8.Nis	6-8.Nis	1-3.May	1-3.May	14.10.2021	18.10.2022
63 BİR 92	2-4.Nis	4-5.Nis	1-3.May	1-3.May	12.10.2021	12.10.2022
63 BİR 98	4-6.Nis	3-5.Nis	1-3.May	28-30.Nis	12.10.2021	12.10.2022

Üstün Özelliklere Sahip Genotiplerin Morfolojik Özellikleri

İkinci yılda (2022), UPOV kriterlerine göre 17 adet genotip tespit edilmiştir. Çalışmada genotiplerin taç yüksekliği 160-540 cm, taç genişliği 330 - 830 cm, arasında değiştiği tespit edilmiştir. Her iki yılda; gövde sayısı, gövde çevresi, dallanma sıklığı ve soğuk zararı aynı değerlere sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). Genotiplerin

gövde çevrelerinin 3'lü, 4'lü, 5'li ve 6'lı gövdeden oluştuğu belirlenmiştir. Genotipler arasında dokuz genotipin dallanma sıklığının yüksek yedi genotipin orta olduğu ve bir genotipin seyrek olduğu dokuz genotipte ise soğuk zararı tespit edilmiştir. Bizim bulgularımız; morfolojik özelliklerin genotiplere göre farklılık gösterdiğini bunun ekolojik faktörler ve kültürel işlemlerden kaynaklanabileceğini ifade eden bulgular ile uyumludur (Boğuş, 2018; Burkan, 2018).

Çizelge 3 .Ümitvar olarak seçilen 17 genotipe ait bazı morfolojik özellikler.

Genotipler	Taç yüksekliği (cm)	Taç genişliği (cm)	Gövde sayısı	Dallanma sıklığı	Soğuk zararı
63 HAL 03	180	450	3	Çok Sık	Var
63 HAL 13	230	360	3	Çok Sık	Var
63 HAL 15	420	330	6	Çok Sık	Var
63 HAL 21	495	570	3	Çok Sık	Yok
63 HAL 25	280	410	5	Çok Sık	Var
63 HAL 26	375	570	3	Çok Sık	Var
63 HAL 28	350	470	3	Çok Sık	Var
63 HAL 29	320	560	6	Çok Sık	Var
63 HAL 35	160	420	3	Çok Sık	Var
63 SUR 51	245	510	4	Orta	Yok
63 SUR 54	325	520	5	Orta	Yok
63 SUR 56	220	540	4	Orta	Yok
63 SUR 65	230	480	4	Orta	Yok
63 SUR 70	310	645	4	Orta	Yok
63 SUR 84	170	375	3	Orta	Yok
63 BİR 92	260	620	4	Seyrek	Var
63 BİR 98	540	870	6	Orta	Yok
Hicaz	245	450	3	Orta	Var
Wonderful	230	360	3	Seyrek	Var

Üstün Özelliklere Sahip Genotiplerin Bazı Fiziksel Analiz Sonuçları

Çalışmanın birinci yılında; 127 ikinci yılında 45 genotip tartılı derecelendirmeye tabi tutulmuş ve her bir özelliğe ait önem derecelerinin, yüzdeler dilimleri alınarak puanların toplanmasıyla ikinci yılın sonunda üstün özelliğe sahip 17 adet genotip belirlenmiştir. Bu genotipleri mukayese etmek için 2 adet (Hicaz ve Wonderful) standart nar çeşitlerinin meyve örnekleri alınmış ve fiziksel analizlere tabii tutulmuştur. Yaptığımız çalışmada nar genotipleri arasında fiziksel özellikler bakımından istatistiksel olarak $p \leq 0.05$ göre önemli farklılıklar elde edilmiştir.

Seçilen genotiplerde 17 adet nar genotipinin meyve ağırlığı 244-460 g, meyve boyu 70.92-83.42 mm, meyve kabuk kalınlığı 2.46-3.35 mm arasında, arasında bulunmuştur (Çizelge 4).

Yürüttüğümüz çalışmada elde edilen veriler Hicaz ve Wonderful çeşitleri ile karşılaştırıldığında sonuçlarımızın yüksek olduğu saptanmıştır. Çalışmamız, farklı bölgelerde seçilen genotiplerle mukayese edildiğinde; (Burkan, 2018; Öztürk, 2019; Pakyürek ve ark., 2020; Dursun, 2021; Şimşek ve Etik, 2022), değerlerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Ümitvar olarak seçilen genotiplerde fiziksel sonuçlar değerlendirildiğinde meyve şekil indeksi 0.80-1.00 mm, meyve hacmi 248.33-481.67 ml meyve yoğunluğu 0.94-1.01 g/cm³ meyve suyu hacmi 107-199.67 ml, meyve posası 52.50-76.50 g, arasında belirlenmiştir (Çizelge 4; Çizelge 5).

Çizelge 4. Seçilen nar genotiplerine ait bazı pomolojik özellikler.

Genotipler	Meyve ağırlığı (g)	Meyve boyu (mm)	Kabuk kalınlığı (mm)	Meyve şekil indeksi	Meyve hacmi (ml)
63 HAL 03	325±70.9 ^{def}	76.97±7.95 ^{cde}	2.74±0.44 ^{bcd}	0.80±0.03 ^h	336±39.87 ^{cd}
63 HAL 13	294±24.25 ^{fg}	80.80±6.59 ^{abc}	2.62±0.40 ^{bcd}	1.0±0.05 ^a	298±64.26 ^{de}
63 HAL 15	368±18.37 ^{cde}	82.08±6.59 ^{ab}	2.68±0.13 ^{bcd}	0.95±0.06 ^b	375±54.92 ^{bcd}
63 HAL 21	382±33.21 ^{bcd}	75.44±4.52 ^{def}	2.56±0.29 ^{cd}	0.85±0.02 ^{efgh}	412.50±8.89 ^{abc}
63 HAL 25	382±58.01 ^{bde}	76.90±3.15 ^{cde}	2.77±0.26 ^{bcd}	0.89±0.03 ^{cdef}	390±29.43 ^{bc}
63 HAL 26	365±54.71 ^{cdef}	76±5.38 ^{cdef}	2.68±0.25 ^{bcd}	0.86±0.03 ^{defg}	366±54.95 ^{cd}
63 HAL 28	334±41.59 ^{def}	75.54±5.57 ^{cdef}	2.80±0.21 ^{bcd}	0.88±0.02 ^{def}	338±42.77 ^{cd}
63 HAL 29	363±30.05 ^{cdef}	75.33±4.71 ^{def}	2.90±0.27 ^{bc}	0.85±0.04 ^{defg}	368.33±33.99 ^{bcd}
63 HAL 35	360±56.48 ^{cdef}	74.56±3.88 ^{def}	2.62±0.27 ^{bcd}	0.84±0.04 ^{fgh}	371.67±52.49 ^{bcd}
63 SUR 51	388±59.41 ^{bcd}	74.56±2.94 ^{def}	2.78±0.35 ^{bcd}	0.82±0.04 ^{gh}	388.33±30.64 ^{bc}
63 SUR 54	299±66.42 ^{efg}	72.95±3.29 ^{ef}	2.72±0.12 ^{bcd}	0.87±0.05 ^{def}	305±70.14 ^{de}
63 SUR 56	332±31.51 ^{def}	75.79±2.04 ^{cdef}	2.75±0.39 ^{bcd}	0.88±0.05 ^{def}	341±32.09 ^{cd}
63 SUR 65	397±67.01 ^{abcd}	76.95±6.54 ^{cde}	3.29±0.34 ^a	0.88±0.03 ^{def}	400±47.08 ^{bc}
63 SUR 70	460±76.88 ^a	83.42±4.01 ^a	2.96±0.22 ^b	0.88±0.04 ^{def}	481.67±41.29 ^a
63 SUR 84	365±33.44 ^{cdef}	76.29±3.31 ^{cde}	2.90±0.35 ^{bc}	0.87±0.03 ^{def}	363±55.40 ^{cd}
63 BİR 92	244±15.45 ^g	70.92±4.89 ^f	2.46±0.29 ^d	0.93±0.03 ^{ab}	248.33±23.57 ^e
63 BİR 98	398±38.62 ^{abc}	78.47±7.12 ^{abcd}	2.84±0.54 ^{bc}	0.87±0.05 ^{def}	416.67±45.15 ^{abc}
Hicaz	444±39.94 ^{ab}	78.29±1.99 ^{bcde}	3.35±0.27 ^a	0.89±0.01 ^{cde}	446.67±27.18 ^{ab}
Wonderful	372±46.82 ^{cde}	79.59±4.51 ^{abcd}	2.75±0.16 ^{bcd}	0.90±0.02 ^{bc}	376.67±14.33 ^{bcd}

*: Aynı sütun içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli değildir.

Çizelge 5. Seçilen nar genotiplerine ait bazı pomolojik özellikler.

Genotipler	Meyve yoğunluğu (g/cm ³)	Meyve suyu hacmi (ml)	Meyve posası (g)	Toplam dane ağırlığı (g)
63 HAL 03	0.96±0.02 ^{ef}	142.00±5.71 ^{defg}	52.50±1.77 ^{cde}	205±8.04 ^{bcd}
63 HAL 13	0.98±0.00 ^{bcdef}	129.67±5.90 ^{fg}	52.67±0.62 ^{cde}	198.33±4.73 ^{cd}
63 HAL 15	0.98±0.00 ^{bcdef}	159.67±29.35 ^{bcdef}	69±8.04 ^{ab}	256.17±23.74 ^{ab}
63 HAL 21	0.94±0.00 ^f	182.33±22.06 ^{abc}	62.33±4.47 ^{bc}	245.33±8.16 ^{abc}
63 HAL 25	0.99±0.00 ^{abcde}	183.83±14.58 ^{abc}	56.33 ±6.53 ^{cde}	246±15.56 ^{abc}
63 HAL 26	0.99±0.00 ^{abcd}	164±17.20 ^{bcdef}	50.17±4.87 ^e	233.50±24.04 ^{abc}
63 HAL 28	0.99±0.00 ^{abcde}	151.33±18.55 ^{bcdef}	51.33±6.12 ^{de}	212.17±21.48 ^{bcd}
63 HAL 29	0.99±0.00 ^{abcd}	174.33±15.62 ^{abcde}	54.58±2.45 ^{cde}	237.92±18.95 ^{abc}
63 HAL 35	0.98±0.02 ^{cdef}	199.67±28.98 ^a	52.33±3.29 ^{cde}	255.17±30.17 ^{abc}
63 SUR 51	1.00±0.00 ^{ab}	164±13.92 ^{bcdef}	57.33±4.47 ^{cde}	221.33±8.49 ^{bcd}
63 SUR 54	0.98±0.00 ^{bcdef}	147.33±10.84 ^{cdef}	47±3.48 ^e	217±28.86 ^{bcd}
63 SUR 56	0.97±0.00 ^{def}	148.50±10.63 ^{cdef}	48.50±3.48 ^e	207.50±8.89 ^{bcd}
63 SUR 65	1.00±0.00 ^{ab}	180.33±19.68 ^{abcd}	61.83±6.35 ^{bcd}	255±28.02 ^{abc}
63 SUR 70	0.96±0.01 ^f	189±20.99 ^{ab}	76.50±4.30 ^a	280.33±21.06 ^a
63 SUR 84	1.01±0.00 ^a	139.50±11.00 ^{efg}	52.17±2.86 ^{cde}	201.50±17.52 ^{bcd}
63 BİR 92	0.99±0.00 ^{abcde}	107±12.13 ^g	57.33±6.73 ^{cde}	167.33±16.88 ^d
63 BİR 98	1.00±0.00 ^{abc}	174.83±12.46 ^{abcde}	52.33±1.84 ^{cde}	238.17±26.02 ^{abc}
Hicaz	0.99±0.00 ^{abcd}	191.00±14.89 ^{ab}	56±3.74 ^{cde}	242.33±15.92 ^{abc}
Wonderful	0.99±0.00 ^{abcde}	135.83±7.77 ^{efg}	55.50±2.16 ^{cde}	205±10.42 ^{bcd}

*: Aynı sütun içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli değildir.

Yürüttüğümüz çalışmada üstün özelliklere sahip genotiplerin elimizde bulunan Hicaz ve Wonderful nar çeşitleri ile kıyaslandığında meyve şekil indeksi, meyve hacmi, meyve suyu hacmi, meyve posası ve meyve yoğunluğu bakımından bazı genotiplerin daha yüksek değerlere sahip olduğu, bazı genotiplerin ise paralel olduğu saptanmıştır. Diğer taraftan sonuçlarımız yapılan çalışmalar ile mukayese edildiğinde (Kaplan, 2014; Çiçek, 2014; Burkan, 2018; Öztürk, 2019) ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Yaptığımız çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde, toplam dane ağırlığı 167.33-280.33 g, 100 dane ağırlığı 35-60.33 g arasında ölçülmüştür (Çizelge 5; Çizelge 9). Yürüttüğümüz çalışmada üstün özelliklere sahip genotiplerin elimizde bulunan Hicaz ve Wonderful nar çeşitleri ile kıyaslandığında toplam dane ağırlığı,

100 dane ağırlığı, meyve suyu randımanı bakımından bazı genotiplerin daha yüksek değerlere sahip olduğu, bazı genotiplerin ise paralel olduğu saptanmıştır. Sonuçlarımız; (Akkuş, 2017; Pakyürek ve ark., 2020; Dursun, 2021; Şimşek ve Etik, 2022; Koş, 2022)'nin bulguları ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Ümitvar olarak seçilen genotiplerde fiziksel sonuçlar incelendiğinde 2021 yılında meyve eni 69.81-90.78 mm, kaliks boyu 11.84-23.53 mm, kaliks eni 13.88-20.30 mm, dane randımanı % 52.05-% 70.52, meyve suyu randımanı 28.82-48.51 ml arasında ölçülürken 2022 yılında ise meyve eni 73.15-98.53 mm, kaliks boyu 9.35-20.54 mm, kaliks eni 8.06-21.14 mm, dane randımanı % 52.55-% 76.01, meyve suyu randımanı 37.46-58.4 ml olarak ölçülmüştür. (Çizelge 6, Çizelge 7).

Çizelge 6. Seçilen nar genotiplerine ait bazı pomolojik özellikler.

Genotipler	Meyve eni (mm)		Dane randımanı (%)		Alt odacık sayısı	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
63 HAL 03	87.89±6.95 ^{ab}	73.15±1.00 ^h	62.19±4.16 ^{bc}	65.64±3.39 ^{bcde}	3±0.54	3±0.00
63 HAL 13	83.85±3.16 ^{abc}	74.39±4.27 ^g	70.09±6.27 ^a	65.36±5.52 ^{bcde}	3±0.54	3±0.00
63 HAL 15	85.75±10.24 ^{abc}	79.49±4.91 ^{fg}	63.69±2.65 ^{bc}	72.29±5.27 ^{ab}	3±0.54	3±0.00
63 HAL 21	78.36±3.93 ^{abcd}	98.53±2.92 ^a	67.31±2.31 ^{ab}	60.92±1.61 ^{efg}	3±0.70	3±0.00
63 HAL 25	85.07±3.80 ^{abc}	84.49±4.53 ^{efg}	64.26±2.84 ^{bc}	62.43±2.44 ^{defg}	4±0.89	4±0.00
63 HAL 26	80.12±7.18 ^{abcd}	90.1±4.61 ^{bcde}	64.21±5.31 ^{bc}	64.62±1.25 ^{bcdef}	4±0.44	4±0.00
63 HAL 28	80.07±4.86 ^{abcd}	86.38±4.54 ^{def}	58.25±1.30 ^{cd}	66.08±3.52 ^{bcde}	3±0.44	3±0.00
63 HAL 29	79.37±8.88 ^{bcd}	91.06±4.98 ^{bcde}	67.81±4.19 ^{ab}	68.89±4.61 ^{abcd}	3±0.83	3±0.00
63 HAL 35	85.54±6.13 ^{abc}	85.4±4.88 ^{defg}	59.77±1.63 ^{cd}	76.01±5.96 ^a	3±0.44	3±0.00
63 SUR 51	84.24±7.28 ^{abc}	87.75±5.23 ^{cde}	60.58±2.32 ^c	57.38±4.77 ^{fgh}	3±0.70	3±0.00
63 SUR 54	80.38±7.31 ^{abcd}	79.74±4.59 ^{fg}	63.73±10.05 ^{bc}	74.99±3.20 ^a	3±0.02	3±0.00
63 SUR 56	86.88±3.90 ^{abc}	78.52±5.78 ^g	63.38±2.19 ^{bc}	63.39±2.16 ^{cdef}	3±0.89	3±0.00
63 SUR 65	75.83±7.69 ^{cd}	94.58±3.08 ^{abc}	52.05±1.78 ^e	70.33±3.11 ^{abc}	3±0.40	3±0.00
63 SUR 70	90.78±5.98 ^a	95.13±2.01 ^{ab}	59.92±2.18 ^{cd}	60.1±2.14 ^{efg}	3±0.00	3±0.00
63 SUR 84	83.83±5.23 ^{abc}	89.64±3.42 ^{bcde}	54.88±4.02 ^{de}	55.03±1.43 ^{gh}	3±0.00	3±0.00
63 BİR 92	69.81±7.65 ^d	75.20±4.27 ^g	70.52±4.73 ^a	69.66±6.22 ^{abc}	3±0.00	3±0.00
63 BİR 98	87.21±9.04 ^{ab}	87.73±3.87 ^{cde}	61.11±2.07 ^c	52.55±1.41 ^{fgh}	3±0.24	3±0.00
Hicaz	87.65±1.35 ^{ab}	83.99±5.57 ^{efg}	59.20±3.40 ^{cd}	48.67±3.31 ⁱ	4±0.00	4±0.00
Wonderful	78.93±5.69 ^{abcd}	92.71±4.56 ^{abcd}	59.39±1.81 ^{cd}	52.46±1.31 ^{hi}	3±0.70	3±0.00

* Aynı sütun içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark p≤0.05 seviyesinde önemli değildir.

Çizelge 7. Seçilen nar genotiplerine ait bazı pomolojik özellikler.

Genotipler	Kaliks boyu (mm)		Kaliks eni (mm)		Meyve suyu randımanı (%)	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
63 HAL 03	13.63±1.91 ^{fgh}	15.6±2.00 ^{de}	17.19±2.88 ^{ab}	18.46±1.23 ^{cde}	42.53±4.39 ^{bcde}	43.59±2.87 ^{cde}
63 HAL 13	18.96±1.98 ^{bcd}	15.55±2.70 ^{de}	14.70±1.64 ^{bc}	15.43±2.42 ^{fg}	47.21±2.02 ^a	41.35±2.85 ^{cde}
63 HAL 15	18.16±2.32 ^{bcd}	17.32±1.94 ^{cd}	20.30±2.23 ^a	16.19±1.08 ^{efg}	42.50±2.03 ^{bcde}	43.75±1.21 ^{cde}
63 HAL 21	20.08±2.21 ^{bc}	12.35±1.14 ^{fg}	17.58±4.61 ^{ab}	18.01±1.05 ^{cde}	44.63±2.40 ^{abcd}	45.14±3.06 ^c
63 HAL 25	11.84±1.29 ^h	20.54±1.65 ^a	14.61±0.55 ^{bc}	16.27±1.55 ^{efg}	48.51±2.82 ^a	43.81±3.09 ^{cde}
63 HAL 26	14.96±1.41 ^{efgh}	18.74±0.86 ^{bc}	15.10±2.05 ^{bc}	16.26±1.42 ^{efg}	45.77±3.05 ^{abc}	44.22±1.21 ^{cd}
63 HAL 28	23.53±1.13 ^a	16.69±0.94 ^{cd}	18.68±3.85 ^a	14.41±1.12 ^g	38.82±1.90 ^e	48.47±3.27 ^{bc}
63 HAL 29	62.75±1.30 ^{ab}	19.81±0.99 ^b	17.67±2.84 ^{ab}	15.99±1.00 ^{fg}	46.35±3.06 ^{ab}	53.2±4.80 ^{ab}
63 HAL 35	12.84±0.97 ^{gh}	9.35±0.97 ⁱ	17.22±1.49 ^{ab}	13.78±1.24 ^g	46.17±3.36 ^{abc}	58.4±4.50 ^a
63 SUR 51	14.04±1.54 ^{fgh}	13.55±1.35 ^{ef}	17.22±1.39 ^{ab}	18.36±1.50 ^{cde}	39.76±0.44 ^e	42.75±2.74 ^{cde}
63 SUR 54	15.01±3.10 ^{efgh}	12.49±1.06 ^{fg}	18.90±1.90 ^a	14.77±0.40 ^g	39.27±5.83 ^e	54.69±3.07 ^{ab}
63 SUR 56	16.82±2.23 ^{def}	9.87±0.78 ^{hi}	18.95±1.59 ^a	8.06±0.88 ^h	45.66±2.21 ^{abc}	48.9±3.65 ^{bc}
63 SUR 65	17.36±3.57 ^{cde}	10.14±0.93 ^{ghi}	18.56±2.57 ^a	17.88±1.26 ^{cde}	28.82±2.24 ^f	55.35±3.51 ^a
63 SUR 70	13.50±1.35 ^{gh}	11.96±0.46 ^{fgh}	19.31±2.07 ^a	19.42±1.22 ^{bc}	40.48±2.53 ^{de}	37.61±3.71 ^{def}
63 SUR 84	16.02±3.18 ^{defg}	15.15±1.69 ^{de}	17.97±2.00 ^{ab}	21.14±1.19 ^b	38.66±2.11 ^e	37.46±2.05 ^{ef}
63 BİR 92	14.85±1.30 ^{efgh}	17.41±3.08 ^{cd}	13.88±0.77 ^c	13.99±0.46 ^g	47.56±3.36 ^a	43.20±7.44 ^{cde}
63 BİR 98	13.85±2.88 ^{fgh}	10±2.56 ^{ghi}	17.44±1.70 ^{ab}	16.11±2.02 ^{efg}	41.94±1.62 ^{cde}	40.92±8.28 ^{def}
Hicaz	18.07±2.30 ^{bcd}	15.16±1.38 ^{de}	19.74±2.34 ^a	18.82±1.47 ^{bcd}	45.41±3.69 ^{abc}	35.39±3.61 ^f
Wonderful	15.93±1.85 ^{defg}	16.62±1.43 ^{cd}	17.53±1.25 ^a	24.49±1.88 ^a	41.24±3.09 ^{cde}	34.72±0.80 ^f

* Aynı sütun içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark p≤0.05 seviyesinde önemli değildir.

Yürüttüğümüz çalışmada seçilen genotipler elimizde bulunan Hicaz ve Wonderful nar çeşitleri ile kıyaslandığında, meyve eni, dane randımanı, kaliks boyu ve kaliks eni bakımından paralel olduğu saptanmıştır. Diğer taraftan sonuçlarımız literatür ile mukayese edildiğinde (Kaplan, 2014; Burkan, 2018; Öztürk, 2019; Pakyürek ve ark., 2020; Şimşek ve Etik, 2022) ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada, çekirdek sertliği, daneleme kolaylığı, meyve tadı, alt odacık sayısı, üst odacık sayısı ve odacıkların dış görünümü gibi kriterler kalıtsal özellikler olduğu için her iki yılda da aynı değerler ve özellikler tespit edilmiştir. Genotiplere ait çekirdek sertliği sert-orta sert-yumuşak olarak saptanmış ve genotiplerin büyük bir çoğunluğu orta sertlikte belirlenmiştir. Seçilen genotipler arasında 13 adet genotipin orta sertlikte olduğu, 3 adet genotipin yumuşak olduğu ve 1 adet genotipin ise sert bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir. Belirlenen genotiplerde daneleme kolaylığı açısından kolay-orta olarak belirlenmiş ve genotipler arasında 16 adet genotipin kolay bir şekilde danelendiği, 1 adet genotipin ise orta düzeyde danelendiği belirlenmiştir. Ümitvari genotiplerin meyve tadı mayhoş ve tatlı olarak değerlendirilmiştir. Meyve tadının genotipler arasında büyük bir çoğunluğunun tatlı olduğu tespit edilmiş ve genotipler arasında 16 adet genotipin meyve tadının tatlı, 1 adet genotipin ise mayhoş olduğu belirtilmiştir. Ayrıca üst odacık sayısı 5 adet- 7 adet arasında, alt odacık sayısı 3 adet- 4 adet arasında, odacıkların görünümü 9 adet genotipin belirgin, 7 adet genotipin orta belirgin, 1 adet genotipin ise belirgin olmayan odacık görünümüne sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 8).

Çizelge 8. Seçilen nar genotiplerine ait bazı pomolojik özellikler.

Genotipler	Daneleme kolaylığı	Meyve tadı	Odacıkların dış görünümü	Çekirdek sertlik	Üst odacık sayısı
63 HAL 03	Kolay	Tatlı	Orta Belirgin	Orta Sert	6±0.00b
63 HAL 13	Kolay	Tatlı	Belirgin	Orta Sert	6±0.00b
63 HAL 15	Kolay	Tatlı	Orta Belirgin	Orta Sert	6±1.10b
63 HAL 21	Kolay	Tatlı	Orta Belirgin	Orta Sert	6±0.00b
63 HAL 25	Kolay	Tatlı	Orta Belirgin	Orta Sert	6±0.00b
63 HAL 26	Kolay	Tatlı	Belirgin	Orta Sert	6±0.80b
63 HAL 28	Kolay	Tatlı	Belirgin	Orta Sert	6±0.00b
63 HAL 29	Orta	Tatlı	Belirgin Olmayan	Orta Sert	6±0.00b
63 HAL 35	Kolay	Tatlı	Belirgin	Orta Sert	6±0.00b
63 SUR 51	Kolay	Tatlı	Orta Belirgin	Orta Sert	6±0.00b
63 SUR 54	Kolay	Tatlı	Orta Belirgin	Yumuşak	6±0.00b
63 SUR 56	Kolay	Tatlı	Orta Belirgin	Yumuşak	5±0.00c
63 SUR 65	Kolay	Mayhoş	Belirgin	Sert	6±0.00b
63 SUR 70	Kolay	Tatlı	Belirgin	Orta Sert	7±0.00a
63 SUR 84	Kolay	Tatlı	Belirgin	Orta Sert	7±0.00a
63 BİR 92	Kolay	Tatlı	Orta Belirgin	Yumuşak	5±0.00c
63 BİR 98	Kolay	Tatlı	Belirgin	Orta Sert	5±0.00c
Hicaz	Orta	Mayhoş	Belirgin Olmayan	Sert	5±0.00c
Wonderful	Orta	Mayhoş	Orta Belirgin	Orta Sert	6±0.00b

Bizim çalışmamıza benzer şekilde çekirdek sertliği, daneleme kolaylığı, meyve tadı, alt odacık sayısı, üst odacık sayısı ve odacıkların dış görünümü gibi kriterler kalıtsal özellikler olduğu ve genotiplere göre farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Kılıç, 2016; Burkan, 2018; Şimşek ve Etik, 2022).

Yaptığımız çalışmada nar genotipleri arasında SÇKM, pH ve titre edilebilir asitlik bakımından istatistiksel olarak $p \leq 0.05$ göre önemli farklılıklar elde edilmiştir. Çalışmada SÇKM % 12.83-15.32, pH değeri 3.16-4.29, titre edilebilir asitlik % 0.32- 3.58 arasında, değiştiği saptanmıştır (Çizelge 9).

Çizelge 9. Seçilen nar genotiplerine ait bazı pomolojik özellikler.

Genotipler	100 Dane ağırlığı (g)	SÇKM (%)	Titre edilebilir asitlik (%)	pH değeri
63 HAL 03	39.50±2.94 ^{hii}	14.75 ±0.55 ^{abc}	2.31 ±0.24 ^b	3.28±0.07 ^{ij}
63 HAL 13	40.17±1.02 ^{ghii}	13.72 ±0.20 ^{defg}	0.64 ±0.07 ^{hi}	3.82±0.03 ^{de}
63 HAL 15	43.83±3.70 ^{efgh}	14.33 ±0.06 ^{abcd}	0.58 ±0.01 ⁱⁱ	3.99±0.06 ^{abc}
63 HAL 21	51±2.27 ^{bcd}	13.28 ±0.11 ^{efg}	1.11 ±0.25 ^{fg}	3.48±0.15 ^{gh}
63 HAL 25	47.33±3.42 ^{bcde}	14.40 ±0.85 ^{abcd}	1.55 ±0.14 ^d	3.28±0.02 ^{ij}
63 HAL 26	60.33±4.83 ^a	14.73 ±0.57 ^{abc}	1.50 ±0.21 ^{de}	3.45±0.09 ^{gh}
63 HAL 28	49.67±4.55 ^{bcd}	14.03 ±0.16 ^{bcdef}	0.91 ±0.04 ^{gh}	3.28±0.10 ^{ij}
63 HAL 29	45.75±0.93 ^{defg}	14.42 ±0.26 ^{abcd}	0.68 ±0.04 ^{hi}	3.61±0.09 ^{fg}
63 HAL 35	51.83±1.69 ^{bc}	14.20 ±0.30 ^{bcde}	1.47 ±0.10 ^{de}	3.34±0.01 ^{hij}
63 SUR 51	51±1.22 ^{bcd}	12.83 ±0.95 ^g	1.45 ±0.14 ^{de}	3.68±0.08 ^{ef}
63 SUR 54	48.33±2.46 ^{bcde}	13.28 ±0.41 ^{efg}	0.32 ±0.01 ⁱ	4.29±0.03 ^a
63 SUR 56	46±2.94 ^{cdef}	15.32 ±0.10 ^a	0.70 ±0.10 ^{hi}	3.89±0.04 ^{cd}
63 SUR 65	35.33±0.84 ⁱ	13.45 ±0.08 ^{defg}	2.58 ±0.04 ^a	3.33±0.01 ^{hij}
63 SUR 70	42.67±0.62 ^{efgh}	15.23 ±0.14 ^a	2.03 ±0.10 ^c	3.25±0.00 ^{ji}
63 SUR 84	49.83±3.11 ^{bcd}	13.83 ±0.50 ^{cdefg}	0.48 ±0.05 ⁱ	4.03±0.10 ^{ab}
63 BİR 92	40.83±2.09 ^{fghi}	13.08 ±0.26 ^{fg}	0.36 ±0.01 ⁱ	4.12±0.03 ^b
63 BİR 98	52.17±0.84 ^b	12.83 ±0.54 ^g	1.24 ±0.05 ^{ef}	3.39±0.02 ^{hii}
Hicaz	35±1.22 ⁱ	13.70 ±0.27 ^{defg}	0.46 ±0.02 ⁱⁱ	3.95±0.21 ^{abc}
Wonderful	35.67±1.43 ⁱ	14.98 ±0.18 ^{ab}	2.22 ±0.14 ^{bc}	3.16±0.03 ^j

*: Aynı sütun içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli değildir.

Sonuçlarımız Hicaz ve Wonderful kültür çeşitleri ile kıyaslandığında birbirine paralel olduğu tespit edilmiştir. Dünyada ve ülkemizin farklı bölgelerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde ise, sonuçlarımızın (Akkuş, 2017; Adilette ve ark., 2018; Mohammed, 2021; Dursun, 2021; Şimsek ve Etik, 2022) değerine yakın olduğu saptanmıştır.

Çizelge 10. Seçilen nar genotiplerine ait kabuk üst zemin renk özellikleri.

Genotip No	Kabuk üst zemin rengi Ortalaması				
	L* değeri	a* değeri	b* değeri	Croma*	Hue*
63 HAL 03	65.16±3.33 ^{ab}	15.44±1.12 ^{gh}	51.34±2.69 ^a	54.06±2.30	73.32±5.35 ^{ab}
63 HAL 13	50.86±11.75 ^d	14.36±5.92 ^h	49.68±4.89 ^{ab}	52.07±3.60	73.59±7.55 ^{ab}
63 HAL 15	55.73±2.62 ^{bcd}	14.90±1.05 ^{gh}	50.97±2.34 ^a	53.39±1.39	73.67±4.09 ^{ab}
63 HAL 21	63.7±2.45 ^{abc}	11.92±0.80 ^h	52.60±2.46 ^a	54.19±3.15	77.56±5.18 ^a
63 HAL 25	63.72±3.63 ^{abc}	32.44±2.35 ^{cde}	36.11±2.39 ^{de}	48.75±3.89	48.35±2.23 ^{de}
63 HAL 26	51.37±4.69 ^d	43.52±3.25 ^{ab}	32.70±1.48 ^e	54.57±2.78	36.83±2.97 ^{ef}
63 HAL 28	57.71±2.97 ^{bcd}	37.55±2.40 ^{bcd}	36.18±2.14 ^{de}	52.27±4.00	44.15±3.00 ^{de}
63 HAL 29	67.58±5.67 ^a	26.23±1.47 ^{ef}	37.28±2.24 ^{cde}	47.68±0.92	55.25±4.53 ^{cd}
63 HAL 35	64.47±4.77 ^{abc}	14.69±1.28 ^{gh}	43.48±2.49 ^{bc}	46.12±2.83	71.37±5.67 ^{ab}
63 SUR 51	53.76±4.64 ^d	28.44±1.42 ^{def}	38.84±1.84 ^{cde}	48.27±2.79	53.56±3.81 ^{cd}
63 SUR 54	64.26±4.97 ^{abc}	21.98±0.98 ^{fg}	42.41±3.45 ^{bcd}	48.04±3.40	62.74±4.96 ^{bc}
63 SUR 56	55.07±3.18 ^{cd}	37.04±3.12 ^{bcd}	38.97±2.89 ^{cde}	54.07±3.83	46.44±2.10 ^{de}
63 SUR 65	64±1.35 ^{abc}	22.5±1.25 ^{fg}	46.37±4.08 ^{ab}	51.61±3.99	64.01±2.27 ^{bc}
63 SUR 70	49.62±3.31 ^d	23.25±1.87 ^{efg}	47.22±2.86 ^{ab}	52.88±3.00	63.9±4.93 ^{bc}
63 SUR 84	37.32±2.68 ^e	24.4±1.65 ^{efg}	31.98±2.21 ^e	40.42±2.69	51.64±3.96 ^{cd}
63 BİR 92	55.21±10.40 ^{cd}	31.02±4.83 ^{cde}	40.63±2.97 ^{bcd}	51.27±3.58	52.76±4.94 ^{cd}
63 BİR 98	44.88±15.00 ^d	22.55±2.95 ^{fg}	40.52±3.85 ^{bcd}	46.79±5.66	59.79±5.81 ^{bc}
Hicaz	38.38±2.34 ^e	47.49±2.58 ^a	24.29±1.84 ^f	53.35±3.87	27±2.15 ^f
Wonderful	52±3.28 ^d	38.73±2.70 ^{abc}	41.48±3.25 ^{bcd}	56.02±3.26	53.95±3.89 ^{cd}

*Aynı sütun içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli değildir.

Meyve türlerinde rakım arttıkça rakıma bağlı olarak meyve renginde önemli değişimler meydana geldiği (Akkuş, 2017), meyve olgunlaşma periyotlarındaki gece-gündüz sıcaklık farkının yanında yıllık sıcaklık

değişimlerinin de meyvenin renklenmesinde önemli olduğu bildirilmiştir (Çalışkan ve Bayazit, 2012). Seçilen genotiplerde kabuk üst zemin rengi (L*) 37.32-67.58, (a*) 11.92-4.49, (b*) 24.29-52.60, (Chroma*) değeri 40.42-56.02, (Hue*) ise 36.83-77.56 arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 10). Dane rengi (L*) 25.92-54.51, (a*) 2.10- 29.30, (b*) 12.41-32.76, (Chroma*) 14.14-33.09, (Hue*) değeri ise 27.09-84.47 arasında belirlenmiştir (Çizelge 11).

Yürüttüğümüz çalışmada seleksiyon sonucu seçtiğimiz genotiplerde meyve tadı çekirdek sertliği, daneleme kolaylığı alt ve üst odacık sayıları, odacıkların dış görünümü, bakımından Hicaz ve Wonderful nar çeşitleri ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Ülkemizin farklı bölgelerinde yapılan çalışmalar ile kıyaslandığında (Akkuş, 2017; Toprak, 2019; Koş, 2022) sonuçları ile benzer olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 11. Seçilen nar genotiplerine dane renk özellikleri.

Genotip No	Dane rengi Ortalama				
	L* değeri	a* değeri	b* değeri	Croma*	Hue*
63 HAL 03	48.31±0.64 ^{abc}	7.67±1.35 ^{de}	19.41±4.87 ^{bcd}	21.84±0.36 ^{bc}	63.5±4.73 ^{de}
63 HAL 13	45.02±1.47 ^{abc}	3.69±0.73 ^{fg}	19.63±1.33 ^{bcd}	20.07±2.55 ^{bc}	79.61±0.59 ^{abc}
63 HAL 15	49.52±2.62 ^{abc}	4.37±1.64 ^{efg}	21.45±0.05 ^{bc}	21.97±0.82 ^{bc}	78.78±2.00 ^{abc}
63 HAL 21	50.13±4.87 ^{abc}	2.27±0.58 ^g	32.76±1.71 ^a	32.96±3.98 ^a	84.10±6.06 ^a
63 HAL 25	41.38±1.81 ^c	5.98±2.86 ^{defg}	12.41±1.43 ^e	14.14±0.54 ^d	70.46±7.04 ^{bcd}
63 HAL 26	44.84±6.87 ^{abc}	9.48±1.89 ^d	17.92±2.13 ^{cd}	21.04±0.82 ^{bc}	62.46±13.73 ^{def}
63 HAL 28	46.25±0.99 ^{abc}	9.59±0.46 ^c	18.99±1.08 ^{bcd}	24.74±1.90 ^{bc}	53.89±2.06 ^{ef}
63 HAL 29	43.81±3.03 ^{bc}	5.89±1.60 ^{defg}	18.16±0.89 ^{cd}	19.33±1.20 ^c	70.67±0.99 ^{bcd}
63 HAL 35	46.47±1.54 ^{abc}	5.98±0.23 ^{def}	19.70±1.47 ^{bcd}	21.31±1.52 ^{bc}	69.06±3.93 ^{cd}
63 SUR 51	48.55±2.20 ^{abc}	8.71±1.98 ^d	17.34±1.21 ^{cde}	20.46±5.89 ^{bc}	60.68±9.02 ^{def}
63 SUR 54	49.23±3.60 ^{abc}	3.82±3.85 ^{fg}	19.55±1.51 ^{bcd}	19.96±1.50 ^{bc}	78.69±0.56 ^{abc}
63 SUR 56	51.90±1.45 ^{ab}	2.10±1.78 ^g	20.60±0.28 ^{bcd}	20.74±1.47 ^{bc}	84.47±3.57 ^a
63 SUR 65	54.11±8.48 ^a	15.26±0.48 ^{bc}	18.10±0.85 ^{cd}	24.04±3.12 ^{bc}	51.66±1.10 ^{fg}
63 SUR 70	43.40±5.84 ^{bc}	19.02±1.30 ^b	16.93±4.07 ^{cde}	25.49±0.47 ^b	41.71±1.62 ^{gh}
63 SUR 84	53.30±3.93 ^{ab}	3.76±1.00 ^{fg}	24±3.66 ^b	24.31±0.12 ^{bc}	81.19±4.07 ^{ab}
63 BİR 92	54.51±3.55 ^a	3.80±4.43 ^{fg}	24.19±4.42 ^b	24.72±3.34 ^{bc}	80.76±1.08 ^{ab}
63 BİR 98	50.15±3.61 ^{abc}	3.78±0.91 ^{fg}	19.75±2.22 ^{bcd}	20.27±4.00 ^{bc}	78.45±3.27 ^{abc}
Hicaz	25.92±3.04 ^d	29.30±2.85 ^a	15.23±2.66 ^{de}	33.09±2.43 ^a	27.09±2.89 ⁱ
Wonderful	41.36±7.04 ^c	25.81±1.32 ^a	16.73±0.68 ^{cde}	30.97±2.73 ^a	33.66±2.73 ^{hi}

* Aynı sütun içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark p≤0.05 seviyesinde önemli değildir.

Çizelge 12. Özelliklere ait iki yıllık birleştirilmiş varyans analizi sonuçları.

Özellik	Tip F	YIL F	TİP * YIL F
Meyve ağırlığı	7.03***	17.06***	10.96***
Meyve boyu	21.52***	3.6	35.54***
Meyve eni	18.8***	1.78	30.12***
Meyve şekil indeksi	7.95***	11.64***	2.11*
Meyve hacmi	6.75***	21.47***	10.51***
Meyve yoğunluğu	4.2***	18.68***	2.82***
Meyve suyu hacmi	5.34***	16.35***	12.64***
Meyve posası	4.9***	9.93**	7.09***
Kaliks boyu	49.37***	7.45**	54.15***
Kaliks eni	82.81***	31***	78.37***
Dane randımanı	5.89***	2.61	4.07***
Toplam dane ağırlığı	3.42***	18.12***	9.62***
Üst odacık sayısı	3.65***	2.29	3.57***
Alt odacık sayısı	1.17	13.88***	2.68**
Kabuk kalınlığı	3.03***	10.76**	3.93***
Yüz dane ağırlığı	15.58***	227.05***	6.81***
Meyve suyu randımanı	10.73***	2.93	12.03***
Suda çözünür kuru madde	7.05***	6.69*	3.9***
pH	50.3***	74.81***	7.98***
Titre edilebilir asitlik	68.81***	2.48	12.46***
Kabuk üst zemin rengi L	6.2***	8.64**	2.58**
Kabuk üst zemin rengi a	13.57***	36.32***	6.15***
Kabuk üst zemin rengi b	6.7***	24.6***	2.3**
Kabuk üst zemin rengi Croma	2.93***	58.51***	0.75
Kabuk üst zemin rengi Hue	11.98***	5.42*	5.94***
Dane rengi L	6.82***	66.48***	5.21***
Dane rengi a	26.23***	9.89**	2.71***
Dane rengi b	6.72***	30.82***	7.1***
Dane rengi Croma	7.18***	39.5***	5.61***
Dane rengi Hue	24.86***	3.99*	3.15***

SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmamızda sofralık tüketime uygun olan tatlı-mayhoş ve tatlı olan 127 adet nar genotipinde tartılı derecelendirme metodu kullanılarak genotiplere göre belirlenen sekiz özellik açısından puanlama yapılmıştır. İncelenen 63 HAL 28, 63 HAL 29, 63 HAL 35, 63 SUR 54, 63 SUR 56 ve 63 SUR 65 genotiplerinin; meyve suyu verimlerinin yüksek olması, tatlarının tatlı-ekşi olması, renklerinin sofralık tüketime ve meyve suyu işleme sanayine uygun olması bu çeşitlerin farklı alanlarda değerlendirilmesine olanak sağlayabileceği düşünülmektedir. Seçilen genotiplerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin standart çeşitlerle değerlendirildiğinde ekonomik olarak aynı düzeyde olduğu anlaşılmıştır. Bu genotiplerin çoğaltılması, yaygınlaştırılması ve yerel üretime kazandırılması önerilebilir ve bu genotiplerin ülkemiz standart çeşitleri arasında yer alması gen kaynaklarının korunması ve geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Not: Bu araştırma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yakup POLAT tarafından Prof. Dr.


Ferit ÇELİK danışmanlığında hazırlanan ve kabul edilen doktora tezinden üretilmiştir.


Teşekkür: Bu çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 9622 No'lu proje ile desteklenmiştir.


Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Yakup POLAT  <http://orcid.org/0000-0002-5831-8199>

Ferit ÇELİK  <http://orcid.org/0000-0001-9089-2468>

N.Ebru KAFKAS  <http://orcid.org/0000-0003-3412-5971>

Emine KÜÇÜKER  <http://orcid.org/0000-0002-4198-6262>

KAYNAKLAR

- Adiletta, G., Petriccione, M., Liguori, L., Pizzolongo, F., Romano, R., Di Matteo, M. (2018). Study of pomological traits and physico-chemical quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes grown in Italy. *European Food Research and Technology*, (244), 1427-1438.
- Akkuş, G. (2017). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yetişen genotip ve standart nar çeşitlerinin fiziksel ve bazı biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi, Doktora tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Balta, MF. (2002). Elâziğ Merkez ve Ağın ilçesi bademlerinin (*Prunus amygdalus* L.) seleksiyon yoluyla ıslahı üzerinde araştırmalar, Doktora tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Berger, B. A., Kriebel, R., Spalink, D., Sytsma, K. J. (2016). Divergence times, historical biogeography, and shifts in speciation rates of Myrtales. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 95, 116-136. doi: doi.org/10.1016/j.ympev.2015.10.001
- Boğuş, F. (2018). Şırnak ilinde yetişen yerel ve standart nar çeşitleri ile önemli nar genotiplerinin pomolojik ve bazı kimyasal özelliklerinin karakterizasyonu, Yüksek lisans tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, Türkiye.
- Burkan, S. (2018). Kocaköy (Diyarbakır) ilçesinde yetiştirilen önemli standart ve mahalli nar (*Punica granatum* L.) çeşitlerinin bazı ağaç ve meyve özellikleri, Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Byng, J.W., Chase, M.W., Christenhusz, M.J.M., Fay, M.F., Judd, W.S., Mabberley, D.J., Sennikov, A.N. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnaeus Society*, 181: 1-20.
- Cevahir, E. 2020. SPSS ile nicel veri analizi rehberi. Kibele.
- Çalışkan, O., Bayazit, S., (2012). Phytochemical and antioxidant attributes of autochthonous Turkish Pomegranates. *Scientia Hort*, 147: 81–88
- Çiçek, M. (2016). Diyarbakır yöresi narlarının (*Punica granatum* L.) morfolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Siirt, Türkiye.
- Dicenta, F., Ortega, E., Martínez-Gómez, P., Sánchez-Pérez, R., Gambin, M., Egea, J., (2010). Penta and Tardona: Two new extra-late flowering self-compatible almond cultivars. *Acta Horticulturae*, 814: 189-192.
- Dokuzoğuz, M., Mendilcioğlu, K., (1978). Ege Bölgesi nar çeşitleri üzerinde pomolojik çalışmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (12): 133- 159.
- Dursun, E. (2021). Bazı nar (*Punica granatum* L.) çeşitlerinin pomolojik özellikleri, fenolik bileşenleri ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri, Şanlıurfa Türkiye.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. (1987). *Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları-II)*, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 1021. Ders kitabı, 295.
- Graham, S. A., Graham, A. (2014). Ovary, fruit, and seed morphology of the Lythraceae. *International Journal of Plant Sciences*, 175(2), 202-240.
- Gündoğdu, M. (2006). *Pervari (Siirt) Yöresi Nar (Punica granatum L.) Populasyonlarında Mahalli Tiplerin Seleksiyonu* Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van, Türkiye.
- Gündoğdu, M., Yılmaz, H., Şensoy, R. İ. G., Gündoğdu, Ö. (2010). Şırvan (Siirt) yöresinde yetiştirilen narların pomolojik özellikleri. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 20(2), 138-143.
- Kaplan, C. (2014). Siverek yöresi (Şanlıurfa) nar populasyonlarında yerel tiplerin özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye.
- Kılıç, M.E. (2014). Siverek yöresi (Şanlıurfa) Narlarının (*Punica granatum* L.) morfolojik ve pomolojik karakterizasyonu, Yüksek lisans tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye.

- Koş, N. (2022). Bilecik ili inhisar ilçesinde bulunan nar (*Punica granatum* L.) genotiplerinin pomolojik ve moleküler karakterizasyonunun belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Bilecik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik, Türkiye.
- Kurt, H., Şahin, G. (2013). Bir ziraat coğrafyası çalışması: Türkiye’de nar (*Punica granatum* L.) tarımı. *e-Marmara Coğrafya Dergisi* (elektronik), (27).
- Miller, A. J., Schaal, B. A. (2006). Domestication and the distribution of genetic variation in wild and cultivated populations of the Mesoamerican fruit tree *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae). *Molecular Ecology*, 15(6), 1467-1480.
- Mohammed, T, T, A. (2021). Kuzey Irak bölgesinde yetiştirilen yerel nar çeşitlerinin (*Punica granatum* L.) morfolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye.
- Okatan, V. (2011). *Bitlis İli Narlıdere Yöresi Narlarının (Punica granatum L.) Seleksiyon Yoluyla Islahı*, Yüksek lisans tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van, Türkiye.
- Öztürk, İ. (2018). Mardin ili Artuklu ve Kızıltepe ilçelerinde yetiştirilen yerel nar (*Punica granatum* L.) genotiplerinin morfolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Siirt, Türkiye.
- Öztürk, İ., Pakyürek, M., & Çelik, F. (2019). Mardin ili Artuklu ve Kızıltepe ilçelerinde yetiştirilen yerel nar (*Punica granatum* L.) genotiplerinin pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(4), 925-931.
- Pakyürek, M., Erez, M. E., Özrenk, K., Atlı, H. S., Gezer, R., Şahin, M., Ertaş, A. (2020). Zivzik narında klon seleksiyonu. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 7(8), 160-169.
- Polat, A. A., Çalışkan, O., (2011). Adaptation of Some Foreign Almond Cultivars in Dört Yol (Hatay) Ecological Conditions. *Acta Horticulturae*, 912: 423-426.
- Rana, T. S., Narzary, D., Ranade, S. A. (2010). Systematics and taxonomic disposition of the genus *Punica* L. *Pomegranate. Fruit Veg. Cereal Sci. Biotechnol*, 4(2), 19-25
- Şimşek, M., Etik, Recep. (2022). Diyarbakır ilinin Dicle ilçesinde yetişen yerel nar (*Punica granatum* L.) çeşitlerinin fiziko-kimyasal karakterizasyonu. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 1-1.
- Toprak, T. (2019). Kahramanmaraş ilindeki farklı nar (*Punica granatum* L.) genotiplerinin pomolojik özellikleri ile fitokimyasal ve antioksidant içeriklerinin belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye
- Vargas, F. J., Romero, M. A., Clavé, J., Batlle, I., Miarnau, X., Alegre, S. (2011). Important traits in IRTA's new almond cultivars. *Acta horticulturae*, (912), 359-365
- Yılmaz, C., (2007). Nar. (Sayfa 190-192) *Hasad Yayıncılık*, İstanbul, Türkiye.

Sürdürülebilir Enerji Üretimi İçin Fotovoltaik Sistem Tasarımı ve Pvsyst Programı İle Simülasyonu: Bursa İli Örneği

Melike YALILI KILIÇ^{1*}, Merve KURTARAN²

¹Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Bursa

² Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa

*Sorumlu Yazar: myalili@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 28.07.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 26.10.2023 Kabul Tarihi: 27.10.2023

ÖZ

Dünya genelinde uzun yıllardır fosil yakıtların yaygın bir şekilde kullanılması, gelecekteki tüketim ömürlerinin sınırlı olması ve bu tür yakıtların gün geçtikçe karbon salınımını artırması küresel çapta iklim değişikliğine yol açarak çevreye zarar vermektedir. Bu durum, toplumların enerjiye olan gereksinimlerini karşılamak amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesine katkı sağlamıştır. Bu kaynaklar arasında en önemlilerinden birisi olan fotovoltaik (FV) paneller, çevreye zararlı etkilerinin nispeten az olması, kurulumlarının basit olması ve ülkemizin güneş enerjisi potansiyelinin yüksek olması sebebiyle yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu çalışmada Bursa'nın Osmangazi ilçesinde bulunan bir çevre danışmanlık firmasının elektrik ihtiyacının karşılanması amacıyla, enerji gereksinimleri yıllık ortalama güneşlenme süresi ve ışınım değerleri dikkate alınarak bir fotovoltaik sistemin tasarımı yapılmış ve bu tasarımın Pvsyst 7.3.4 programıyla simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Sistemde 14602.63 kWsa/yıl elektrik enerjisi üretilmiş olup, bu enerjinin 1920 kWsa/yıllık kısmı öz tüketim sebebiyle harcanmış ve sistemin performansı %81.69 olarak değerlendirilmiştir. Üretilen elektrik enerjisi ve sistemin performans oranı göz önüne alındığında proje kurulumunun avantajlı olacağı söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Bursa, Fotovoltaik sistem, Pvsyst, Tasarım, Sürdürülebilir enerji

Photovoltaic System Design and Simulation with Pvsyst Program for Sustainable Energy Production: Bursa Case Study

ABSTRACT

For many years, the widespread use of fossil fuels worldwide, the limited lifespan of future consumption, and the increasing carbon emissions from such fuels have been causing environmental damage and contributing to global climate change. This situation has led societies to turn to renewable energy sources in order to meet their energy needs. Among these sources, photovoltaic (PV) panels have gained popularity due to their relatively low environmental impact, simple installation, and the high solar energy potential in our country. In this study, a photovoltaic system was designed to meet the electricity needs of an environmental consulting company located in the Osmangazi district of Bursa, taking into account the annual average sunshine duration and radiation values. The design was then simulated using the Pvsyst 7.3.4 program. The system produced 14,602.63 kWh/year of electricity, of which 1,920 kWh/year was consumed for self-consumption, and the system's performance was evaluated as 81.69%. Considering the generated electricity and the system's performance, it can be said that the project installation would be advantageous.

Key words: Bursa, Photovoltaic system, Pvsyst, Design, Sustainable Energy

GİRİŞ

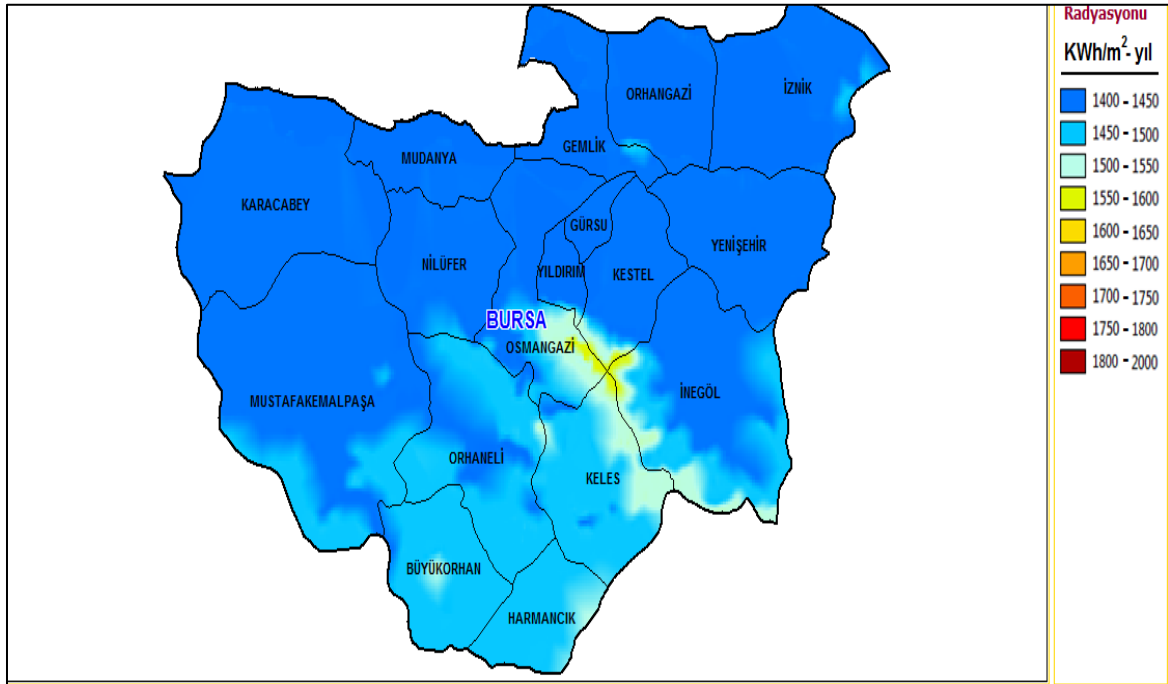
Günümüzde enerji hayatımızın her alanında kullanılan temel bir gereksinim ve modern dünyanın vazgeçilmez bir parçasıdır (Sarı ve Özyiğit, 2020). Yaşadığımız yer veya yaşam tarzı ne olursa olsun, günlük hayatımız enerji tüketimine dayanır ve enerji kaynaklarından elde ettiğimiz faydalar tarafından çevrelenir (Akkaş ve Çam, 2020). Enerji üretimi için çeşitli kaynaklar kullanılmaktadır ancak üretilen enerjinin büyük bir çoğunluğu fosil yakıtlardan elde edilmektedir (Yılmaz, 2015). Sınırlı bir kaynak olan fosil yakıtların kullanılmasıyla birlikte doğal kaynakların tükenmesi, çevre kirliliği ve iklim değişikliği gibi sorunlara yol açması, son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik araştırma ve geliştirme çalışmalarının büyük önem kazanmasına neden olmuştur (Çıtak ve Pala, 2016). Yenilenebilir enerji kaynakları, doğal kaynaklardan elde edilen enerji kaynaklarıdır. Güneş, rüzgar, hidroelektrik, biyokütle, jeotermal ve gelgit enerjisi gibi kaynaklar çevre dostu ve sürdürülebilir enerji üretimi sağlamaktadır. 1990'lardan itibaren Türk enerji sektörü, ekonomik büyümeyle birlikte hızla gelişme göstermiştir. Ancak yerli kaynaklar bu gelişmeyi desteklemekte yetersiz kalmış ve bu nedenle yüksek miktarda ithal fosil yakıt kullanımına bağımlı hale gelinmiştir. Günümüzde özellikle rüzgar ve güneş teknolojilerindeki maliyetlerin önemli ölçüde düşmesi, Türk enerji sektörünü umut verici bir duruma getirmiştir (Aşkın ve ark., 2023). Türkiye, güneş enerjisi potansiyeli açısından oldukça zengin bir ülke olup, günlük ortalama 7.5 saat güneşlenme süresi ve 4.18 kWsa/m² radyasyon şiddeti ile önemli bir güneş enerjisi kaynağına sahiptir (Çiftçi ve ark., 2020). Yılda ortalama 2640 saat güneş ışığı alan ülkemizin, yaklaşık olarak 380 milyar kWsa güneş enerjisi potansiyeline sahip olduğu tahmin edilmektedir. Bu potansiyel, Türkiye'nin toplam enerji ihtiyacının yaklaşık %30'unu karşılayabilecek düzeydedir (Anonim, 2022). Türkiye'nin güneş enerjisi sektörü, özellikle son yıllarda büyük bir hız kazanmıştır. 2022 yılı sonu itibarıyla ülkede toplam 9.42 GW güneş enerjisi kurulu gücü bulunmaktadır. Yapım aşamasındaki ve çevresel etki değerlendirmesi aşamasındaki güneş enerji santralleri de düşünüldüğünde, bu rakamın önümüzdeki yıllarda daha da artması beklenmektedir. Türkiye'de güneş enerjisi sektörü özellikle teşviklerle desteklenmektedir (Cebeci, 2017). Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretimine yönelik yenilikçi çözümler üreten firmaların sayısında da son yıllarda artış olmuştur (Sancar ve Altınkaynak, 2021).

Türkiye'de güneş enerji santralının yoğun olarak bulunduğu coğrafi bölümler sırasıyla; Orta Kızılırmak, Asıl Ege, Antalya, Konya ve İç Ege olmuştur. Bu bölgelerde güneş enerji santrallerinin yoğun olarak bulunmasının temel sebepleri; güneşlenme süresi, güneş radyasyonunun yüksek olması ve arazi kullanımının uygunluğu gibi faktörlerdir (Pınar ve ark., 2020). Literatürde güneş enerji sistemlerinden elektrik enerjisi üretimiyle ilgili pek çok çalışma yer almaktadır. Burdur ilinde yapılan çalışmada bir kat olarak inşa edilmiş konutun enerji ihtiyacının karşılanması için fotovoltaik (FV) sistem enerji gereksinimleri belirlenmiş ve mimari açıdan çeşitli seçenekler değerlendirilmiştir. Ek strüktür yardımıyla çatıdan bağımsız kullanılabilen, örtü malzemesi durumunda çatıyla birleşik şekilde kullanılabilen, ek strüktür yardımıyla cepheden bağımsız olarak kullanılabilen ve cephe kaplaması şeklinde cepheyle birleşik halde kullanılabilen olarak konutta dört farklı şekilde FV sistem yerleşimi izlenmiştir. Ek strüktür yardımıyla çatıda kullanılabilen FV sistemin enerji veriminin en yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Karaca ve Uçar, 2018). Sivas ilinde yapılan bir çalışmada Cumhuriyet Üniversitesi yerleşkesine kurulabilecek güneş enerji sisteminin maliyeti hesaplanmıştır. Sistem için gerekli veriler PVsyst simülasyon programı aracılığıyla bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda elde edilen verilere göre, monokristal modüller ile kurulması planlanan sistemin verimliliğinin polikristal modüller ile kurulması planlanan sistemden daha çok olduğu, ancak monokristal modüller ile kurulması planlanan sistemin daha pahalı olacağı ortaya çıkmıştır. Buna karşın monokristal modül verimliliğinin yüksek olması sebebiyle sistemin çalışacağı süre boyunca sağlayacağı kazancın daha fazla olacağı sonucu elde edilmiştir (Sarı ve Özyiğit, 2020). Ankara'nın Sincan ilçesinde yapılan bir başka çalışmada, 50 MW büyüklüğündeki güneş enerji santralının elektrik üretim potansiyeli ve sistemin yatırım maliyeti incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda yapılan yatırımın 4-5 sene içinde geri kazanılacağı ve karbon salınımlarını düşürerek sistemin ömrü boyunca enerji üretebileceği sonucuna varılmıştır (Varlı ve ark., 2022). Bursa ve Karaman'da yapılan bir çalışmada güneş panellerini etkileyen faktörler tartışılmış olup, güneşlenme süreleri farklı olan Bursa ve Karaman illerinde güneş panelleri kullanılarak elektrik enerjisi üretim potansiyeli Fotovoltaik Coğrafi Bilgi Sistemi (PVGIS) programı ile değerlendirilmiştir. Çalışmaya ek olarak dört kişilik bir ailenin yaşadığı konuta kurulacak olan güneş panelinin yatırım maliyetini 7 yıl gibi bir sürede geri kazandıracağı hesaplanmıştır (Yalılı Kılıç ve ark., 2021). Batmanda yapılan bir çalışmada, güneş enerjisi potansiyeli araştırılmış olup, birbirine bağımlı 30 kW fotovoltaik bir şebekenin modellenmesi ve simülasyonu yapılmıştır. Çalışma yapılırken PVsyst programından yararlanılmıştır. Fotovoltaik şebekenin kurulması düşünülen okulun yeri PVsyst programında işaretlenmiş olup, bölgenin verileri simülatör programı vasıtasıyla simüle edilmiştir (Akcan ve ark., 2020). Kahramanmaraş ilinin Göksun ilçesinde yapılan bir çalışmada dört kişilik bir ailenin günlük elektrik enerjisi ihtiyacının, evin çatısına kurulacak güneş enerji panelleri tarafından karşılanması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, dört kişilik bir ailenin yaşadığı evin günlük elektrik enerjisi ihtiyacı hesaplanmış olup, bu enerji ihtiyacını karşılayacak, konunun yıllık

ortalama güneşlenme süresi ve ışınım değerleri esas alınarak şebeke bağlantılı fotovoltaik santral tasarlanmış ve bu tasarımın PVsyst programında simülasyonu yapılmıştır (Şahin ve ark., 2022). Bu çalışmada, Bursa'nın Osmangazi ilçesinde yer alan bir çevre danışmanlık firmasının elektrik ihtiyacının sürdürülebilir bir yaklaşımla karşılanması amacıyla çatı tipi fotovoltaik panel sistemi tasarlanmıştır. Firmanın enerji tüketim bedellerini düşürmek, ülkemizin enerjide dışa bağımlılığını azaltmak ve Bursa'nın enerji arzına katkıda bulunmak düşüncesiyle gerçekleştirilen çalışmada, sistemin performansı PVsyst 7.3.4 programı kullanılarak kapsamlı bir şekilde simüle edilmiştir.

MATERYAL ve METOT

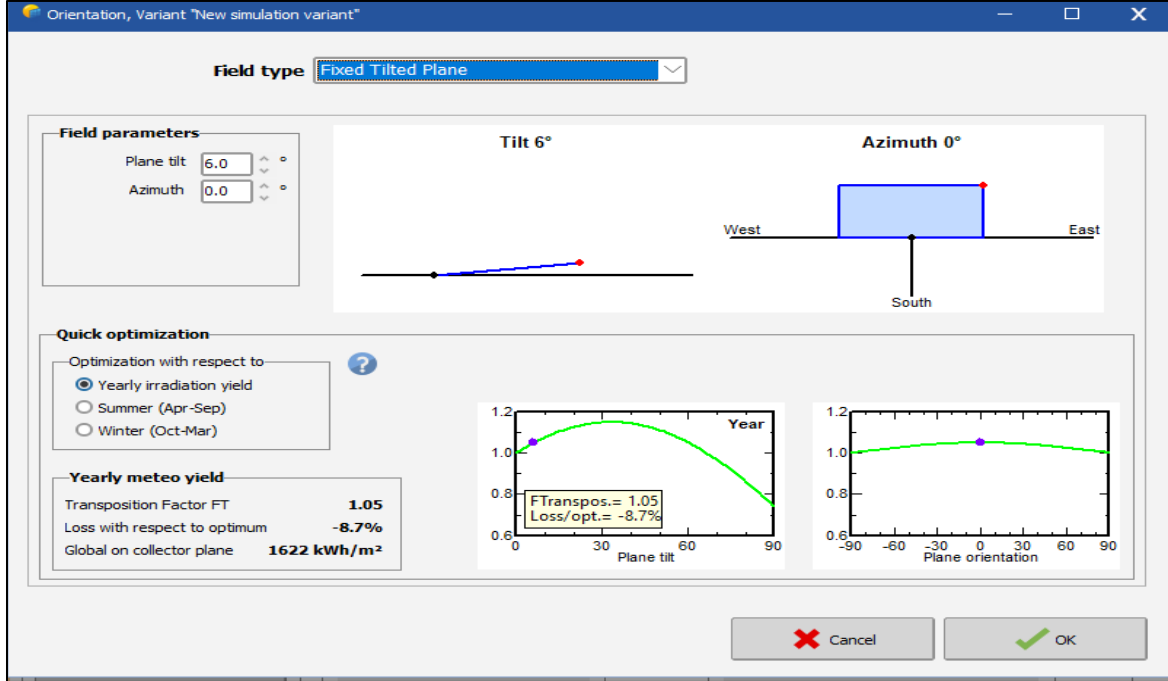
Bursa ili, zengin kültürel ve tarihi mirasa sahip önemli bir yerleşim bölgesidir. İl, coğrafi olarak Marmara Denizi'nin güneydoğusunda konumlanır ve etrafında Sakarya, Kocaeli, İstanbul, Yalova, Kütahya, Bilecik ve Balıkesir illeri bulunur. Bursa'nın iklimi, genel olarak ılıman bir karaktere sahiptir, ancak bölgesel olarak farklılık gösterdiği de gözlemlenmektedir. İl, Marmara Denizi'nin etkisiyle yumuşak bir iklim yaşarken, Uludağ'ın yüksek bölgelerinde ise daha sert bir iklim hissedilir (Göçmen, 2022). Türkiye İstatistik Kurumu tarafından 2022 yılında yayımlanan resmi rakamlara göre, Bursa ilinin toplam nüfusu 3194720 olarak belirlenmiştir. Çalışmaya konu olan Osmangazi ilçesi ise Bursa'nın en kalabalık ilçesidir ve nüfusu 2022 yılı itibarıyla 891250 kişidir (Anonim, 2023b). Bursa ilinin güneş enerjisi potansiyeli atlası Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Bursa ili güneş enerjisi potansiyeli atlası (Anonim, 2023a)

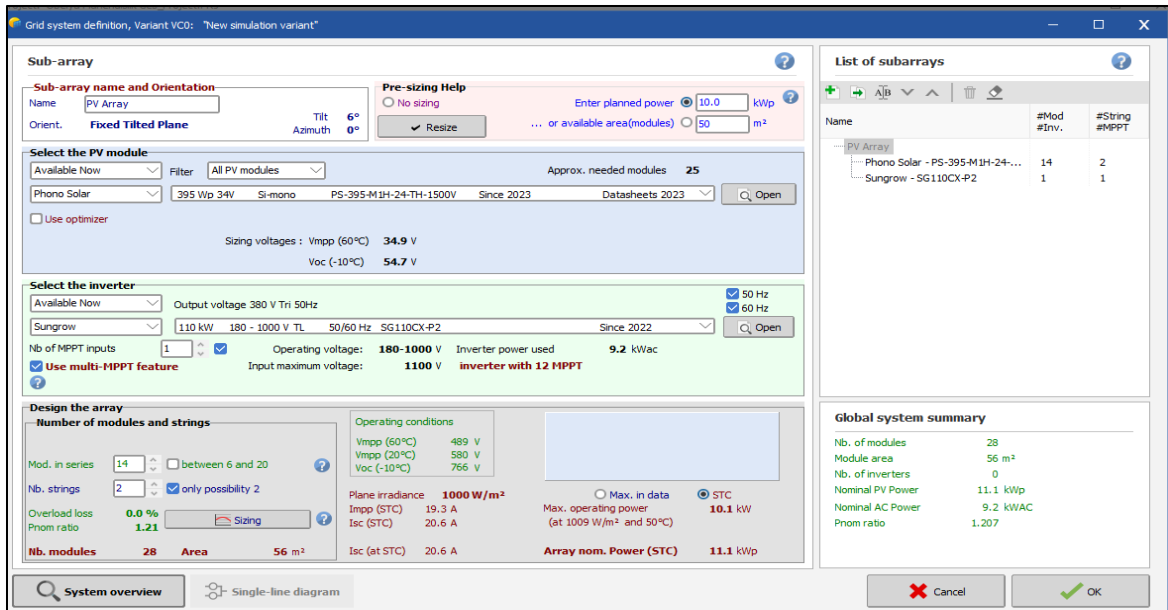
Atlas verilerine göre Osmangazi ilçesi, yıl boyunca genellikle güneşli gün sayısının fazla olduğu ve güneşlenme sürelerinin uzun olduğu bir konumdur. İlçenin global radyasyon değerleri incelendiğinde, Haziran ayında 6.23 kWh/m^2 olarak kaydedilen en yüksek değer gözlemlenmiş, en düşük değer ise Aralık ayında 1.32 kWh/m^2 olarak ölçülmüştür. Ayrıca ilçe en yüksek güneşlenme süresini 10.88 saat ile Temmuz ayında yaşamaktadır. Güneşlenme süresinin en kısa olduğu ay ise 3.35 saat ile Aralık ayıdır. Bu durum ilçenin güneş enerjisi üretimi için uygun bir ortam sağladığını göstermektedir (Anonim, 2023a). PVsyst, fotovoltaik sistemlerin kurulum öncesi üretim verilerini analiz etmek, boyutlandırmak ve modellemek amacıyla dünya genelinde yaygın bir şekilde kullanılan bir simülasyon programıdır (Anonim, 2023c). Program, off-grid (şebekeden bağımsız) veya on-grid (şebeke bağlantılı) santraller için panel, inverter ve kurulacak bölgenin ışınım ve meteorolojik verilerini kullanarak sistemle ilgili simülasyon sonuçlarını sunar. Bu şekilde, kullanıcıya sistemin potansiyel faydaları ve olası kayıpları hakkında bilgi verir. Ayrıca, programın 3D uygulamasıyla sistem üzerindeki gölgelermelerin modellenmesi yapılmaktadır. Bu sayede, gölgelenmenin sistem üzerindeki etkisi de hesaplanabilmektedir (Çınaroğlu, 2021). Sistem benzetiminin ilk adımında, projenin coğrafi konumu tespit edilmekte ve bu konuma özgü meteorolojik

veriler benzetim programı aracılığıyla sentetik olarak oluşturulmaktadır. Ardından, sistemde panel açısı ve azimut değeri belirlenmekte olup, bu adım PVsyst programının "Orientation" seçeneği kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Şekil 2'de görüntüsü sunulan ekran aracılığıyla panel açısı ve azimut verilerinin girilmesiyle orientation aşaması tamamlanmıştır. Firmanın bulunduğu binanın düz çatıya sahip olduğu dikkate alınarak, panel açısı 6° ve Azimuth değeri ise 0° olarak kabul edilmiştir (Şimşek ve Uçum, 2022). Bu değerler, güneş ışınlarının optimum verimlilikle yakalanabilmesini sağlamak amacıyla seçilmiştir.



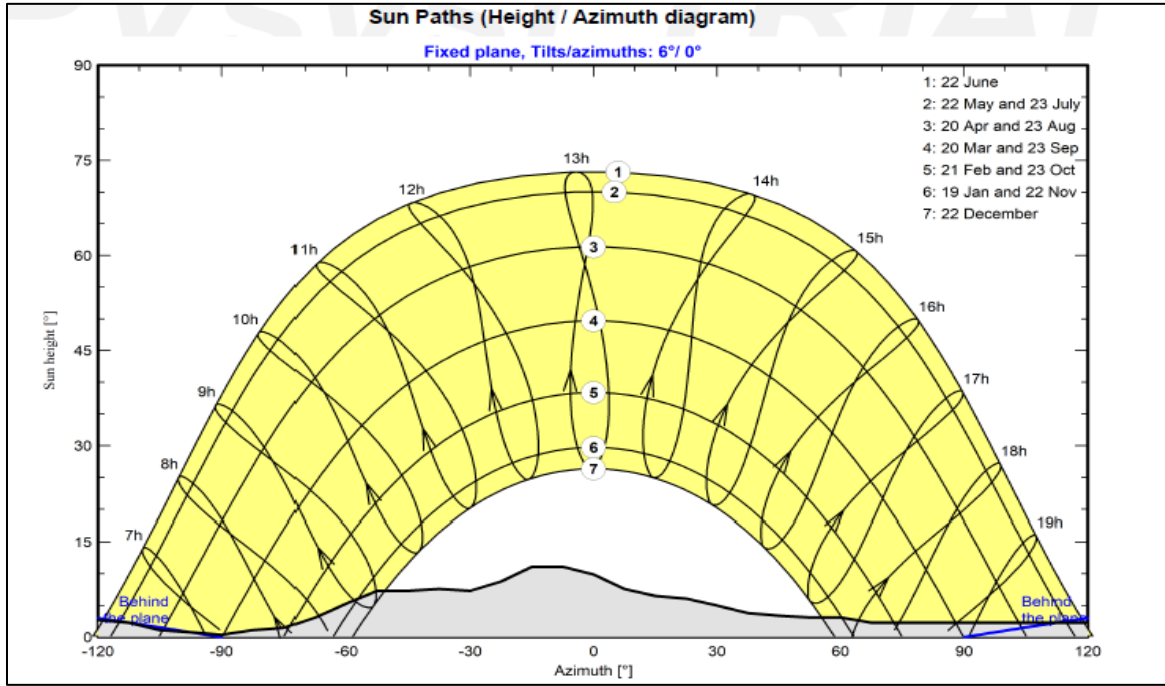
Şekil 2. PVsyst programının açı değerlerinin gösterildiği ara yüz

FV paneller kullanılarak enerji eldesi yapılırken inverter seçimi çok önemlidir. Simülasyonu yapılan bu sistemde toplam alanı 56 m² olacak şekilde 28 adet modül kullanılmıştır. Panel gücü 395 Wp seçilmiş olup, 110 kW kapasiteli bir adet inverter kullanılmıştır. Sistemin toplam gücünü desteklemek amacıyla 110 kW'lık bir inverter seçilmiştir. Panel ve inverter seçimiyle ilgili olan bölümler "System" seçeneği altında gerçekleştirilmiştir. Bu işlemin ekran görüntüsü Şekil 3'te verilmiştir.



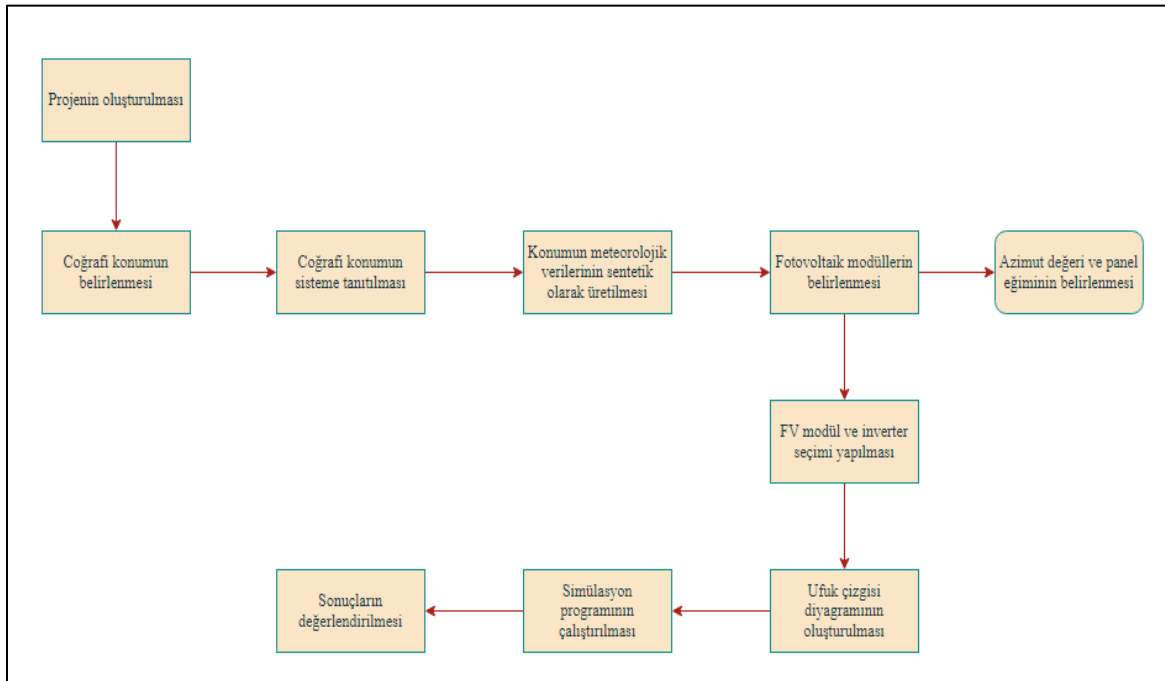
Şekil 3. Panel ve inverter seçim ekranı

Fotovoltaik sistemin kurulumu için belirlenen konumda farklı azimut açıları ve eğimlerin enerji üretimine olan etkisini değerlendirmek amacıyla PVsyst benzetim programında "Horizon" seçeneği kullanılmıştır. Azimut açıları ve eğim verileri, PVGIS veri tabanından programa aktarılmıştır. Elde edilen ufuk çizgisi diyagramı Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Belirlenen konumun ufuk çizgisi diyagramı

Diyagram üzerinde, yatay eksen belirli bir konumun güneşe göre yönelimini gösterirken, dikey eksen ise güneşin gün içerisindeki saatlere bağlı olarak yüksekliğini temsil etmektedir. "Horizon" seçeneği, analiz edilen konumun güneşin doğuş ve batış noktalarına göre yönlendirilmesini ve aynı zamanda güneşin gün içindeki yükseklik değişimini izlemeyi mümkün kılmaktadır. Simülasyon programının akış diyagramı Şekil 5'te verilmiş olup, simülasyon akış diyagramındaki adımlara bağlı kalınarak çalıştırılmıştır.



Şekil 5. Simülasyon programının akış diyagramı

Bu çalışmada, Bursa'nın Osmangazi ilçesinin Kükürtlü mahallesinde bulunan bir firmanın elektrik ihtiyacını karşılamak amacıyla PVsyst 7.3.4 programı kullanılarak şebekeye bağlı FV sistem tasarımı ve performans analizi yapılmıştır. Toplam 864.55 m² alan içerisinde faaliyet gösteren iş yerinde, hafta içi 5 gün, 08.30-18.00 saatleri arasında 5 kişi çalışmaktadır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada incelenen firmanın 2022 yılında kullandığı elektrik değerlerine Çizelge 1'de yer verilmiştir.

Çizelge 1. Firmanın 2022 yılına ait elektrik kullanım değerleri

Aylar	Elektrik Tüketimi (kWs)	Ortalama Elektrik Tüketimi (kWs/gün)	Tutar (TL)
Ocak	109.299	3.769	300.00
Şubat	117.117	3.904	311.00
Mart	122.221	3.819	251.00
Nisan	97.405	3.247	200.00
Mayıs	108.870	3.629	230.00
Haziran	129.819	4.636	334.00
Temmuz	131.051	4.227	336.00
Ağustos	255.056	8.228	665.00
Eylül	167.201	5.394	558.00
Ekim	162.000	5.400	541.00
Kasım	166.247	5.542	555.00
Aralık	162.227	5.070	542.00
	Toplam =	Ort =	Toplam =
	1728.513	4.73875	4823.00

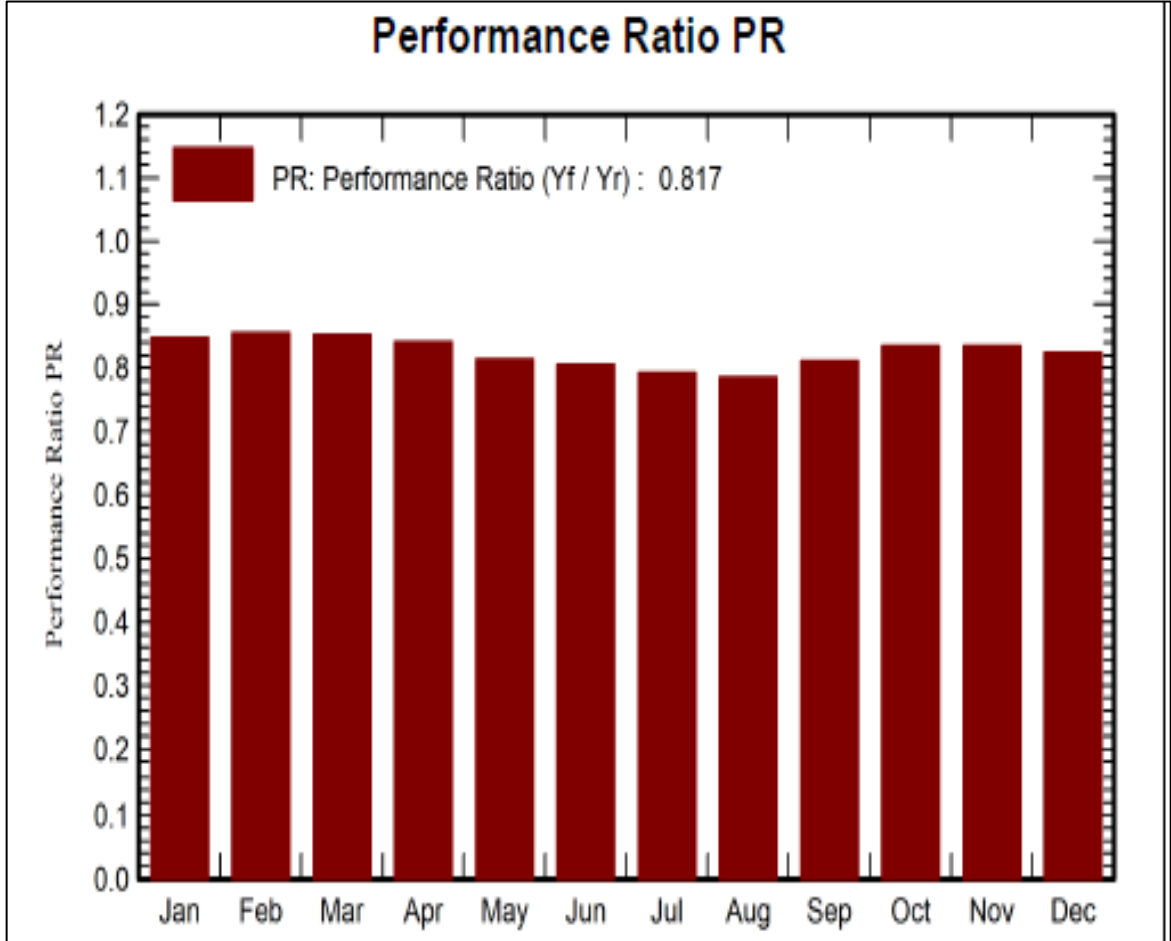
Değerler incelendiğinde en yüksek elektrik kullanımının 255.056 kWs ile Ağustos ayında, en düşük elektrik kullanımının ise 97.405 kWs ile Nisan ayında olduğu gözlemlenmiştir. Bu değerlere dayanarak, PVsyst programının 7.3.4 sürümü kullanılarak şebekeye bağlı kurulu gücü 11.06 kWp olan bir sistemin benzetimi yapılmıştır. Tüm veriler girilip simülasyon çalıştırıldığında panel sisteminin ürettiği aylık elektrik enerjisi, öz tüketim değerleri, şebekeye aktarılan ve şebekeden kullanılan elektrik enerjisi, aylık ortalama sıcaklık ve ışınım değerleri Şekil 6'da ayrıntılı olarak sunulmuştur. Sistemde 14602.63 kWs/yıl elektrik enerjisi üretilmiş olup, bu enerjinin 1920 kWs/yıl'lık kısmı öz tüketim sebebiyle harcanmıştır.

Balances and main results										
	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_User kWh	E_Solar kWh	E_Grid kWh	EFrGrid kWh
January	55.1	29.23	3.71	62.4	56.3	598	124.0	45.8	539	78.2
February	64.4	34.70	6.16	70.1	65.1	679	112.0	44.9	618	67.1
March	91.2	51.47	6.51	95.8	89.7	924	124.0	55.2	848	68.8
April	173.9	63.26	9.14	180.5	171.2	1717	120.0	62.6	1617	57.4
May	197.5	69.28	16.46	201.2	191.2	1854	124.0	67.7	1745	56.3
June	187.7	72.93	19.34	189.1	179.8	1725	150.0	85.9	1600	64.1
July	223.1	62.58	22.10	226.1	215.4	2028	155.0	84.9	1898	70.1
August	212.2	57.77	25.02	219.5	208.7	1949	279.0	149.0	1757	130.0
September	144.3	50.79	18.77	152.8	144.4	1402	180.0	84.8	1286	95.2
October	96.9	43.90	11.93	105.3	98.0	994	186.0	79.0	893	107.0
November	58.8	27.63	8.91	65.9	60.3	623	180.0	66.7	542	113.3
December	42.0	24.11	6.98	47.7	42.6	445	186.0	62.2	372	123.8
Year	1547.1	587.63	12.96	1616.3	1522.9	14939	1920.0	888.8	13714	1031.2

Legends			
GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_User	Energy supplied to the user
T_Amb	Ambient Temperature	E_Solar	Energy from the sun
GlobInc	Global incident in coll. plane	E_Grid	Energy injected into grid
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings	EFrGrid	Energy from the grid

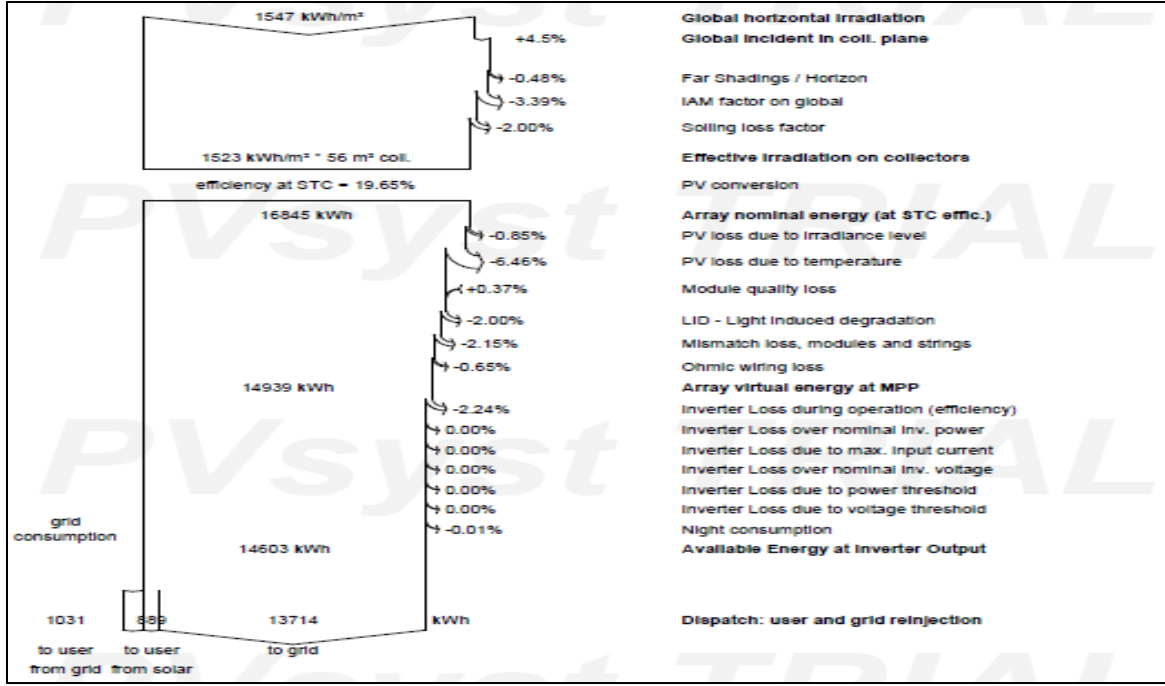
Şekil 6. Simülasyon sonuçları

Şekil 6 incelendiğinde, elektrik üretiminin en yüksek olduğu ay 2028 kWsa ile Temmuz ayıdır. Elektrik üretiminin en az olduğu ay ise 445 kWsa ile güneşlenme süresinin diğer aylara oranla daha kısa olduğu Aralık ayıdır. Ayrıca, şebeke elektriğinin en fazla kullanıldığı ay Ağustos ayıdır. Bu durum, yüksek hava sıcaklıklarının panel verimliliğini düşürebileceği ve dolayısıyla şebeke elektriği talebinin artabileceği anlamına gelmektedir. Sistemin aylara göre değişen performans oranlarını gösteren sonuçlar Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. Sistem performans oranları

Şekil 7 incelendiğinde düz çatı ve 6° panel eğimi için sistemin performansı %81.69 olarak belirlenmiştir. Sistem yıl boyunca genel olarak tutarlı bir performans sergilemektedir. Şubat ayında ölçülen yüksek performans oranı, bu ayda hava koşullarının uygun olduğunu ve güneşlenme süresinin arttığını göstermektedir. FV sistemin yıl süresince oluşturacağı kayıplar Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Sistemden kaynaklanan kayıp diyagramı

Yansımadan kaynaklanan kayıp %3.39, horizon kaynaklı kayıp oranı %0.48 ve panel sıcaklığı kayıp oranı %6.46 olarak belirlenmiştir. Turan (2022) yapmış olduğu çalışmada, Edirne ili Keşan ilçesinde kurulabilecek 1 MWp kapasiteli, şebekeye bağlı çatı tipi güneş enerji sisteminin tasarımını ve simülasyonunu gerçekleştirmiştir. Sistemin çatı alanında kapladığı alan 5017 m² olarak belirlenmiş ve 400 Wp gücünde 2499 adet modül kullanılmıştır. Azimuth değeri ve panel açısı 0° olarak belirlenmiştir. Simülasyon çalıştırıldığında, sistemin yıllık olarak üreteceği elektrik enerjisi miktarı 1.246 MW olarak bulunmuştur. Sistem tasarımında kullanılan çatı alanı ve modül sayısı fazla olduğu için elde edilen elektrik enerjisi miktarının, kendi simülasyon çalışmamıza göre daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Performans değerlendirmesi sonucunda ise, elde edilen performans oranı %81.80 olarak hesaplanmıştır ve bu sonuç kendi simülasyon çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Aksangör ve ark. (2019) yapmış oldukları çalışmada, Ankara ili Merkez ilçesinde bulunan bir kampüse kurulabilecek 604,8 kWp kurulu güç kapasiteli fotovoltaik sistemin tasarımını ve performans analizini, PVsyst programından yararlanarak gerçekleştirmişlerdir. Sistem, toplamda 2160 adet 280 W güç kapasiteli panel ve 16 adet 32 W kapasiteli inverter kullanılarak kurgulanmıştır. Çatının yönü ve eğimi göz önünde bulundurularak, sistem için Azimuth değeri -38° ve 142° olarak belirlenmiş ve çatı eğimi 15° olarak kabul edilmiştir. Her bir yönelimde 1080 adet panel yerleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, sistemin yıllık olarak 729.67 MWsa elektrik enerjisi üreteceği elde edilmiştir. Kayıp oranları dikkate alındığında, sistemin şebekeye aktardığı yıllık elektrik enerjisi miktarı ise 712.3 MWsa olarak bulunmuştur. Sistemin kayıp oranlarının, bizim çalışmamıza göre daha düşük olmasının sebebinin, konum, panel ve inverter seçimi, azimuth açısı ve çatı eğimi gibi faktörlere bağlı olarak değişebileceği düşünülmektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüzde enerji maliyetlerinin düşürülmesi, kaynakların etkin ve verimli bir şekilde kullanılması çevre açısından büyük önem arz etmektedir. FV sistemler, yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan sürdürülebilir enerji üretimi olanağı sağlayan teknolojilerdir. Güneş enerjisinin tükenmeyen ve ücretsiz bir kaynak olması, FV sistemlerin kullanılmasıyla enerji maliyetlerini düşürmek ve firmaların karlılığını artırmak açısından büyük avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle, güneş enerjisine yapılan yatırımların arttırılması ve FV sistemlerin yaygınlaştırılması, Türkiye gibi özellikle yaz aylarında yüksek miktarda enerji üretilebilecek ülkeler için çevresel ve ekonomik anlamda olumlu sonuçlar doğuracak önemli adımlardır. Bu çalışmada, Bursa'nın Osmangazi ilçesindeki 864.55 m² alana sahip bir çevre danışmanlık firmasının enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla 11.06 kWp kurulu güce sahip 56 m² çatı tipi bir fotovoltaik (FV) sistem tasarlanmış ve PVsyst 7.3.4 simülasyon programı ile performans analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, sistemin yıllık olarak 14602.63 kWsa elektrik üretebileceği


belirlenmiştir. Sistem kayıpları dikkate alındığında şebekeye aktarılan elektrik enerjisi miktarının 13714 kWsa olduğu gözlemlenmiştir. Sistemin seçilen bölgenin coğrafi konumuna göre performansı %81.69 ve kayıp oranı ise %18.31 olarak tespit edilmiştir. Sistem kayıpları, yüksek modül sıcaklığı, güneşlenme süresinin yetersiz olması ve sistem bileşenlerinin verimsizliği gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır. Özellikle yüksek sıcaklıklar FV panellerin verimini azalttığı için Temmuz ve Ağustos aylarında diğer aylara göre daha düşük performans izlenmiştir. Fotovoltaik panel sisteminin üretebileceği en yüksek elektrik enerjisi miktarı 2028 kWsa olarak Temmuz ayında ölçülmüştür. Bu durumun Temmuz ayında güneşlenme süresinin diğer aylara nazaran daha uzun olmasıyla alakalı olduğu düşünülmektedir. Üretilen en düşük elektrik enerjisi miktarı ise 445 kWsa ile güneşlenme süresinin diğer aylara göre daha kısa olduğu Aralık ayıdır. Simülasyon sonuçları, FV panel sisteminin yüksek performans sergilemesi sebebiyle, Osmangazi ilçesinin güneş enerjisi açısından oldukça elverişli bir bölge olduğunu ve tasarımı yapılan bu projenin uygulanabilir olduğunu göstermektedir. Çalışma özellikle Osmangazi ilçesindeki iş yerleri için kurulacak çatı tipi fotovoltaik panel sistemlerinin tasarımı ve performans analizi açısından, sürdürülebilir enerji uygulamalarına yol gösterici olabilecektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı bu tür sistemlerin ülke genelinde yaygınlaştırılmasının, maliyetleri düşürmenin yanı sıra konvansiyonel enerji kaynaklarına olan bağımlılığı da azaltacağı düşünülmektedir.


Teşekkür: Sevgisiyle beni her daim cesaretlendiren, şefkatiyle yanımda olan biricik anneme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Melike YALILI KILIÇ  <https://orcid.org/0000-0001-7050-6742>

Merve KURTARAN  <https://orcid.org/0009-0006-1223-8528>

KAYNAKLAR

- Anonim. 2022. T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Bilgi Merkezi. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-gunes>
- Anonim. 2023a. Bursa Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA). <https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/pages/16.aspx>
- Anonim. 2023b. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://www.tuik.gov.tr/>
- Anonim. 2023c. <https://www.pvsyst.com/>
- Akcan, E. Kuncan, M. ve Minaz, M.R. 2020. PVsyst Yazılımı ile 30 kW Şebekeye Bağlı Fotovoltaik Sistemin Modellenmesi ve Simülasyonu. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 18: 248-261. <https://doi.org/10.31590/ejosat.685909>
- Akkaş, Ö.P. ve Çam, E. 2020. Optimal Operation of a Virtual Power Plant in a Day Ahead Market Considering Uncertainties of Renewable Generation and Risk Evaluation. El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi, 7 (2): 448-460. <https://doi.org/10.31202/ecjse.652767>
- Aksangör, N.N. Martin, K. ve Boran, K. 2019. PVsyst Simülasyon Aracı Kullanarak Ankara'da Fotovoltaik Güneş Sistemlerin Performans Analizi. SETSCI Conference Proceedings, 4(1): 217-220.
- Aşkın, A. Kılış, Ş. ve Akınoğlu, B.G. 2023. Recycling photovoltaic modules within a circular economy approach and a snapshot for Türkiye. Renewable Energy, 208: 583-596.
- Cebeci, S. 2017. Türkiye'de Güneş Enerjisinden Elektrik Üretim Potansiyelinin Değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü.
- Çınaroğlu, M.S. 2021. Kilis 7 Aralık Üniversitesinde Kurulacak Bir Ges Projesinin Pvsyst Aracılığı İle Tasarım Ve Analizi. Doktora Tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kilis.
- Çıtak, E. ve Kılınc Pala, P.B. 2016. Yenilenebilir Enerjinin Enerji Güvenliğine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 79-102.
- Çiftçi, S. Solak, M. ve Kuncan, M. 2020. Powered by the Sun: Designing and Analyzing Technical and Economic Aspects of a School Sustained by Photovoltaics. Journal of Mechatronics and Artificial Intelligence in Engineering, 1(1): 21-32.
- Göçmen, Ö. 2022. 2022 Türk Dünyası Kültür Başkenti Bursa İli Osmangazi İlçesinin Önemi. Academic Knowledge, 4 (2): 267-283.

- Karaca, Ü.B. ve Uçar, S. 2018. Konut Çatı Ve Cephelerinde Farklı Fotovoltaik Sistem Uygulamalarının Değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19 (2): 65-76.
- Pınar, A. Buldur, A.D. ve Tuncer, T. 2020. Türkiye'deki Güneş Enerji Santralleri Dağılışının Coğrafi Perspektiften Analizi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13 (69): 425-435. <http://dx.doi.org/10.17719/jjsr.2020.3969>
- Sancar, M.R. ve Altınkaynak, M. 2021. Isparta İli İçin Farklı Çatı Tiplerinde Tasarlanan Fotovoltaik Sistemlerin Karşılaştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (32): 1024-1028.
- Sarı, V. ve Özyiğit, F.Y. 2020. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Yerleşkesinde Güneş Enerjisi Santralının Ekonomik Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 22 (65): 517-526. <https://doi.org/10.21205/deufmd.2020226519>
- Sarı, V. ve Özyiğit, F.Y. 2020. Sivas İlinin Farklı İlçelerinde Şebeke Bağlantılı Güneş Enerji Santrallerinin Tasarımı Ve Analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (20): 425-437.
- Şahin, Z.R. Dinçer, F. ve Yılmaz, A.S. 2022. 4 Kişilik Bir Ailenin Elektrik Enerjisi İhtiyacı İçin Şebeke Bağlantılı Güneş Enerjisi Santrali Tasarımı Ve Simülasyonu. *KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25: 47-56.
- Şimşek, S. ve Uçum, M. 2022. Düz Çatılarda Kullanılan Fotovoltaik Sistemlerin Simülasyon Yoluyla Tasarımı ve Performans Karşılaştırmasının Yapılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 529-533. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1105492>
- Turan, O. 2022. 1 MWp Kapasiteli Çatı Tipi Dağıtık Güneş Enerji Santralının Tasarımı ve Simülasyon Uygulaması. *Fırat Üniversitesi Müh. Bil. Dergisi*, 34 (2): 609-626. <https://doi.org/10.35234/fumbd.1104455>
- Varlı, H. Tuna, M. ve Tombul, M. 2022. Bölgesel Güneş Enerji Potansiyeli ve Enerji Santrali Yatırımı Değerlemesi: Sincan Örneği. *Fırat Üniversitesi Müh. Bil. Dergisi*, 34 (2): 657-666. <https://doi.org/10.35234/fumbd.1117094>
- Yalılı Kılıç, M. Dönmez, T. ve Adalı, S. 2021. Bursa Ve Karaman İllerinde Konutlarda Güneş Enerji Potansiyelinin Uygulanabilirliğinin Araştırılması. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 26 (2). <https://doi.org/10.17482/uumfd.952925>
- Yılmaz, Ş. 2015. Kahramanmaraş İl Merkezi Koşullarında Optimum Enerji Verimliliğine Sahip Fotovoltaik Temelli Bir Elektrik Jeneratörünün Modellenmesi ve Gerçekleştirilmesi. Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Süt Sığırı Rasyonlarında Farklı Oranlarda Kullanılan Kaba ve Kesif Yemlerin *In Vitro* Gaz Üretim Parametreleri Üzerine Etkisi

Kadir ERTEN¹, Levend COŞKUNTUNA^{1*}, Sevilay GÜL², Fisun KOÇ¹

¹Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Tekirdağ

²Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Tekirdağ

*Sorumlu Yazar: lcoskuntuna@nku.edu.tr

Geliş Tarihi: 29.08.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 24.10.2023 Kabul Tarihi: 24.10.2023

ÖZ

Bu araştırma kaba ve kesif yem oranları farklı rasyonların *in vitro* gaz üretim parametrelerini karşılaştırmak üzere planlanmıştır. Bu amaçla üç farklı rasyon grubu oluşturulmuştur. Denemenin birinci grubu % 70 kaba % 30 kesif yem (R1), ikinci grubu % 50 kaba % 50 kesif yem (R2) ve üçüncü grubu da % 30 kaba % 70 kesif yemden (R3) oluşturulmuştur. Oluşturulan üç farklı rasyon gruplarında yapılan analizler sonucunda, kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP), ham yağ (HY), nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), asit çözücülerde çözünmeyen lignin (ADL), rumen protozoa sayısı, rumen pH değeri, *in vitro* gaz üretimi (GÜ), metan üretim (CH₄), karbon dioksit üretimi (CO₂), amonyak üretimi (NH₃) ve hidrojen sülfür (H₂S) üretim miktarları belirlenmiştir. Elde edilen *in vitro* gaz üretim miktarları ile organik madde sindirilebilirliği (OMS), metabolik enerji (ME) ve net enerji laktasyon (NE_L) değerleri hesaplanmıştır. İnkübasyon süresince en yüksek GÜ miktarı R3 grubunda bulunurken, en düşük GÜ miktarı R1 grubunda tespit edilmiştir. R1, R2 ve R3 gruplarının CH₄ miktarları sırasıyla, 7.64, 6.89 ve 17.42 ml olarak saptanmış olup gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P < 0.01). Rasyonda kesif yem miktarının arttırılmasıyla rumen pH seviyesinde düşme saptanmıştır. Çalışmanın sonunda yapılan ekonomik analize göre, yıllık toplam maliyeti 1000 başlık bir hayvancılık işletmesinin, yıllık toplam yem maliyetinin 73.11 - 75.85 milyon TL arasında değiştiği hesaplanmıştır. Sonuç olarak, süt sığırlarının beslenmesinde kullanılan rasyonlarında farklı oranlarda kaba ve kesif yem kullanımının *in vitro* gaz üretiminde farklılıklar oluşturduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Rasyon, kaba yem, kesif yem, *in vitro* Gaz üretimi, metan

The Effect of Different Ratios of Forage and Concentrate Feed Used in Dairy Cattle Rations on *In Vitro* Gas Production Parameters

ABSTRACT

This study was planned to compare diets' *in vitro* gas production parameters with different roughage and concentrate ratios. For this purpose, three different ration groups were formed. The first group of the experiment consisted of 70% roughage and 30% concentrate feed (R1), the second group consisted of 50% roughage and 50% concentrate feed (R2) and the third group consisted of 30% roughage and 70% concentrate feed (R3). As a result of the analyses performed in the three different ration groups, dry matter (DM), crude ash (Ash), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), acid detergent lignin (ADL), rumen protozoa number, rumen pH value, *in vitro* gas production (GP), methane production (CH₄), carbon dioxide production (CO₂), ammonia production (NH₃) and hydrogen sulfide (H₂S) production amounts were determined. Organic matter digestibility (OMD), metabolic energy (ME), and net energy lactation (NE_L) values were calculated with the *in vitro* gas production amounts obtained. During the incubation period, the highest amount of GP was found in the R3 group, while the lowest amount of GP was

found in the R1 group. The CH₄ amounts of R1, R2, and R3 groups were 7.64, 6.89, and 17.4.2 ml, respectively, and the differences between the groups were found to be statistically significant (P < 0.01). A decrease in rumen pH level was found by increasing the amount of concentrate feed in the ration. According to the economic analysis made at the end of the study, it was calculated that the annual total feed cost of a 1000-head livestock enterprise varies between 73.11 and 75.85 million TL. As a result, it was determined that the use of different ratios of roughage and concentrate feed in diets used in dairy cattle feeding caused differences in in vitro gas production.

Key words: Ration, roughage, concentrate feed, *in vitro* gas production, methane

GİRİŞ

Hayvancılık, tarım sektörünün ayrılmaz bir parçasıdır ve ülke ekonomisi için de önemli bir paya sahiptir. Bununla birlikte, hayvan beslemede yetersiz hammadde günümüzde, tarım ülkelerinin en büyük küresel sorunlarından biridir. Ekonomik hayvancılık için, mevcut yem kaynaklarının etkin kullanımı çok önemlidir. Hayvancılık işletmelerinde uygulanan yemleme programlarının temel amacı, hayvanların besin madde gereksinmesini dengeli bir şekilde karşılamaktır (Parlar ve Koç, 2020). Hayvansal üretim miktarındaki azalmanın iki nedeni vardır. Birincisi yemleme uygulamasının düzensizliği ikincisi ise beslemede kullanılan yemlerin yetersizliğidir (Yasir ve ark., 2009). Günümüz ve gelecekteki süt talebini karşılamak için yem kaynaklarının uygun şekilde kullanılması sağlanarak üretim verimliliğini arttırmak gerekmektedir. Bununla birlikte ruminant hayvanların çevre üzerindeki olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Özellikle de sera gazı emisyonlarının önemli bir kısmının sorumlularıdır (Knapp ve ark., 2014). Rasyon, hayvanların günlük yaşam paylarını ve verim paylarını karşılamak için aldıkları yem hammaddelerinin bir kombinasyonudur. Hayvanın, günlük verim ve yaşama payı ihtiyaçlarını karşılamak için yem hammaddelerinin uygun bir şekilde karıştırılması gerekir. Bu, çok karmaşık ve kapsamlı bir iştir. Rasyonun nem içeriğindeki küçük bir değişiklik bile besin maddelerinin azalmasına neden olabilir (Coşkuntuna ve ark., 2022). Rasyon hazırlamanın öncelikli amacı, hayvanın günlük ihtiyaç duyduğu besin maddelerini dengeli ve ekonomik olarak karşılanmasıdır (Saxena, 2011). Tek mideli hayvanların sindirimi, fizyolojisi ve metabolizması, ruminant hayvanlarınkinden farklıdır. Bu farklılığın en belirgin özelliği, ruminantların hem insan hem de tek mideli hayvanlar tarafından sindirilmesi zor ya da sindirilemeyen yüksek selüloz içeriğine sahip maddeleri tüketebilmeleridir. Bu nedenle, ruminant hayvanlar için çok çeşitli yem seçenekleri mevcuttur. Bunun sonucu olarak, daha fazla rasyon değişikliği yapılabilir ve daha ekonomik rasyonlar oluşturulur (Parlar ve Koç, 2020). Hayvansal üretimdeki toplam maliyetin % 60-70'ini yem maliyetleri oluşturmaktadır. Rasyonda, özellikle kesif yemin pahalı olması nedeniyle daha yüksek maliyet oluşturmaktadır. Hayvanın yem masraflarını azaltmak için hayvanın ihtiyaç duyduğu besin maddelerini değiştirmeden rasyon içerisinde bazı değişiklikler yapılabilir. Bu rasyon değişiklikleri hem ekonomik hem de çevresel açıdan önemlidir (Mekuriaw ve ark., 2020; Parlar ve Koç, 2020).

Bu çalışmada, rasyondaki kaba ve kesif yem oranlarındaki değişikliklerin *in vitro* gaz üretim parametreleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Ayrıca oluşturulan rasyon gruplarına göre bir süt sığırları işletmesinin yıllık yem masrafları ve toplam giderleri hesaplanarak, ekonomik olarak analiz edilmesi de amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Araştırmada rasyonları oluşturulmak üzere kullanılan yem hammaddeleri Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Araştırma ve Uygulama Çiftliğinden temin edilmiştir.

Rasyonların Hazırlanması

Çalışmada, rasyonların hazırlanmasında kullanılan yem hammaddelerinin içerikleri (%) ve besin değerlerine (%KM) ilişkin değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Bu çalışmada, kaba yem ve kesif yem oranları değiştirilmiş izonitrojenik üç farklı rasyon oluşturulmuştur. Rasyonlardaki besin madde gereksinimlerinin belirlenmesinde, süt sığırlarının yıllık verim ortalaması alınmıştır. Rasyonlar, yıl bazında ortalama 600 kg ağırlığında, 11.000 laktasyon/kg süt veren ve % 3.5 süt yağına sahip 52 aylık süt sığırının besin madde ihtiyacına göre hazırlanmıştır.

R1= %70 kaba yem / %30 kesif yem

R2= %50 kaba yem / %50 kesif yem

R3= %30 kaba yem / %70 kesif yem

Yemlerin hücre duvarı bileşenlerinin (NDF (1), ADF (2) ve ADL (3)) verileri kullanılarak metabolik enerji (ME) değerleri aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned} ME_{NDF}, \text{ kcal/kg KM} &= 3381.9 - 19.98 \times \text{NDF} && (\text{Kirchgesner ve ark. 1977}) && (1) \\ ME_{ADF}, \text{ MJ/kg KM} &= 14.70 - 0.150 \times \text{ADF} && (\text{Kirchgesner ve Kellner 1981}) && (2) \\ ME_{ADL}, \text{ kcal/kg KM} &= 2764.4 - 102.73 \times \text{ADL} && (\text{Kirchgesner ve ark. 1977}) && (3) \end{aligned}$$

Çizelge 1. Rasyonları oluşturan hammaddeler ve besin madde değerleri (%KM).

Yem Hammaddeleri	R1	R2	R3
Mısır Silajı	24,00	24,00	18,58
Yonca	5,05	3,00	2,00
Buğday Samanı	4,10	1,80	0,10
Mısır	1,70	5,50	9,00
Arpa	0,50	1,20	3,00
SFK	3,10	3,50	3,70
ATK	0,27	0,40	0,50
KK	0,17	0,25	0,40
Buğday kepeği	0,40	0,60	0,90
Pirinç Kepeği	0,50	0,60	0,70
Mısır DDGS	0,63	0,70	0,75
Melas	0,17	0,50	1,20
Bira mayası	0,03	0,03	0,03
Mermer tozu	0,13	0,13	0,13
Tuz	0,02	0,02	0,02
Vit-Min. Mix.	0,01	0,01	0,01
Toplam	40,78	42,24	41,02
Kaba/Kesif	70/30	50/50	30/70
KM	54,76	55,17	61,19
OM	85,98	85,69	85,12
HK	5,50	5,19	4,70
HP	15,97	16,03	16,03
HY	3,40	3,55	3,81
NDF	41,90	33,42	25,70
ADF	26,51	19,96	14,34
ADL	4,67	4,18	3,57
ME _{NDF}	10,65	11,34	12,01
ME _{ADF}	10,72	11,71	12,55
ME _{ADL}	9,56	9,78	10,04

SFK: Soya fasülyesi küspesi, ATK: Ayçiçeği tohum küspesi, KK: Kanola küspesi, KM: Kuru madde, OM: Organik madde, HP: Ham protein, HK: Ham kül, HY: Ham yağ, NDF: Nötral deterjanda çözünmeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin, ME: Metabolik enerji (MJ/kg, KM).

Kimyasal Analizler

Analizlerde kullanılacak olan yemler 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüştür ve 3 tekerrürlü olarak analizlerde kullanılmıştır. Yemlerin kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP) ve ham yağ (HY)

analizleri AOAC (2005)'da bildirilen yöntemle göre yapılmıştır. Hücre duvarı bileşenlerini oluşturan nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve asit çözücülerde çözünmeyen lignin (ADL) içerikleri Van Soest ve ark. (1991) tarafından bildirilen yöntemle göre belirlendi.

In Vitro Gaz Üretim Parametrelerinin Belirlenmesi

Rasyonların *in vitro* gaz üretim (GÜ) değerlerinin belirlenmesinde Menke ve ark. (1979) tarafından bildirilen Gaz Üretim Tekniği kullanılmıştır. Rumen sıvısı, kesimhanede kesilen rumen oluşumunu tamamlamış 3 yaşındaki Holstein ırkı sığırdan alınarak, termos içinde sıcaklığı 38-40 °C arasında sabit tutmuş ve hızlı bir şekilde laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen rumen sıvısını yem partiküllerinden arındırmak için karbondioksit gazı eşliğinde süzölmüştür. Yöntemde belirtildiği üzere içerisine 200 mg yem örneği konmuş 100 ml hacimli cam enjektörlere CO₂ eşliğinde 30 ml rumen sıvısı ½ oranında da tampon çözeltisinden eklenmiştir. Cam enjektörler 39 °C'de inkübasyon dolabında bekletilmiş, 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerdeki oluşan gaz değerleri ölçülmüştür. Elde edilen veriler sonucunda *in vitro* organik madde sindirimi (OMS) (4), metabolik enerji (ME) (5) ve net enerji laktasyon (NEL) (6) değerleri hesaplanmıştır. İnkübasyonun 24. saatinde oluşan gaz enjektör yardımı ile alınarak, MX6 İBRİD Multi-Gaz dedektörü ile metan (CH₄), karbon dioksit (CO₂), amonyak (NH₃) ve hidrojen sülfür (H₂S) gazlarının değerleri ölçülmüştür. Rumen sıvısının pH değeri, dijital pH metre cihazı (WTW Inolab pH 730) ile inkübasyonun 96. saatinde ölçülmüştür.

$$OMS = 14.88 + 0.889 * GÜ + 0.45 * HP + 0.0651 * HK \quad (4)$$

$$ME = 2.2 + 0.136 * GÜ + 0.0057 * HP + 0.00029 * HY^2 \quad (5)$$

$$NE_L = 0.1149 * GÜ + 0.0054 * HP + 0.0139 * HY - 0.0054 * HK - 0.36 \quad (6)$$

GÜ: 24 saatte üretilen gaz üretim miktarı (ml/200 mg); HP: Yem örneklerindeki ham protein (%KM); HY: Yem örneklerindeki ham yağ (%KM); HK: Yem örneklerindeki ham kül içeriği (%KM). ME; metabolik enerji (MJ/kg, KM), NEL; net enerji laktasyon (MJ/kg, KM), OMS; *in vitro* organik madde sindirimi (%).

Protozoa Sayımı

Protozoa sayısı için inkübasyonun başlangıcında ve 96. saatinde alınan 1 ml rumen sıvısı 9 ml protozoa formaldehit çözeltisiyle (0,6 g metil yeşili, 8 g NaCl, 100 ml % 37' lik formaldehit 1 litrelik balon jofeye koyularak, üzeri 1000 ml çizgisine kadar distile su ile tamamlanır) karıştırılmıştır. Işık mikroskobu kullanılarak, Thoma lamında (derinlik: 0,100 mm, küçük kare alanı: 0,0025 mm²) bir büyük kareye (16 tane orta büyüklükte kare) düşen protozoa sayısı belirlenmiştir. Bulunan sayı, aşağıda verilen formülde (7) yerine koyularak, 1 ml rumen sıvısındaki protozoa sayısı hesaplanmıştır (Harmeyer, 1965).

$$P.S = \frac{P \times S.O \times B.H}{A} \times 1000$$

P.S: 1 ml rumen sıvısındaki protozoon sayısı

P: Bulunan protozoa sayısı

S.O: Sulandırma oranı (1/10)

B.H: Birim hacim (En küçük birimin hacmi, 1/4000 mm³)

A: Protozoo sayımının gerçekleştirildiği alan (256 küçük kare)

İstatistiksel Analizler

Çalışma sonunda elde edilen verilerin istatistik analizleri SPSS 22 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde ve gruplar arası farklılığın belirlenmesinde tek yönlü varyans analizi, grup etkilerinin karşılaştırmasında ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Parametreler arasındaki ilişkiyi incelemek için Pearson Correlation analiz testi uygulanmıştır (Genç ve Soysal, 2018).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Besin Madde Parametreleri

Rasyonları oluşturan yemlerin besin madde içeriklerine ilişkin analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Rasyonları oluşturan yemler arasında en yüksek HP değeri soya fasulyesi küspesinde (45.00 %KM) bulunurken, en düşük HP değeri buğday samanında (4.80 %KM) tespit edilmiştir. Yemlerin HY değerleri 0.20-16.28 %KM arasında değişmiştir. En yüksek HY değeri pirinç kepeğinde bulunurken, en düşük HY değeri melasta tespit

edilmiştir. En yüksek NDF, ADF ve ADL değerleri buğday samanında sırasıyla, 73,00, 49,40, 8,80 olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda, rasyonun kesif yem oranının artması ile NDF, ADF ve ADL miktarının azaldığı belirlenmiştir (Nagadi, 2019; Phesatcha ve ark., 2022).

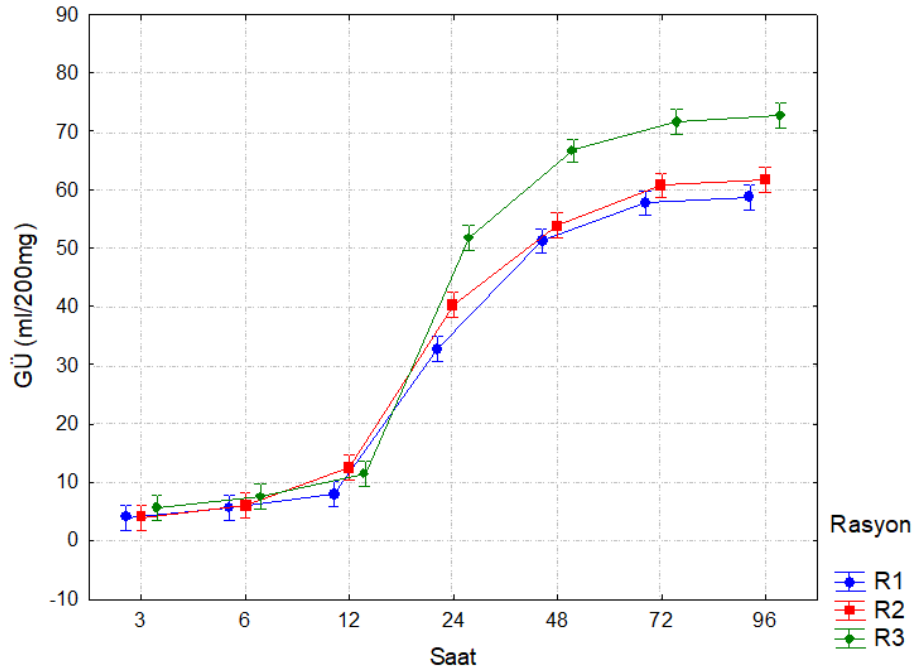
Çizelge 2. Rasyonları oluşturan yemlerin besin madde değerleri (%KM).

Yem	KM	OM	HK	HP	HY	NDF	ADF	ADL	ME _{NDF}	ME _{ADF}	ME _{ADL}
Mısır Silajı	30,33	87,77	5,23	10,76	3,93	43,59	26,76	4,27	10,51	10,69	9,74
Yonca	90,13	84,04	6,09	17,13	2,13	36,64	32,22	7,37	11,06	9,87	8,40
Buğday Samanı	92,70	85,10	7,60	4,80	1,60	73,00	49,40	8,80	8,05	7,29	7,79
Mısır	84,00	83,19	0,81	7,00	3,26	9,50	3,40	0,90	13,37	14,19	11,19
Arpa	91,00	88,10	2,90	12,40	2,20	20,80	7,20	1,90	12,42	13,62	10,76
SFK	88,50	82,55	5,95	45,00	1,17	20,00	15,00	1,20	12,49	12,45	11,06
ATK	88,00	80,70	7,30	30,14	1,50	36,00	26,00	8,50	11,15	10,80	7,92
KK	87,95	82,03	5,92	34,00	1,65	29,80	20,50	8,70	11,67	11,63	7,86
Buğday kepeği	87,50	83,22	4,28	14,75	3,44	40,80	15,71	3,00	10,75	12,34	10,28
Pirinç Kepeği	89,79	81,19	8,60	14,84	16,28	20,29	10,87	4,60	12,46	13,07	9,60
Mısır DDGS	89,78	84,78	5,00	28,74	6,28	38,80	19,70	4,30	10,91	11,75	9,73
Melas	77,90	66,50	11,40	8,50	0,20	0,10	0,10	0,00	14,15	14,69	11,57
Bira mayası	94,00	87,00	7,00	48,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mermer tozu	100,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tuz	100,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vit-Min. Mix.	100,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

SFK: Soya fasulyesi küspesi, ATK: Ayçiçeği tohum küspesi, KK: Kanola küspesi, KM: Kuru madde, OM: Organik madde, HP: Ham protein, HK: Ham kül, HY: Ham yağ, NDF: Nötral deterjanda çözünmeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin, ME: Metabolik enerji (MJ/kg, KM).

In Vitro Gaz Üretim Parametreleri

Rasyonların *in vitro* gaz üretim parametrelerine (GÜP) ilişkin analiz sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.



Şekil 1. Rasyonların 96 saatlik inkübasyon süresince *in vitro* gaz üretim değerleri (ml/200mg).

Inkübasyon süresince en yüksek GÜ miktarı R3 grubunda bulunurken, en düşük GÜ miktarı R1 grubunda tespit edilmiştir (Şekil 1). 96 saatlik inkübasyon sonunda R1, R2 ve R3 rasyonların GÜ miktarları sırasıyla 58,83,

61.78 ve 72.72 ml/200 mg olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Yapılan çalışmalarda, rasyonun kesif yem oranının artırılması ile GÜ miktarının da arttığı belirlenmiştir (Nagadi, 2019). Rasyonların GÜ miktarına bağlı olarak OMS, ME ve NE_L değerleri de benzerlik göstermiştir. En yüksek değerler R3 rasyonunda bulunurken, en düşük değerler R1 rasyonunda tespit edilmiştir ($P < 0.01$). Rasyonda dane ve küspe yemlerin miktarlarının artırılmasıyla rasyon kesif yem oranları arttırılmıştır. Kesif yem oranının artışıyla birlikte rasyon OMS, ME ve NE_L içerikleri de artmıştır. Dane ve küspelerin OMS değerlerinin kaba yemlere göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Gül ve Öğretmen, 2019; Erten ve ark., 2023a). Yapılan benzer bir çalışmada, rasyonda kesif yem oranının arttırılmasının ME değerinde artış sağladığı bildirilmektedir (Saini ve ark., 2012).

Çizelge 3. Rasyonların *in vitro* gaz üretim parametreleri.

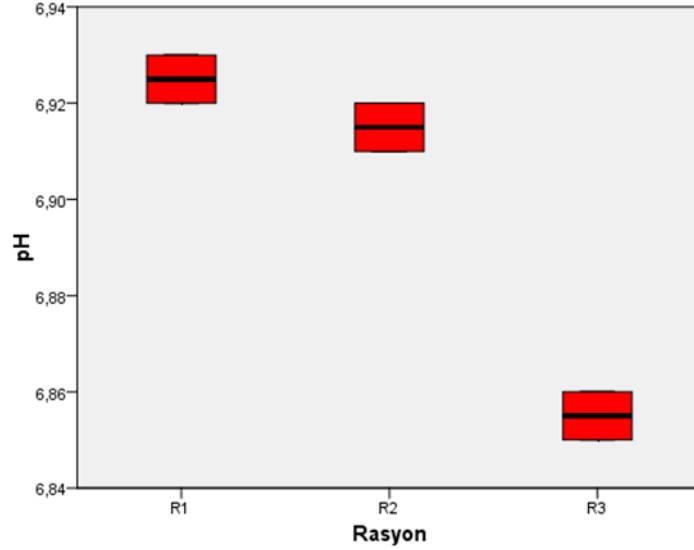
GÜP	Rasyon			OSH	P
	R1	R2	R3		
GÜ ₃	4,00 b	4,00 b	5,50 a	0,340	*
GÜ ₆	5,50 b	6,00 a	7,50 a	0,420	*
GÜ ₁₂	8,00	12,50	11,50	1,020	ÖD
GÜ ₂₄	32,82 b	40,28 b	51,72 a	3,560	**
GÜ ₄₈	51,32 b	53,78 b	66,72 a	3,050	**
GÜ ₇₂	57,83 b	60,78 b	71,72 a	1,291	**
GÜ ₉₆	58,83 b	61,78 b	72,72 a	1,291	*
OMS	51,61 b	58,24 b	68,38 a	3,160	**
ME	6,76 b	7,77 b	9,33 a	0,480	**
NE _L	3,52 b	4,37 b	5,70 a	0,410	**
CH ₄	7,64 b	6,89 c	17,42 a	2,150	***
CO ₂	20,18 b	28,40 a	29,75 a	2,060	*
NH ₃	0,36 b	0,27 c	0,74 a	0,092	***
H ₂ S	1,76 b	1,29 c	2,84 a	0,293	**
pH ₀	7,45	7,45	7,45		
pH ₉₆	6,93 a	6,92 a	6,86 b	0,01	**
Protozoa ₀	6,25	6,25	6,25		
Protozoa ₉₆	3,28 a	4,53 a	2,03 c	0,462	**

^{a-c}: Aynı satırdaki farklı harf içeren gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. GÜP: Gaz üretim parametreleri, GÜ: In vitro gaz üretimi (ml/200 mg), OMS; *in vitro* organik madde sindirimi (%), ME; metabolik enerji (MJ/kg, KM), NE_L; net enerji laktasyon (MJ/kg, KM), CH₄: Metan (ml), CO₂: Karbondioksit (ml), NH₃: Amonyak (mg/ml), H₂S: Hidrojen sülfür (mg/ml), Protozoa: x 10⁵, OSH: Ortalamaların standart hatası, ÖD: Önemli değil.

İnkübasyonun 24. saatinde ölçülen CH₄ miktarı 6.89 – 17.42 ml arasında değişmiştir. En yüksek CH₄ miktarı R3 grubunda görülürken, en düşük CH₄ miktarı R2 grubunda tespit edilmiştir ($P < 0.01$). R3 grubunda enerji değeri yüksek mısır ve arpa dane yemleri ile protein değeri yüksek küspelerin miktarındaki artış CH₄ miktarını arttırmıştır. Dane ve küspelerin yemlerin, kaba yemlere göre rumende daha fazla CH₄ oluşumu sağladığı bildirilmiştir (Erten ve ark., 2023a). Yapılan benzer bir çalışmada, rasyonun kesif yem oranının artması CH₄ miktarının artışı sağlamıştır (Aguerre ve ark., 2011). Rasyonların NH₃ ve H₂S miktarları en yüksek R3 grubunda görülürken (0.74 ve 2.84 mg/ml), en düşük R2 grubunda (0.27 ve 1.29 mg/ml) tespit edilmiştir. Rumende besin madde parçalanması ile CO₂ ve H₂ açığa çıkmaktadır. Metanojenik arkealar H₂'yi enerji olarak kullanıp, CH₄ oluşumunu sağlarken, H iyonları ortamdaki S iyonları ile birleşerek H₂S gazı meydana gelir. Diğer yandan proteinlerin parçalanması ile birlikte, rumende NH₃ miktarı da artmaktadır (Beauchemin ve ark., 2020; Erten ve ark., 2023b). İnkübasyonun 24. saatinde ölçülen CO₂ miktarı 20.18 – 29.75 ml arasında değişmiştir. En yüksek CO₂ miktarı R3 grubunda görülürken, en düşük CO₂ miktarı R1 grubunda tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Melas kolay parçalanabilir karbonhidrat miktarı yüksek olan bir üründür (İpçak ve ark., 2011). Kesif yem miktarının artması ile birlikte melas miktarı da artırılmıştır. Bu durum melasın kolay parçalanıp ortama CO₂ saldıgını göstermektedir. Rumen ortamında, mikroorganizmaların yardımı ile besin parçalanmaları sonucunda ortamda uçucu yağ asitleri (UYA) meydana gelir. Bu UYA bileşenleri rumen sıvısının pH değerini düşürerek, ortamın asitliğini artırır (Erten ve ark., 2023a). Yapılan benzer bir çalışmada, rasyonun kesif yem oranının

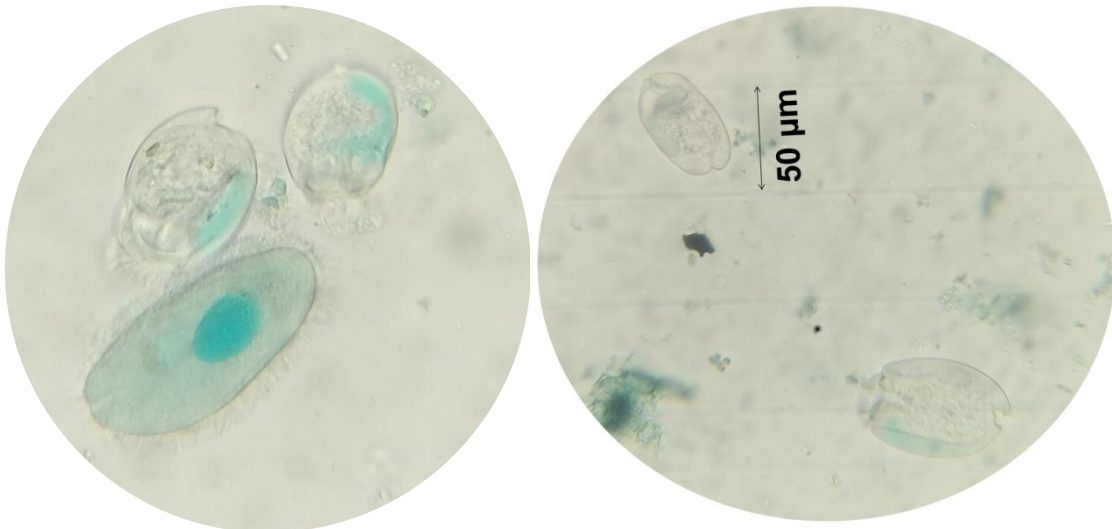
artması CO₂ miktarının artışı sağlamıştır (Aguerre ve ark., 2011). İnkübasyonun başlangıcında 7.45 olan pH değeri inkübasyonun 96. Saatinde 6.86 – 6.93 arasında değişmiştir (Şekil 2). En yüksek pH değeri R1 grubunda görülürken, en düşük pH değeri R3 grubunda tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P < 0.01). Yapılan çalışmalarda, rasyonun kesif yem oranının artması ile rumen pH değerinin arttığı belirlenmiştir (Saini ve ark., 2012; Nagadi, 2019; Phesatcha ve ark., 2022). İnkübasyonun başlangıcında 7.45 olan pH değeri inkübasyonun 96. Saatinde 6.86 – 6.93 arasında değişmiştir (Şekil 2).

En yüksek pH değeri R1 grubunda görülürken, en düşük pH değeri R3 grubunda tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P < 0.01).



Şekil 2. İnkübasyonun 96. saatinde elde edilen rumen sıvılarının pH değerleri.

Yapılan çalışmalarda, rasyonun kesif yem oranının artması ile rumen pH değerinin arttığı belirlenmiştir (Saini ve ark., 2012; Nagadi, 2019; Phesatcha ve ark., 2022). Rumen sıvısının, başlangıçtaki protozoa miktarı 6.25×10^5 olarak belirlenmiştir (Şekil 3). İnkübasyon sonunda protozoa sayıları $2.03 - 4.53 \times 10^5$ olarak tespit edilmiştir. pH değerindeki düşüğe bağlı olarak protozoa sayısı düşmüştür. Protozoalar asitliğe karşı hassas olan mikroorganizmalardır. Rumen mikroflorası içinde oldukça hassas olan protozoalar pH 5,5'in altında yaşayamazlar (Krause ve Oetzel, 2006). Asit ortamda laktik asidi fermente eden bakteriler ve protozoaların gelişiminin baskılanması, buna karşın aside dayanıklı laktik asit üreten bakterilerin gelişiminin uyarılmasının bir sonucu olarak görülmektedir (Öztürk ve Pişkin, 2009).



Şekil 3. Işık mikroskobunda görüntülenen rumen protozoaları (x40).

Korelasyon Analizi

Rasyonların *in vitro* gaz üretim değerlerine ilişkin korelasyon parametreleri çizelge 4'te verilmiştir.

Rasyonda kesif yem oranı arttıkça GÜ, OMS, CH₄ ve CO₂ miktarı da artmıştır. Kolay çözünebilir karbonhidrat kaynaklarının GÜ ve OMS değerlerini artırdığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Özdüven ve ark., 2005; Canbolat ve ark., 2010; Gül ve ark., 2019; Erten ve ark., 2023a; Gül, 2023). Fakat, rasyondaki kesif yemin artışı rumen sıvısının pH değerini düşürmüştür. Sindirilebilirliği yüksek olan yemlerin rumen pH değerini düşürdüğü belirlenmiştir. pH değerleri CH₄, NH₃ ve H₂S ile negatif korelasyon göstermiştir. Yem parçalanmaları ile oluşan H⁺ iyonları CH₄, NH₃ ve H₂S gazlarının oluşumunu sağlamıştır. Yem parçalanmaları ile oluşan uçucu yağ asitleri (UYA) rumen sıvısının pH değerini düşürmüştür. Bu durum protozoa sayılarının da düşmesine neden olmuştur. Rumen ortamında CH₄ üretiminin artmasına bağlı olarak NH₃ ve H₂S miktarı da artmıştır. Çalışmaya ait bulgular (CH₄, NH₃ ve H₂S) Erten ve ark., (2023b)'nin bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4. Rasyonların *in vitro* gaz üretim değerlerine ilişkin korelasyon parametreleri.

Korelasyon Matrix	R	GÜ	OMS	pH	Protozoa	CH ₄	CO ₂	NH ₃	H ₂ S	
R	Pearson's r	—								
	P	—								
GÜ	Pearson's r	0.968**	—							
	P	0.001	—							
OMS	Pearson's r	0.968**	1000***	—						
	P	0.001	<.001	—						
pH	Pearson's r	-0.913*	-0.905*	-0.905*	—					
	P	0.011	0.013	0.013	—					
Protozoa	Pearson's r	-0.494	-0.558	-0.557	0.797	—				
	P	0.319	0.250	0.251	0.057	—				
CH ₄	Pearson's r	0.832*	0.867*	0.866*	-0.970**	-0.888*	—			
	P	0.040	0.025	0.026	0.001	0.018	—			
CO ₂	Pearson's r	0.849*	0.866*	0.866*	-0.604	-0.082	0.503	—		
	P	0.033	0.026	0.026	0.204	0.877	0.309	—		
NH ₃	Pearson's r	0.760	0.806	0.805	-0.942**	-0.935**	0.993***	0.404	—	
	P	0.080	0.053	0.053	0.005	0.006	<.001	0.427	—	
H ₂ S	Pearson's r	0.674	0.734	0.734	-0.903*	-0.969**	0.966**	0.306	0.988***	—
	P	0.142	0.097	0.097	0.014	0.001	0.002	0.555	<.001	—

R: Rasyonda kesif yem oranı artışı, GÜ: *In vitro* gaz üretimi, OMS; *in vitro* organik madde sindirimi, CH₄: Metan, CO₂: Karbondioksit, NH₃: Amonyak, H₂S: Hidrojen sülfür

Rasyonların Maliyet Hesaplaması

Yem hammaddelerinin birim fiyatları ve oluşturulan rasyonların maliyet tablosu Çizelge 5'te verilmiştir.

Elde edilen rasyonlarda, birim fiyat bakımından en yüksek maliyet R3 grubunda görülmektedir. Bunun nedeni ise kesif yemi oluşturan yem hammaddelerinin güncel fiyatlarının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Kesif yem miktarının artması maliyeti artırmıştır. En düşük maliyetli rasyon R1 grubu olmuştur. Rasyonun %70'ni kaba yem oluşturan 1000 başlı bir hayvancılık işletmesinde, yıllık yem gideri 66.97 milyon TL olarak belirlenmiştir. Rasyonda kesif yem miktarı arttıkça yem giderleri artmaktadır. Rasyonun %70'i kesif yem olduğunda, hayvan başına 95,30 TL fark oluşmaktadır. Bu durum işletmenin yıllık 29.07 milyon TL fark ödemesine neden olmaktadır. Süt sığırlarında doğum ile birlikte başlayan erken laktasyon yaklaşık 70 gün sürmektedir. Kondüsyon kaybı ve yüksek süt verimi, hayvan için daha fazla enerji ihtiyacı oluşturmaktadır. Bu yüzden erken laktasyonda rasyonun %60-70'ini kesif yem oluştururken, %30-40'ını kaba yemler oluşturmaktadır. Rasyonun ham protein (HP) değeri %18-20 aralığında olurken, ham selüloz (HS) değerinin % 16'nın altına inmesi istenmez. İkinci dönem olan orta laktasyon da yaklaşık 70 gün sürmektedir. Bu dönemde rasyonun kaba/kesif yem oranı %50/50 olmaktadır. Rasyonun HP değeri %16-18 aralığında olurken, HS değeri % 16-18 aralığında olmaktadır. Süt veriminin son dönemi olan geç laktasyon, kuru döneme kadar geçen süredir (165-175 gün). Bu dönemde rasyonun % 30-40'ını kesif yem oluştururken, % 60-70'ini kaba yemler oluşturmaktadır. Rasyonun HP değeri %14-16 aralığında olurken, HS değeri % 18-20'ye kadar çıkmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, 1000 başlık hayvan mevcuduna sahip bir işletmenin erken laktasyondaki maliyeti 12.54

milyon TL, orta laktasyondaki maliyeti 15.28 milyon TL, geç laktasyondaki maliyeti ise 45.29 milyon TL olarak hesaplanmıştır. Hayvancılık işletmesinde giderlerin %60-70'lik kısmını yem giderleri oluşturduğuna göre, bu durumda, 1000 baş sağmal hayvan sayısına sahip süt sığırcılık işletmesinde, bir yıl içerisinde toplam 104.44 milyon TL gideri olduğu hesaplanmıştır.

Çizelge 5. Hazırlanan rasyonların maliyet tablosu.

Yem Hammaddesi	Fiyat (Kg/TL)	R1	R2	R3
Mısır Silajı	2,40	57,60	57,60	44,59
Yonca	5,80	29,29	17,40	11,60
Buğday Samanı	1,36	5,58	2,45	0,14
Mısır	6,00	10,20	33,00	54,00
Arpa	5,50	2,75	6,60	16,50
SFK	13,70	42,47	47,95	50,69
ATK	4,80	1,30	1,92	2,40
KK	7,60	1,29	1,90	3,04
Buğday kepeği	4,50	1,80	2,70	4,05
Pirinç Kepeği	6,00	3,00	3,60	4,20
Mısır DDGS	8,50	5,36	5,95	6,38
Melas	56,67	9,63	28,33	68,00
Bira mayası	237,00	7,11	7,11	7,11
Mermer tozu	12,00	1,56	1,56	1,56
Tuz	0,95	0,02	0,02	0,02
Vit-Min. Mix.	20,00	0,20	0,20	0,20
x1		179,15	218,29	274,50
x1000		179.151,33	218.290,33	274.472,00
Yıllık		54.641.156,70	66.578.551,67	83.713.960,00

Anonim 2023: 24.03.2023 Türkiye güncel yem fiyatları, x 1: 1 hayvan için hesaplanan maliyet x 1000: 1000 hayvan için hesaplanan maliyet, ATK: Ayçiçeği tohum küspesi, KK: Kanola küspesi, SFK: Soya fasulyesi küspesi

SONUÇ ve ÖNERİLER


Tarımın ayrılmaz parçası olan hayvancılık ülke ekonomisi için önemli olmasının yanında, sera gazı emisyonu için tehlike oluşturan bir sektördür. Bu yüzden rasyon formülasyonuna dikkat edilmeli ve uygun maliyetli, yüksek verim sağlayan rasyonlar hazırlanmalıdır. Rasyonlar hazırlanırken hayvan sağlığına zarar vermeden ve verimi düşürmeden yapılacak küçük değişiklikler ile hem ekonomik hem de ekolojik katkılar sağlanabilir. Araştırmanın sonucunda elde edilen verilere göre, rasyonda kesif yem oranının artması, GÜ, OMS, ME, NE_L, CH₄, CO₂, NH₃ ve H₂S miktarlarını artırmıştır. Kolay çözünebilir karbonhidratların parçalanması sonucunda oluşan uçucu yağ asitleri, rumende pH değerini düşürmekle birlikte, protozoa sayısını da azaltmaktadır. Sonuç olarak, süt sığırlarının rasyonlarında farklı oranlarda kaba ve kesif yem kullanımının *in vitro* gaz üretimi değerlerinde değişikliklere neden olduğu saptanmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı: Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Kadir ERTEN  <http://orcid.org/0000-0002-6307-1573>

Levend COŞKUNTUNA  <http://orcid.org/0000-0001-7137-4198>

Sevilay GÜL  <http://orcid.org/0000-0002-5695-1089>

Fisun KOÇ  <http://orcid.org/0000-0002-5978-9232>

KAYNAKLAR

- Aguerre, M. J., Wattiaux, M. A., Powell, J. M., Broderick, G. A., & Arndt, C. 2011. Effect of forage-to-concentrate ratio in dairy cow diets on emission of methane, carbon dioxide, and ammonia, lactation performance, and manure excretion. *Journal of dairy science*, 94(6), 3081-3093.
- Anonim., 2023. Günlük Yem Fiyatları. Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB). https://borsa.tobb.org.tr/fiyat_urun_2.php?ana_kod=1.
- AOAC., 2005. Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International. 18th edition. Arlington, V. A. Washington, DC, USA.
- Beauchemin, K. A., E. M. Ungerefeld, R. J. Eckard & M. Wang., 2020. Fifty years of research on rumen methanogenesis: Lessons learned and future challenges for mitigation. *Animal*, 14 (S1): s2-s16.
- Canbolat, Ö., Yıldırım, H. K., Karaman, Ş., & Filya, İ., 2010. Üzüm posasının yonca silajlarında karbonhidrat kaynağı olarak kullanılma olanakları.
- Coskuntuna, L., Erten, K., & Koç, F., 2022. Toplam Rasyon Karışımının Silolanmasının Aerobik Stabilite Özellikleri Üzerine Etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(4), 933-942.
- Erten K, Coşkuntuna L, Koç F., 2023a. The Relationship Between The In Vitro Gas Production Parameters of Feed Nutrients. *Turkish journal of agricultural and natural science*, 10(3): 529-540, <https://doi.org/10.30910/turkjans.1225932>
- Erten, K., Coskuntuna, L., & Koç, F., 2023b. Toplam karışım rasyonuna bitki ekstraktları katkısının in vitro gaz üretim parametreleri üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 60(2), 317-329.
- Genç, S., Soysal, M.İ., 2018. Parametrik ve parametrik olmayan çoklu karşılaştırma testleri. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 1(1), 18-27. <https://dergipark.org.tr/en/pub/bsengineering/issue/38497/448288>
- Gül, S., 2023. The impact of wheat bran and molasses addition to caramba mix silage on feed value and in vitro organic matter digestibility. *Journal of King Saud University-Science*, 35(1), 102400.
- Gül, S., Coskuntuna, L., Koç, F., & Özdüven, L., 2019. The effect of wheat bran added to canola silage on feed value and in vitro organic matter digestibility. *Applied Ecology & Environmental Research*, 17(5).
- Gül, S., Öğretmen, T., 2019. Hayvan beslemede kullanılan bazı yemlerin organik madde sindirilebilirliklerinin in vivo ve in vitro yöntemlerle belirlenmesi. *Doğu Fen Bilimleri Dergisi*, 2(2), 91-105.
- Harmeyer, J., 1965. Zur methodical experimenteller untersuchungen an pansenprotozoan. *Zentralblatt for veterinary medicine Reihe A*, 12 (9), 841-880. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.1965.tb00360.x>
- İpçak, H.H., Selek, H.B., Kurtuluş, D., Koç, F., ve Özdüven, M. L., 2011. Pazar Atığı Sebze ve Meyvelerden Yapılan Silajlarda Fermantasyon Özellikleri ve Aerobik Stabilite Üzerine Etkileri. VII. Ulusal Zootekni Öğrenci Kongresi, 121.
- Kirchgessner M, Kellner RJ, Roth FX, Ranfft K. 1977. Zur schätzung des futterwertes mittels rohfaser und der zellwandfraktionen der detergentien-analyse. *Landwirtschaft Forschung*. 30:245-250.
- Kirchgessner M, Kellner RJ. 1981. Schätzung des energiegehaltes futterwerttest von grün-und rauhfutter durch die cellulase methode. *Landwirtschaft Forschung* 34 (4):276-281.
- Knapp, J.R., Laur, G.L., Vadas, P.A., Weiss, W.P., & Tricarico, J.M., 2014. Invited review: Enteric methane in dairy cattle production: Quantifying the opportunities and impact of reducing emissions. *Journal of dairy science*, 97(6), 3231-3261.
- Krause, K. M., & Oetzel, G. R., 2006. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal feed science and technology*, 126(3-4), 215-236.
- Mekuriaw, S., Tsunekawa, A., Ichinohe, T., Tegegne, F., Haregeweyn, N., Kobayashi, N., Tassew, A., Mekuriaw, Y., Walie, M., Tsubo, M., Okuro, T., Meshesha, D.T., Meseret, M., Sam, L., Fievez, V., 2020. Effect of feeding improved grass hays and eragrostis tef straw silage on milk yield, nitrogen utilization, and methane emission of lactating fogera dairy cows in ethiopia. *Animals*, 10(6): 1021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani10061021>
- Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., Schneider, W., 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *The Journal of Agricultural Science*, 93(1), 217-222. <https://doi.org/10.1017/S0021859600086305>
- Meriç, Ş., & Koç, F., 2021. Mısırdan Elde Edilmiş Kurutulmuş Damıtma Tane ve Çözünürlerin (DDGS) Bazı Kalite ve Risk Kriterleri Yönünden İncelenmesi. *Hayvan Bilimi ve Ürünleri Dergisi*, 4(1), 96-109.
- Nagadi, S. A., 2019. In vitro gas production, methane emission and rumen fermentation characteristics with increasing roughage to concentrate ratios. *Meteorol. Environ. Arid. Land Agric. Sci*, 28, 27-36.
- Özdüven, M. L., Coşkuntuna, L., & Koç, F., 2005. Üzüm Posası Silajının Fermantasyon Ve Yem Değeri Özelliklerinin Saptanması. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(1), 45-50.

- Öztürk, H., & Pişkin, İ., 2009. Rumen asidozuna fizyopatolojik bakış. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 80(3), 3-6.
- Parlar, T., & Koç, F., 2020. Toplam rasyon karışımı kullanılan bir süt sığırı işletmesinin besleme açısından değerlendirilmesi. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 3(1), 24-32.
- Phesatcha, K., Phesatcha, B., Wanapat, M., & Cherdthong, A., 2022. The effect of yeast and roughage concentrate ratio on ruminal pH and protozoal population in Thai native beef cattle. *Animals*, 12(1), 53.
- Saini, J. K., Hundal, J. S., Wadhwa, M., & Bakshi, M. P. S., 2012. Effect of roughage to concentrate ratio in the diet on the rumen environment and nutrient utilization in goat and sheep. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 29(4), 333-338.
- Saxena, P., 2011. Optimization techniques for animal ration formulation. *Gate2Biotech*, 1, 2-5.
- Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A., 1991. Methods for rational fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, 74(10), 3583-3597.
- Yasir, A., Mattoo, F.A., Ganai, A.M., & Ahmad, H.A. 2009. Complete feed block technology boon to sheep farming. *Livestock International*, 13(1), 4-7.

Şırnak İlinin Uludere Yöresinde Görülen Arı Ölümünün Real Time RT-PCR İle Araştırılması

Metin GÜRÇAY^{1*}, Mehmer Ali KUTLU², Ahmet SAİT³, Mustafa TÜRKDOĞAN³, Merve DEMİR³

¹Bingöl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Klinik Öncesi Bilimler Bölümü, Viroloji Anabilim Dalı, Bingöl.

²Bingöl Üniversitesi, Gıda Tarım Hayvancılık Meslek Yüksek Okulu, Arıcılık Bölümü, Bingöl.

³Tarım ve Orman Bakanlığı, İstanbul Pendik Veteriner Kontrol Enstitüsü, Viroloji Laboratuvarı, İstanbul.

*Sorumlu Yazar: mgurcay@bingol.edu.tr

Geliş Tarihi: 07.09.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 26.09.2023 Kabul Tarihi: 21.11.2023

ÖZ

Günümüzde 25 adet virus türünün bal arılarını (*Apis mellifera*) enfekte ettiği bilinmektedir. Bu virusların bal arılarına değişik şekillerde bulaşması sonucunda bir kısmı yüksek patojenite gösterirken önemli bir bölümünün kolonilerde hastalık oluşturmada bulunmuş, ancak bazı özel şartlar altında hastalık bulguları ve kayıplara neden olduğu görülmektedir. Bu nedenle bal arısı viruslarının patogeneğinde virus, konakçı (bal arısının yaşam evresi) ve çevre faktörlerinin beraber ele alınması gerekir. Bu çalışmada Şırnak ili Uludere ilçesinde yetiştirilen, yoğun *Varroa destructor* infestasyonu olan bal arı kolonilerinde, arı ölümlerinin görülmesi üzerine Yemişli, Ortaköy, Andaç ve Dapdibi bölgelerinden ölü ergin arı numuneleri toplandı. Bu ergin bal arısı numuneleri alındıkları bölgeler esas alınarak oluşturulan bal arısı havuzlarından elde edilen örneklerden RNA ekstraksiyonu yapıldı. Elde edilen RNA örneklerinde Real-Time RT-PCR ile Akut Arı Paraliz Virusü (AAPV), Kronik Arı Paraliz Virusü (KAPV) ve Deforme Kanat Virusü (DKV) spesifik RNA varlıkları araştırıldı. Araştırma sonucunda Şırnak ili Uludere ilçesi Yemişli, Ortaköy, Andaç ve Dapdibi bölgelerinden sağlanan ergin, ölü bal arısı numunelerinden AAPV ve KAPV RNA varlığı tespit edilmesine rağmen DKV RNA varlığı tespit edilememiştir. Bu sonuçlara göre, bal arılarında çevresel etkilerin tetiklenmesi, *Varroa destructor* infestasyonu ile AAPV ve KAPV enfeksiyonları olabileceği, kolonilerde birkaç virusun beraber enfeksiyon oluşturması ve bu etkilerin yoğunluğunun artması, beraber etkilemesi ile kolonilerde arı ölümlerinin oluşturabileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Şırnak/Uludere, bal arısı ölümleri, bal arısı virusları

Bee Deaths In The Uludere Region Of Şırnak Province Investigation With Real Time RT PCR

ABSTRACT

Today, 25 virus species are known to infect honey bees (*Apis mellifera*). As a result of the transmission of these viruses to honey bees in different ways, some of them show high pathogenicity, while a significant part of them are found in colonies without causing disease, but under some special conditions, they cause disease symptoms and losses. Therefore, in the pathogenesis of honey bee viruses, virus, host (life stage of the honey bee) and environmental factors must be considered together. In this study, dead adult bee samples were collected from Yemişli, Ortaköy, Andaç and Dapdibi regions after bee deaths were observed in honey bee colonies with intense *Varroa destructor* infestation raised in Uludere district of Şırnak province. RNA was extracted from samples obtained from honey bee pools created based on the regions where these adult honey bee samples were taken. The presence of Acute Bee Paralysis Virus (AAPV), Chronic Bee Paralysis Virus (KAPV) and Deformed Wing Virus (DKV) specific RNA presence was investigated in the RNA samples obtained by Real-Time RT-PCR. As a result of the research, although the presence of AAPV and KAPV RNA was detected in the

adult, dead honey bee samples obtained from Yemişli, Ortaköy, Andaç and Dapdibi regions of Uludere district of Şırnak province, the presence of DKV RNA could not be detected. According to these results, it was concluded that AAPV and KAPV infections may occur in honey bees due to environmental effects, *Varroa destructor* infestation, and the co-infection of several viruses in colonies and the increase in the intensity of these effects, affecting them together, may cause bee deaths in colonies.

Key words: Şırnak/Uludere, honey bee deaths, honey bee viruses

GİRİŞ

Bal arısı yetiştirme, bitkisel üretime olan katkısı yanında, bal ve diğer (arı sütü, polen, propolis, arı zehiri ve apiair) arıcılık ürünleriyle insan sağlığına şifa sağlayan ürünlerin üretilmesini sağlamaktadır. Ülkesel bazda Türkiye arı varlığı ve üretilen bal miktarı olarak birçok ülkeyi geride bırakarak Hindistan ve Çin'den sonra 8,179.085 kovan varlığı ile dünya sıralamasında üçüncü ülke konumundadır (Anonim 2021; Kutlu ve ark., 2022). Bu büyük potansiyele rağmen birim kovandan elde edilen bal miktarı, ürün çeşitliliği ve dünya pazarında istenilen başarıyı sağlayamamaktadır. Türkiye'de kovan sayısı ve bal üretimi her geçen yıl artmakta ancak gerek koloni başına verimde, gerekse bal dışı ürünlerin üretiminde dünya ticaretine konu olacak bir üretime sahip olunmamaktadır. Bunun nedenleri arasında bal arısı hastalık ve zararlıları başta olmak üzere, yetiştiricilikte yapılan hata ve sanitasyon kurallarına uymama gibi birçok faktör bulunmaktadır (Kutlu ve ark., 2022). Bu zararlılardan en önemlisi, hayat döngüsünde önemli yeri olan *Varroa destructor*' parazitinin bal arılarının larva ve olgun formlarının vücuduna yapışması ve yağ dokularını emmesi sonucu bal arılarına mekanik ve biyolojik olarak etkenleri aktarması ile yapıldığı zarardır. Bu zarar bal arısı ve larvalarda yağ dokunun azalması hormon, bağışıklık, enerji regülasyonu ve pestisit detoksikasyonu sistemlerini olumsuz yönde etkiler. Bu olumsuz etkilerin yanında en önemlisi, arı ve larvalardan beslenmesi esnasında virus taşıyan arılardan aldıkları virüsleri vücutlarında muhafaza ederek, virus taşımayan diğer arı ve larvalara taşımada biyolojik vektör görevi yapmasıdır. Biyolojik bulaşma yanında bal arılarında virus bulaşması direkt olarak arıların birbiri ile temas etmesi veya indirekt olarak virusla bulaşık yetiştirme malzemeleri ile de olmaktadır (Ramsey ve ark., 2019 B; Yeşilbağ, 2021; Gürçay, 2022). Bal arılarında, *Varroa destructor*'un biyolojik vektörü olduğu birçok virus bulunmaktadır (Gürçay, 2022). *Varroa destructor* akarı, Akut arı felci virusu ve Deforme kanat virusunun yayılmasında biyolojik vektör olarak rol oynadığı bilinmektedir. AAPV ve KAPV ile enfekte felçli arılar virusu dışı yolu ile dışarı atarlar ve bu şekilde etrafi kontamine ederler. Kronik arı felci virusunun bal arılarına bulaşması kolonilerdeki bal arılarının aşırı yoğunluğa bağlı temas artışına bağlı olarak direkt temas ve gıda maddeleri ile beslenme yoluyla gerçekleşmektedir (Yeşilbağ 2021, Gürçay 2022,). Virüslerle enfekte olan bal arılarında arının almış olduğu virus yoğunluğuna bağlı olarak bağışıklık, hormon ve enerji regülasyonunun bozulması ile enfeksiyon yüksek patojenite göstermektedir. Bu bal arısı metabolizmasındaki bozuklukların şiddetine göre bal arısı ölümleri görülmektedir. AAPV ve KAPV enfeksiyonlarının önemli bir bölümünde virus yoğunluğunun az olmasına bağlı olarak kolonilerde hastalık oluşturmadan da enfeksiyonlar oluşturmaktadır, bu enfeksiyon şeklinde, koloni ve arılar üzerine etki eden bazı özel durumlarda (tekrar *Varroa destructor* enfestasyonu, beslenme stresi, soğuk-sıcak stresi gibi) olumsuz şartların tekrarı ile bal arısı kayıplara neden olduğu görülmektedir. Bu nedenle, bal arılarında görülen viral enfeksiyonlara bağlı arı ölümlerini değerlendirmede virus, konakçı ve çevresel faktörlerin beraber ele alınması gerekmektedir (Ramsey ve ark., 2019 A;Yeşilbağ, 2021; Gürçay, 2022).

Bu çalışmada, Şırnak ili Uludere bölgesinde bal arısı kolonilerinde görülen bal arısı ölümlerinin nedenlerini araştırmada Akut arı felci virusu, Deforme kanat virusu ve Kronik arı felci virusunun rolleri araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Bal arılarının toplanması

Çalışma materyali, Şırnak ili Uludere ilçesi Yemişli, Ortaköy, Andaç ve Dapdibi bölgelerinde yetiştirilen ve bal arısı ölümlerinin görüldüğü kolonilerinden toplanan ölü arı örnekleridir.

Her merkeze ait arı numunelerinden 15 âdeti bir havuzda toplandı. Arı örnekleri havanda PBS ile ezildi. Ezilen örnekler, 9 ml Eagle (EMEM) (Sigma, U.K.) ile homojenize edildi. Daha sonra 30 dakika 3500 rpm'de ve 4°C'de santrifüj işlemi yapıldı. Elde edilen süpernatant analiz edilene kadar -80°C derin dondurucuda saklandı.

Ekstraksiyon

Çalışmada RNA ekstraksiyonu için ticari kit (MagNA Pure LC Total Nükleik Asit İzolasyon Kiti, Almanya) kullanıldı. RNA ekstraksiyonu için elde edilen süpernatantlardan 200 uL alındı. Ekstraksiyon işlemi üretici firmanın belirtmiş olduğu prosedüre göre gerçekleştirildi.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan spesifik Primer ve Prob bilgi ve referansları.

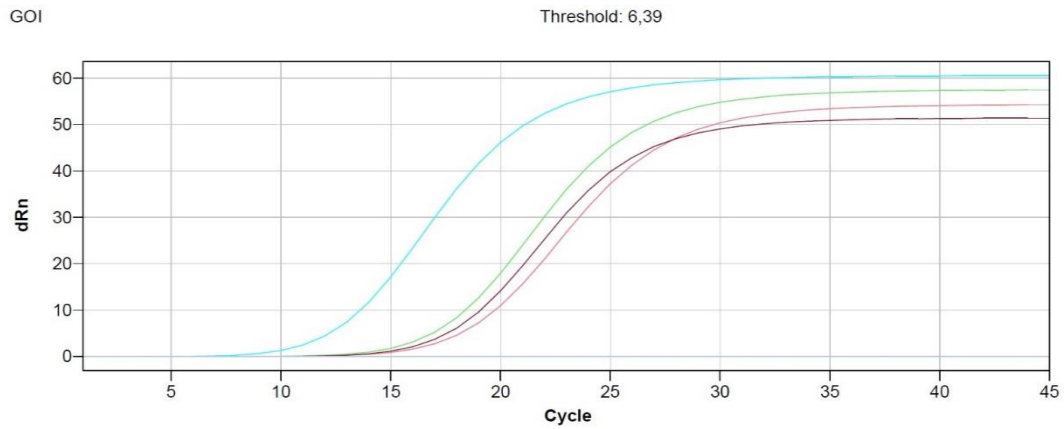
Virus	Forward Primer	Reverse Primer	Probe	Referans
AAPV	CATATTGGCGAGCCACTATG	CTACCAGGTTCAAAGAAAATTT C	(6-Fam) ATAGTTAAAACAGCTTTTCACACTG G (Tamra)	(Schurr ve ark., 2019)
KAPV	CGCAAGTACGCCTTGATAAGAA C	ACTACTAGAACTCGTCGCTTC G	(6-Fam) TCAAGAACGAGACCACCGCCAAGT TC (Tamra)	(Blanchard ve ark., 2012)
DKV	GCGGCTAAGATTGTAAATTG	GTGACTAGCATAACCATGATT A	(6-Fam) CCTTGACCAGTAGACACAGCATC (Tamra)	(Schurr ve ark., 2019)

Real Time RT-PCR

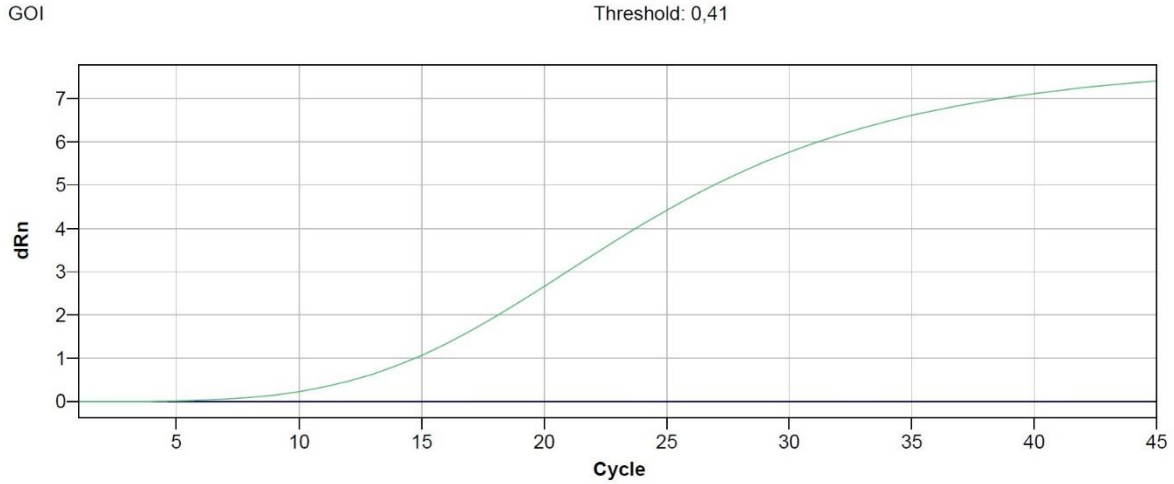
Bu çalışmanın amplifikasyon aşmasında RealTime ready RNA Virus Master kiti kullanıldı (Roche Diagnostics GmbH Mannheim, Germany). AAPV, KAPV ve DKV viral genom varlığının tespiti için TaqMan® tek aşamalı testi uygulandı. Uygulama Schurr ve arkadaşlarının (2019) belirtmiş olduğu prosedür uygulandı. AAPV, KAPV ve DKV pozitif kontrolleri için Sguazza, (2013)'nin bildirmiş olduğu primerler (Çizelge 1) kullanıldı. Örnekler Real Time RT-PCR cihazına (Roche Light Cycler 1.5 Kapiller Real-Time PCR, Almanya) yerleştirildi ve uygun programlara tabi tutuldu ve süre sonunda sonuçlar elde edildi (Castillo ve ark., 2017; Schurr ve ark., 2017; Schurr ve ark., 2019).

BULGULAR

Şırnak/Uludere Yemişli merkezinden iki farklı arılık, 5 kovandan bal arısı örnekleri ve Ortaköy merkezinden iki farklı arılık 4 kovandan sağlanan arı örneklerinden elde edilen RNA' larda AAPV ve KAPV spesifik RNA varlığı tespit edilmesine rağmen spesifik DKV, RNA varlığı tespit edilmedi. Andaç merkezindeki bir arılıkta 3 kovandan alınan arı örneklerinde AAPV spesifik RNA'sı tespit edilmesine rağmen, KAPV ve DKV spesifik RNA'sı tespit edilmedi. Dapdibi merkezindeki bir arılık ve 6 kovandan alınan arı örneklerinde KAPV spesifik RNA varlığı ortaya konulmasına rağmen, AAPV ve DKV spesifik virus RNA'sı tespit edilmedi (Çizelge 2, Şekil 1, Şekil 2).



Şekil 1: AAPV ve KAPV RNA varlığının Real Time RT-PCR ile ortaya konulduğu eğriler (Örnekler Yeşil, Siyah, Pembe) Pozitif Kontrol: Mavi, Negatif Kontrol: Gri).



Şekil 2: DKV RNA varlığının Real Time RT-PCR test ile ortaya konulamadığı eğriler (Örnekler Siyah kalın karma, Pozitif Kontrol: Yeşil, Negatif Kontrol: Siyah kalın karma).

Çizelge 2: Real Time RT-PCR sonuçları.

Numune sağlanan Merkez	KAPV	AAPV	DKV
Yemişli (2 farklı arılık 5 Kovan)	Pozitif	Pozitif	Negatif
Ortaköy (2 farklı arılık 4 Kovan)	Pozitif	Pozitif	Negatif
Andaç (Bir arılık 3 Kovan)	Negatif	Pozitif	Negatif
Dapdibi (Bir arılık 6 Kovan)	Pozitif	Negatif	Negatif

TARTIŞMA

Arı hastalık ve zararlıları koloni bal ve diğer arıcılık ürünlerinin verimleri üzerinde büyük oranda etkili olmaktadır. Arı hastalık ve zararlıları koloni performansını olumsuz etkilediği gibi arıların yaşam süresinin azalmasına ve koloni kayıplarına neden olmaktadır. Kolonilerin bal arısı virusları ile enfekte olması birçok dünya ülkesi ve Türkiye’de yaygın olarak görülmektedir (Sguazza, 2013, Schur 2019, Rüstemoğlu 2019, Güller ve ark., 2021; Güller ve Kurt 2021, Kutlu ve ark., 2022). Bal arılarında enfeksiyona neden olan virüslerin bal arısı ve kolonileri üzerindeki klinik belirtiler oldukça karakteristiktir. Örneğin AAPV ve KAPV hücrelere tutunabilmesi ve hücre içerisine girmesi için gerekli olan reseptörler arı sinir sistemi ve beyin dokularında bulunan sinir hücreleri ile gerçekleşmektedir (Yeşilbağ, 2021). Beyin dokularının virüsle enfekte olması sonucu; sinir ve beyin hücrelerindeki bıraktığı patolojik etkilere bağlı olarak bireyde uyum bozukluğu, yön bulma güçlüğü, hızlı yaşlanma, azalmış duyuşal yetenek ve nektar, polen temininde güçlük gibi davranış bozukluğu yanı sıra titreme, sürünme ve uçamama gibi gözle görülen belirtiler oluşur (Usta ve Yıldırım 2022). DKV, bal arısının larva döneminde arı biyolojik gelişimi döneminde kanat oluşumu hücrelerini enfekte etmesi ile bu hücrelerde oluşturduğu hücre yıkımı sonucu kanatların sağlıklı gelişememesine neden olur. Bu gibi bireyler uçuş yeteneğini sağlıklı olarak gerçekleştiremeyeceğinden kolonide istenmez ve koloni bireyleri tarafından beslenmeyerek dışarı atılır (Güller ve Kurt 2021; Kutlu ve ark., 2022). Bireysel ve koloni düzeyindeki virus patogenezi, virus miktarı ile ilişkilidir. Bal arısı viruslarının çoğu, kovan ortamında gıda depoları, mum vb. zarar vermeden önemsiz seviyelerde her yerde bulunur. Kalıcı, gizli bir virus enfeksiyonunun açık, ölümcül bir salgına dönüşmesi için genellikle dış etkenler (aşırı kapalı kalma, stres, soğuk, nem, açlık, zehirlenme, diğer patojenler/parazitler vb.) gereklidir (Genersch ve Aubert, 2010). *Varroa destructor* infestasyonunun yoğunluğuna paralel olarak, bal arısı virusu titresinin artması öldürücü olmayan düzeyde (<LD50), nörotoksik böcek ilacı moleküllerinin arıların bilişsel yeteneklerini etkilediği, performanslarını bozduğu ve sonuçta kolonilerin yaşayabilirliğini etkilemesi, bal arılarında virusların virulans artışını teşvik eder, bağışıklıklarını baskılar, çevresel strese maruz kaldıktan sonra onları savunmasız hale getirir (Sánchez-Bayo ve ark., 2016). Bal arılarındaki DKV ve AAPV titrelerinin yüksek olmasına bağlı olarak, yoğunlukla orantılı olarak bal arılarındaki

koloni dayanma gücü kırılır ve melanin üretimi, *Varroa destructor* yıkıcı akarların yayılmasına yol açar. Bu sonuçlar bir araya getirildiğinde, viruslar ve akarlar arasındaki sinerjiye immünsüpresyonun değil, akar besleme aktivitesinin kendisinin katkıda bulunabileceğini göstermektedir (Yang ve Cox-Foster 2005; Gisder ve Genersch 2017; López-Urbe ve ark., 2019; Molineri ve ark., 2017). Yapılan çalışmalarda, *Varroa destructor* invazyonu yoğunluğu paralel olarak bal arısı kolonilerinde bal arılarında klinikman felç belirtisi ve ölümlerin artması görülmektedir. Bu tür kolonilerden sağlanan ölü ergin arı numunelerinde AAPV ve KAPV varlığı tespit edildi (Molineri ve ark., 2017; López-Urbe vd, 2019; Usta ve Yıldırım, 2022). Bazı bal arısı numunelerinde iki veya üç bal arısı virusun miks enfeksiyona neden olduğu görüldü (Gisder ve Genersch 2017; Usta ve Yıldırım 2022). AAPV enfeksiyonunun bulaşmasında *Varroa destructor* invazyonunun önemli olması ancak KAPV enfeksiyonunun bulaşmasında çok etkin olmamasına rağmen bu enfeksiyonun ölüm şekillenmiş kolonilerde yaygın görülmesi *Varroa destructor* invazyonunun AAPV enfeksiyonuna neden olması yanında *Varroa destructor* akarının arı yağ dokusu ile beslenmesine bağlı bal arısı engellenmesinin neden olması ile ilgilidir. *Varroa destructor* (*Varroa mite*), bal arıları *Apis mellifera*'ya saldıran ve bunlarla beslenen bir dış parazit akardır. *Varroa* akarı sadece bal arısı kolonisinde beslenebilir ve üreyebilir. Arının vücuduna yapışır ve yağ gövdelerini emerek arıyı zayıflatır (Ramsey ve ark., 2019 A). Yetişkin akarlar, hem yetişkin arıların hem de arı larvalarının yağ gövdesini beslenme için emer. Yağlı vücut, hormon ve enerji regülasyonu, bağışıklık ve pestisit detoksifikasyon gibi birçok vücut fonksiyonu için çok önemli olduğundan, arı ciddi şekilde zayıflamış bir durumda kalır. *Varroa destructor* bal arısı kolonilerinde bal arılarının yağ gövdelerini emmesi ile arıyı zayıflatması, arı üzerinde stres etkisi yaparak gizli enfeksiyonları açık enfeksiyon haline gelmesini sağlar. *Varroa* akarı, beslenmesinin bıraktığı açık yaralar, hastalık ve virus enfeksiyonları için açık alanlar haline gelir. *Varroa* akarı, arıcılık endüstrisi üzerinde en belirgin ekonomik etkiye sahip olan parazittir. *Varroa*, dünya çapında daha yüksek arı kayıplarına katkıda bulunan çoklu stres faktörlerinden biri olarak kabul edilir (Goulson et al. 2015; Gisder ve Genersch 2017;; Molineri ve ark., 2017; Ramsey ve ark., 2019 A; López-Urbe ve ark., 2019; Yeşilbağ, 2021; Gürçay ve Kutlu 2022).

SONUÇ ve ÖNERİLER


Bal arısı ve kolonilerinde AAPV ve KAPV varlığı Yemişli ve Ortaköy merkezlerinden sağlanan numunelerde tespit edilmesi arı virus enfeksiyonlarında miks enfeksiyonların varlığını ispat etmektedir. Bal arısı viruslarının arı kolonilerindeki etkiler üzerine yapılan çalışmalarda koloni kaybı veya kolonilerdeki ani arı ölümlerinde enfeksiyon bir bal arısı virusunun neden olmadığı birkaç arı virusunun beraber miks enfeksiyonlar şeklinde etkilediği tespit edilmiştir (Usta ve Yıldırım). Klinik belirtileri ve ölümlerin şiddetini, KAPV, AAPV gibi arı virusları enfeksiyonu ile enfeksiyonu oluşturan virusun titresini yanında, *Varroa destructor* ve *Nosema* gibi parazitlerle aşırı parazitik istila olabileceği yönünde değerlendirilmektedir (Cornman ve ark., 2012; Van Engelsdorp ve ark., 2009; Zheng ve ark., 2015; Rüstemoğlu, 2019; Kalaycı ve ark. 2020; Yeşilbağ, 2021; Gürçay ve Kutlu 2022). Bölgede yaşanan kış kayıpları ve erken ilkbaharda meydana gelen koloni kayıplarının, kolonilerin kışın döneminde yeterli besin maddesini alamamasına bağlı olarak zayıf ve savunmasız kalması, koloni kayıplarının bir başka nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle çalışmada sağlanan *Varroa destructor* invazyonu ile birlikte AAPV ve KAPV virus varlığının kovanlarda belirgin belirtiler göstermeden miks enfeksiyon oluşturmaları, patojen titresini, beslenme kalitesi gibi stres faktörlerinin etkisinin tek sebebe bağlı olmaksızın birçok faktör etkisi ile arı ölümleri gerçekleşmektedir. Bal arısı kayıplarına yol açabilecek birçok faktör vardır. Özellikle viruslar kolonilerin azalmasında önemli bir rol oynamaktadır (Kalaycı, 2020).

Teşekkür: Saha çalışmasını yürüten M. Ali Kutlu'ya teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Metin GÜRÇAY  <http://orcid.org/0000-0001-9160-7454>

Mehmet Ali Kutlu  <http://orcid.org/0000-0003-0862-9690>

Ahmet SAİT  <http://orcid.org/0000-0001-7658-8793>

Mustafa TÜRKDOĞAN  <http://orcid.org/0000-0001-7726-351X>

Merve DEMİR  <http://orcid.org/0000-0001-7501-1570>

KAYNAKLAR

Anonim, 2021. FAO Statistical Yearbook 2021.

Blanchard, P. Regnault, J. Schurr, F. Dubois, E ve Ribiere, M. 2012. Intra-laboratory validation of chronic bee paralysis virus quantitation using an accredited standardised real-time quantitative RT-PCR method. *J. Virol. Methods* 180, 26–31.,

Castillo, C. de Graaf, DC. Forsgren, E. Granato, A. Heinikainen, S. Jurovcikova, J. Kryger, P. Manson, C. Menard, M.F. Perennes, S. Schafer, MO. Ibanez, ESM. Silva, J. Gajger, IT. Tomkies, V. Toplak, I. Viry, A. Zdanska, D ve Dubois, E. 2017. Trueness and precision of the real-time RT-PCR method for quantifying the chronic bee paralysis virus genome in bee homogenates evaluated by a comparative interlaboratory study. *J. Virol. Methods* 248, 217–225.

Cornman, R. S. Tarpy, D. R. Chen, Y. Jeffreys, L. Lopez, D. Pettis, J. S. ... ve Evans, J. D. 2012. Pathogen webs in collapsing honey bee colonies.

Genersch E, Aubert M. 2010. Emerging and re-emerging viruses of the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Veterinary research*. 41;6; 54.

Gisder S ve Genersch E. 2017. Viruses of commercialized insect pollinators. *J. Invertebr. Pathol.* 147; 51–59.

Goulson, D. Nicholls, E. Botias, C. Rotheray, EL. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites pesticides and lack of flowers. *Science*: 347 (6229) 1255957.

Güller, A. Usta, M, Çakar, G. ve Kurt, Z. 2021. Molecular characterization of Deformed wing viruses identified in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies in Erzincan province of Turkey. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27), 186-192.

Güller, A. ve Kurt, Z. 2021. Occurrence and Molecular Phylogeny of Economically Relevant Viruses Infecting Honey Bees (L.) of Bingöl Province, Turkey. *Journal of apicultural science*, 66(1), 85-96.

Gürçay, M. ve Kutlu, M.A. 2022. Important Viruses Of Honey Bees. *International Journal of Food, Agriculture and Animal Sciences*, 2(2): 29-41.

Kalaycı, G. Cagırgan, A. A. Kaplan, M. Pekmez, K. Beyazit, A. Ozkan, B. ... ve Arslan, F. 2020. The role of viral and parasitic pathogens affected by colony losses in Turkish apiaries. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 26(5).

Kutlu, MA. Uçar, R. Özdemir, S. Ekmekçi, M. Mokhtarzadeh, S. Kökten, K. ve Çağan E. 2022. Determination of Some Yield Characteristics of Hungarian Vetch Varieties and their Evaluation as Bee Pasture. *Bee Studies* 14(1), 1-7.

López-Urbe MM ve Simone-Finstrom M. 2019. Honey bee research in the US: Current state and solutions to beekeeping problems. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

Molineri, A. Giacobino, A. Pacini, A. Cagnolo, NB. Fondevila, N. Ferrufino, C. et al., 2017. Risk factors for the presence of Deformed wing virus and Acute bee paralysis virus under temperate and subtropical climate in Argentinian bee colonies. *Preventive veterinary medicine*.140; 106–115.

Ramsey, Samuel D. Ochoa, R. Bauchan, G. Gulbranson, C. Mowery, JD. Cohen, A. Lim, D. Joklik, J. Cicero, JM. Ellis, JD. Hawthorne, D. vanEngelsdorp, D. 2019. A "Varroa destructor feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph". *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 116 (5): 1792–1801.

Ramsey, Samuel D. Ochoa, R. Bauchan, Gary. Gulbranson, C. Mowery, Joseph D. Cohen, A. Lim, D. Joklik, J. Cicero, Joseph, M. Ellis, James D. Hawthorne, D. vanEngelsdorp, D. 2019. B "Varroa destructor feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph". *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 116 (5): 1792–1801.

Rüstemoğlu, M. ve Sipahioğlu, HM. 2019. Occurrence and prevalence of six honey bee viruses in Hakkari (Turkey) and their genomic divergence. *Munis Entomology & Zoology*, 14(2), 574-583.

Sánchez-Bayo, F. Goulson, D. Pennacchio, F. Nazzi, F. Goka, K. ve Desneux N.2016. Are bee diseases linked to pesticides?—A brief review. *Environ*. 2016; 89, 7–10.

- Schurr, F. Cougoule, N. Rivière, M. P. Ribière-Chabert, M. Achour, H. Ádám, D., ... ve Dubois, E. 2017. Trueness and precision of the real-time RT-PCR method for quantifying the chronic bee paralysis virus genome in bee homogenates evaluated by a comparative inter-laboratory study. *Journal of virological methods*, 248, 217-225.
- Schurr, F. Tison, A. Militano, L. Cheviron, N. Sircoulomb, F. Rivière, M. P. ... ve Dubois, E. 2019. Validation of quantitative real-time RT-PCR assays for the detection of six honeybee viruses. *Journal of virological methods*, 270, 70-78.
- Sguazza, GH., Reynaldi, FJ., Galosi, CM., ve Pecoraro, M. R. 2013. Simultaneous detection of bee viruses by multiplex PCR. *Journal of Virological Methods*, 194(1-2), 102-106.
- Usta, A., ve Yıldırım, Y. 2022. Investigation of deformed wing virus, black queen cell virus, and acute bee paralysis virus infections in honey bees using reverse transcriptase-polymerase chain reaction (RT-PCR) method.
- Van Engelsdorp, D. Evans, JD. Saegerman, C. Mullin, C. Haubruge, E. Nguyen, BK. Frazier, M. Frazier, J. Cox-Foster, D. ve Chen, Y. Underwood R, Tarpy DR, Pettis JS: Colony collapse disorder: A descriptive study. *PLoS ONE*, 4:e6481, 2009. DOI: 10.1371/journal.pone.0006481
- Yang, X., ve Cox-Foster, DL. 2005. Impact of an ectoparasite on the immunity and pathology of an invertebrate: evidence for host immunosuppression and viral amplification. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(21), 7470-7475.
- Yeşilbağ, K., 2021. Veteriner Viroloji. Hayvanların Viral hastalıkları. *Medipres Yayınevi*. Malatya.
- Zheng, H. Q. Gong, H. R. Huang, S K. Sohr, A. Hu, FL., ve Chen, Y P. 2015. Evidence of the synergistic interaction of honey bee pathogens *Nosema ceranae* and deformed wing virus. *Veterinary microbiology*, 177(1-2), 1-6

Aronya Posasının Hayvan Beslemede Kullanım Olanakları

Fisun KOÇ^{1*} Kadir ERTEN¹ Levend COŞKUNTUNA¹

¹Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Tekirdağ

*Sorumlu Yazar: fkoc@nku.edu.tr

Geliş Tarihi: 25.09.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 21.11.2023 Kabul Tarihi: 22.11.2023

ÖZ

Bu çalışmada aronya posasının taze ve silolanarak saklanması yem değeri üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Taze olarak alınan yaklaşık 50 kg posa laboratuvar ortamına getirilmiş ve 2 muamele grubuna ayrılmıştır. Taze aronya posası açıkta bırakılarak 7 günlük aerobik stabilite testine tabi tutulmuştur. Diğer muamele grubunda aronya posası 30 gün silolanmış ve silolama sonrası 7 günlük aerobik stabilite testine tabi tutulmuştur. Taze ve silolanmış yem örneklerinde aerobik stabilitenin 0., 1., 3., 7. günlerinde kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Ayrıca *in vitro* gaz üretim tekniğinin kullanıldığı çalışmada, grupların gaz üretimi (GÜ), metan üretimi (CH₄), karbon dioksit üretimi (CO₂), amonyak üretimi (NH₃) ve hidrojen sülfür üretimi (H₂S) belirlenmiştir. İnkübasyonun 24. saatinde elde edilen GÜ miktarları ile organik madde sindirilebilirliği (OMS), metabolik enerji (ME) ve net enerji laktasyon (NE_L) değerleri hesaplanmıştır. Rumen sıvısına ilişkin parametreler olarak, protozoa sayısı, pH değerleri ve viskozitesi belirlenmiştir. Aronya posalarında aerobik stabilite süresi arttıkça kuru madde (KM) miktarı artmıştır. Aronya posalarının aerobik stabilite süresi arttıkça pH değeri yükselmiştir. İnkübasyonun 48. saatine kadar en yüksek GÜ miktarı başlangıç materyalinde bulunmuştur. En düşük CH₄, CO₂, NH₃ ve H₂S miktarları silolanmış grupta, aerobik stabilitenin 7. gününde belirlenmiştir. Elde edilen analiz sonuçları aronya posasının 7 gün boyunca bozulmadan kalabildiğini göstermiştir. Aronya posasının silolaması ise besin madde kayıplarına neden olmuştur.

Anahtar kelimeler: Aronya posası, silaj, *in vitro* gaz üretimi, metan, viskozite.

Possibilities of Using Aronia Pulp in Animal Nutrition

ABSTRACT

The effects of preserving aronia pulp fresh and ensiled on its feed value were explored in this study. Approximately 50 kg of fresh pulp was brought to the laboratory environment and divided into 2 treatment groups. Fresh aronia pulp was left exposed and subjected to a 7-day aerobic stability test. In the other treatment group, aronia pulp was ensiled for 30 days before being exposed to a 7-day aerobic stability test. Chemical and microbiological analyzes were performed on fresh and siled feed samples on days 0, 1, 3, 7 of aerobic stability. In addition, in the study in which *in vitro* gas production technique was used, gas production (GP), methane production (CH₄), carbon dioxide production (CO₂), ammonia production (NH₃) and hydrogen sulphide production (H₂S) of the groups were determined. Organic matter digestibility, metabolic energy and net energy lactation values were calculated with the amount of GP obtained at 24th hour of incubation. The number of protozoa, pH values and viscosity were determined as parameters related to rumen fluid. Dry matter (DM) content of aronia pulp increased with increasing aerobic stability time. The pH value increased as the aerobic stability time of aronia pulp increased. Until the 48th hour of incubation, the highest amount of GP was found in the fresh material. The lowest amounts of CH₄, CO₂, NH₃ and H₂S were determined in the 7th day of aerobic stability. The analysis results showed that aronia pulp could remain intact for 7 days. Ensiling of aronia pulp caused nutritional losses.

Key words: Aronia pulp, silage, *in vitro* gas production, methane, viscosity.

GİRİŞ

Yem kaynaklarının miktar ve kalite olarak yetersizliği ve aynı zamanda çoğunun pahalı olması, yem üreticilerini ve hayvan beslemecileri yeni ve alternatif yem kaynaklarını bulmaya ve bu kaynaklarla ilgili araştırmalar yapmaya yöneltmiştir. Nitekim geçmiş yıllarda hayvan yemi olarak değerlendirilmeyen kimi tarımsal sanayi yan ürünlerinin (bira posası, üzüm posası, anason posası vb.) son yıllarda hayvan beslemede yaygın olarak kullanıldığı gözlenmektedir. Ülkemizde de bunların bir kısmı hayvan beslemede kullanılmakla beraber, bunun yanında hayvan yemi olarak değerlendirilmeyen veya yem değeri henüz saptanmamış olan tarımsal sanayi yan ürünlerinin miktarı da azımsanamayacak boyutlardadır (Özdüven ve ark., 2005).

Ülkemizde yeni yeni üretimi yaygınlaşan tarımsal sanayi yan ürünlerinden birisi de aronya posasıdır. Aronya posası, meyve suyu yapılırken meyvenin çöp ve sapsı ayrıldıktan sonra ezilip sıkılması sonucu elde edilir. Gün geçtikçe üreticilerin ve özel sektörün bu meyve türüne ilgisi giderek artmaktadır. 2014 yılında Yalova ve Kırklareli’de küçük bahçeler kurulmuş, 2017 yılında ticari anlamda yetiştiricilik çalışmaları başlamış ve ilk büyük aronya bahçeleri 2017 yılında Kırklareli’de 200 da ve Manisa’da 50 da olarak kurulmuştur. Bunların dışında yine 2017 yılında başta Yalova olmak üzere Çanakkale, Samsun, İstanbul, Antalya ve Bursa’da küçük bahçeler kurulmaya başlamıştır. Yine 2018 ve 2019 yıllarında Kırklareli, Ankara, Bursa, İzmir, Çanakkale, Bolu, Trabzon, Giresun, Kırşehir ve Tekirdağ’da aronya bahçeleri kurulmaya devam etmiştir (Şahin ve Erdoğan, 2022).

Aronya; *Rosaceae* familyası, *Aronia* cinsi içerisinde yer almaktadır. Bu cins içerisinde *Aronia melanocarpa* (Michaux) Elliot (*Black chokeberry*), *Aronia prunifolia* (Marshall) Rehder (*Purple chokeberry*) ve *Aronia arbutifolia* (Linnaeus) Persoon (*Red chokeberry*) olmak üzere bilinen üç türü mevcuttur. Aronya (*Aronia melanocarpa*) meyveleri, antosiyaninler, karotenoidler, yağ asitleri, flavonoidler, fenolik bileşikler ve vitaminler dahil olmak üzere birçok biyoaktif bileşik içerir. Kuzey Amerika’nın doğu bölgelerinden gelen aronya meyveleri, 20. yüzyılın ortalarından beri eski Sovyetler Birliği’nde yetiştirilmekte ve tıbbi olarak kullanılmaktadır. Günümüzde aronya, ev yapımı veya ticari meyve suları, reçeller, meyve çayları, şarap ve doğal gıda renklendiricilerinin üretiminde kullanıldığı Doğu Avrupa ülkeleri ve Rusya’da da yetiştirilmektedir (Yılmaz ve ark., 2021). Aronya meyvelerinin antioksidan etkisinin yanında, antiviral, antibakteriyel, antidiyabetik ve antiinflamatuvar etkileri de vardır (Jurikova ve ark., 2017). Aronya meyvesi, benzaldehit siyanohidrin, hidrosiyamik asit ve benzaldehitin içeriklerinin hakimiyetinde olan toplamda 40’tan fazla uçucu bileşiği içermektedir. Aronyanın ihtiva ettiği flavonoidler içerisinde en fazla olan antosiyaninler ve ağırlıklı olarak epikateşinden oluşan prosiyanidinlerdir (Kokotkiewicz ve ark., 2010; Koç, 2023). Aronya içeriğindeki ana flavanoller prosiyanidinlerdir. Prosiyanidin miktarı kuru ağırlık olarak %0.66 ile %5.18 arasında değişmektedir (Wu ve ark., 2004). Antosiyaninlerin varlığı bitkinin antioksidan kapasitesini belirleyen en önemli etmenlerdendir. Aronya meyvelerinde antosiyaninler, kuru ağırlık olarak %0.60 ile %2.00 arasında değişen bir konsantrasyon aralığı ile yüksek fenolik içeriğine sahiptir. Toplam polifenol içeriği 100 g kuru ağırlık başına 1752 mg’dır. Antosiyanin içeriği 100 g kuru ağırlık başına 1480 mg’dır ve proantosiyanidin konsantrasyonu 100 g taze ağırlık başına 664 mg’dır. Bu değerler, bugüne kadar olan bitkilerde ölçülen en yüksek değerler arasındadır (Kokotkiewicz ve ark., 2010).

Bu çalışmada aronya posasının taze ve silolanarak saklanması aerobik stabilite özellikleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Ayrıca *in vitro* gaz üretim tekniği kullanılarak, aronya posasının silolanmasının ve aerobik stabilite süresinin sindirilebilirlik üzerine olan etkileri belirlenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Yem Materyali

Araştırmanın yem materyalini taze olarak alınan çöp ve sap kısımları ayrılmış aronya posası oluşturmuştur (Şekil 1). Aronya posası Tekirdağ Bağcılık Araştırma enstitüsünden temin edilmiştir. Taze olarak alınan yaklaşık 50 kg posa laboratuvar ortamına getirilmiş ve 2 muamele (silolanmamış ve silolanmış) grubuna ayrılmıştır. Silolanmamış gruptaki aronya posası 5’er kg’lık 5 tekerrürlü olacak şekilde açıkta bırakılarak 7 günlük aerobik stabilite testine tabi tutulmuştur. Diğer muamele grubunda aronya posası 30 gün silolanmış ve silolama sonrası 7 günlük aerobik stabilite testine tabi tutulmuştur. Taze ve silolanmış yem örneklerinde aerobik stabilitenin 0., 1., 3., 7. günlerinde kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır.



Şekil 1. Aronya posası ve silolanması

Kimyasal ve Mikrobiyolojik Analizler

Aronya posasında pH, kuru madde (KM), laktik asit (LA), suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK), laktik asit bakterileri (LAB), maya ve küf sayımları yapılmıştır. Aronya posasının silolanmamış ve silolanmış olarak, başlangıç ve 7 günlük aerobik stabilite süresi sonundaki besin madde kompozisyonuna ilişkin kuru madde (KM), ham protein (HP), ham yağ (HY) ve ham selüloz (HS) analizleri AOAC (2005)'da bildirilen yöntemle yapılmıştır. Aronyanın metabolik enerji (ME) değeri Carpenter ve Clegg (1956)'ın bildirdiği formüle (1) göre hesaplanmıştır (Metabolik enerji hesaplanmasında kullanılan HP, HY ve HS değerleri "g/kg, OM" üzerinden alınmıştır). Azotsuz öz madde (NÖM) değeri ise aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Araştırmada pH analizi Chen ve ark. (1994), SÇK analizleri Dubois ve ark. (1956)'nın bildirdikleri yöntemle yapılmıştır. Aronya posalarının LA analizi Koç ve Coşkuntuna (2003)'nin bildirdikleri spektrofotometrik yöntem ile saptanmıştır. Aronya posalarında LAB, maya ve küf sayımları Seale ve ark. (1990) tarafından bildirilen yöntemler doğrultusunda yapılmıştır.

$$\% NÖM = \% KM - (\% HK + \% HP + \% HY + \% HS)$$

$$ME \left(\frac{kcal}{kg}, OM \right) = 3260 + 0.455 \times HP + 3.517 \times HY - 4.037 \times HS$$

In vitro gaz üretim parametreleri

In vitro gaz üretim değerlerinin belirlenmesinde Menke ve ark. (1979) tarafından bildirilen Gaz Üretim Tekniği kullanılmıştır. Rumen sıvısı, kesimhanede kesilen rumen oluşumunu tamamlamış, % 60/40 kaba/kesif yem ile yaşama payının 1.25 katı düzeyinde beslenen 2 yaşındaki Holstein ırkı sığırdan alınarak, termos içinde sıcaklığı 38-40 °C arasında sabit tutmuş ve hızlı bir şekilde laboratuvara getirilmiştir. Rumen sıvısı içerisinde kalan katı kısım süzülerek ayrılmış analiz için uygun forma getirilmiştir. 100 ml hacimli cam enjektörlere 200 mg örnekler ve standart yem koyularak, 30 ml rumen sıvısı/tampon çözelti (½) eklenmiştir. Cam enjektörler 39 °C'de inkübasyon dolabında 48 saat bekletilmiş, 3, 6, 12, 24 ve 48. saatlerdeki oluşan gaz değerleri ölçülmüştür. İnkübasyonun 24. saatinde elde edilen gaz değerleri standart yeme göre düzeltilmiştir. Elde edilen veriler sonucunda *in vitro* organik madde sindirimi (OMS), metabolik enerji (ME) ve net enerji laktasyon (NE_L) değerleri hesaplanmıştır.

$$ME = 2.2 + 0.136 \times GÜ + 0.0057 \times HP + 0.00029 \times HY^2$$

$$NE_L = 0.1149 \times GÜ + 0.0054 \times HP + 0.0139 \times HY - 0.0054 \times HK - 0.36$$

$$OMS = 14.88 + 0.889 \times GÜ + 0.45 \times HP + 0.0651 \times HK$$

GÜ: 24 saatte üretilen gaz üretim miktarı (ml/200 mg); HP: Yem örneklerindeki ham protein (%KM); HY: Yem örneklerindeki ham yağ (%KM); HK: Yem örneklerindeki ham kül içeriği (%KM). ME; metabolik enerji (MJ/kg, KM), NE_L; net enerji laktasyon (MJ/kg, KM), OMS; *in vitro* organik madde sindirimi (%).

Kümülatif gaz üretim verileri, Ørskov ve McDonald (1979)'ın bildirdikleri modele göre NEWAY paket programı kullanılarak yapılmıştır.

$$Y = a + b(1 - e^{-ct})$$

- a: hemen çözünen fraksiyondan gaz üretimi (ml)
b: çözünmeyen fraksiyondan gaz üretimi (ml)
c: çözünmeyen fraksiyon için gaz üretim hızı sabiti (ml/h)
t: inkübasyon süresi (h)
Y: "t" zamanında üretilen gaz

İnkübasyonun 24. saatinde oluşan gaz enjektör yardımı ile alınarak, MX6 İBRİD Multi-Gaz dedektörü ile metan (CH₄), karbondioksit (CO₂), amonyak (NH₃) ve hidrojen sülfür (H₂S) gazlarının değerleri ölçülmüştür. Rumen sıvısının pH değeri, inkübasyonun 0 ve 48. saatlerinde dijital bir pH metre (WTW Inolab pH 730) ile ölçülmüştür.

Protozoa Sayımı

Protozoa sayısı için inkübasyonun başlangıcında ve 48. saatinde alınan 1 ml rumen sıvısı 9 ml protozoa sayım çözeltisiyle (0,6 g metil yeşili, 8 g NaCl, 100 ml %37'lik formaldehit 1 litrelik balon jöjeye koyularak, üzeri 1000 ml çizgisine kadar distile su ile tamamlanır) karıştırılmıştır. Işık mikroskobu kullanılarak, Thoma lamında (derinlik: 0,100 mm, küçük kare alanı: 0,0025 mm²) bir büyük kareye (16 tane orta büyüklükte kare) düşen protozoa sayısı belirlenmiştir. Bulunan sayı, aşağıda verilen formülde yerine koyularak, 1 ml rumen sıvısındaki protozoa sayısı hesaplanmıştır (Harmeyer, 1965).

$$P.S = \frac{P \times S.O \times B.H}{A} \times 1000$$

- P.S: 1 ml rumen sıvısındaki protozoon sayısı
P: Bulunan protozoa sayısı
S.O: Sulandırma oranı (1/10)
B.H: Birim hacim (En küçük birimin hacmi, 1/4000 mm³)
A: Protozoo sayımının gerçekleştirildiği alan (256 küçük kare)

Viskozite Ölçümü

Rumen sıvılarının viskozite yoğunluğunu belirlemek için NDJ-1 ROTATIONAL VISCOMETER cihazı kullanılmıştır. İnkübasyonun başlangıcında ve 48. saatinde elde edilen rumen sıvıları filtre kağıdında süzüldükten sonra, 10 dk boyunca 5000 rpm devirde santrifüj edilmiştir. Santrifüj tüpünde üstte kalan sıvı kısım alınarak yoğunluğu hesaplanmıştır. 24 °C sabit sıcaklıkta viskozitesi ölçülen rumen sıvılarının dinamik viskozitesi (η) belirlenmiştir (Coşkuntuna ve ark., 2008; Erten ve ark., 2023a). Aşağıda verilen formüller ile kinematik viskozite (v) hesaplanmıştır.

Dinamik viskozite (mPa.s) = Kofaktör (K) × Kadran üzerinde okuma (Sapma açısı) (a)

$$\eta = K \times a$$

Dinamik viskozite (mPa.s) = Kinematik viskozite (mm²/s) × Kinematik viskoziteyi belirlerken sıcaklıktaki yoğunluk (g/cm³) (ρ)

$$\eta = v \times \rho$$

İstatistiksel analizler

Araştırma besin madde kompozisyonu ve *in vitro* gaz üretim parametreleri 2 × 2 × 5, aerobik stabilite süresinin değerlendirilmesine yönelik analizler 2 × 4 × 5 deneme desenine göre planlanmıştır. Elde edilen verilerin istatistik analizleri SPSS 22 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Gruplar arası farklılığın belirlenmesinde tek yönlü varyans analizi, grup etkilerinin karşılaştırmasında ise Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Parametreler arasındaki ilişkiyi incelemek için Pearson Correlation analiz testi uygulanmıştır (Genç ve Soysal, 2018).

BULGULAR ve TARTIŞMA**Besin Madde Kompozisyonuna İlişkin Bulgular**

Aronya posasının başlangıç materyaline ilişkin analiz değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Silolama öncesi aronya posasında saptanan pH değeri 4.14, kuru madde (KM) değeri ise %47.11 olarak bulunmuştur. Silajda arzu edilen yönde fermantasyon gelişiminin sağlanması bakımından önem taşıyan SÇK miktarı 6.22 g/kg KM olarak tespit edilmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalarda, aronya meyvesinin SÇK miktarının düşük olduğu, olgunlaşması ile birlikte SÇK miktarının arttığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Andrzejewska ve ark., 2015; Denev ve ark., 2018; Yang ve ark., 2019).

Çizelge 1. Aronya posasının başlangıç materyaline ilişkin değerler

Özellikler	Değer
pH	4.14
KM	47.11
HP	7.47
HK	2.53
HY	3.97
HS	14.67
SÇK	6.22
LA	32.18
LAB	5.95
Maya	6.38
Küf	0.00

KM: Kuru madde (%), HP: Ham protein (%KM), HK: Ham kül (%KM), HY: Ham yağ (%KM), HS: Ham selüloz (%KM), SÇK: Suda çözünebilir karbonhidratlar (g/kg, KM); LA: Laktik asit (g/kg, KM), LAB: Laktik asit bakterileri (log₁₀ kob/g KM).

Aerobik stabilitenin başlangıcında ve 7. gününde (taze ve silolanmış) aronya posası örneklerinde besin değerlerine ilişkin analiz sonuçları Çizelge 2’de sunulmuştur.

Aronya posasının KM değerleri %90.64-94.66 arasında değişmiştir. En yüksek ve en düşük KM miktarları silolanmamış aronya posalarında görülmüştür. En yüksek KM miktarı aerobik stabilitenin 7. gününde görülürken, en düşük KM değeri başlangıç materyalinde bulunmuştur. Aerobik stabilite süresi sonuna doğru, aronya posalarının KM miktarları artmıştır (P<0.001). Başlangıç materyali ile kıyaslandığında, 30 günlük silolanmış aronya posasının KM miktarı daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuca göre silolamanın aronya posasının KM miktarını artırdığı söylenebilir (P<0.001). Aronya posalarının OM ve NÖM değerlerindeki değişiklikler, KM değerlerindeki değişiklikler ile benzerlik göstermiştir.

Çizelge 2. Aronya posası örneklerinde besin madde kompozisyonuna ilişkin değerler (%KM)

S.D	Taze		Silolanmış		SH	P		
	0	7	0	7		S	S.D	S * S.D
KM	90.64 d	94.66 a	93.43 c	94.30 b	0.596	0.000	0.000	0.000
OM	88.11 d	91.85 a	90.72 c	91.36 b	0.545	0.000	0.000	0.000
HK	2.53 d	2.81 b	2.71 c	2.94 a	0.057	0.000	0.000	0.007
HP	7.47 a	6.87 d	7.20 b	7.01 c	0.085	0.000	0.000	0.000
HS	14.67 c	14.93 b	14.62 d	15.14 a	0.079	0.000	0.000	0.000
HY	3.97 a	2.27 d	2.64 b	2.46 c	0.252	0.000	0.000	0.000
NÖM	61.99 d	67.77 a	66.25 c	66.74 b	0.832	0.000	0.000	0.000
ME	3219.29 a	3212.30 c	3214.89 b	3212.26 c	1.083	0.000	0.000	0.000

^{a-d}: Aynı satırdaki farklı harf içeren gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. S: Aerobik stabilite süresi (gün), S.D: Silolama durumu, KM: Kuru madde, OM: Organik madde, HK: Ham kül, HP: Ham protein, HS: Ham selüloz, HY: Ham yağ, NÖM: Nitrojensiz öz madde, ME: Metabolik enerji (kcal/kg, OM), SH: Standart hata.

Aronya posasının HK değerleri %2.53-2.94 KM arasında değişmiştir. En yüksek HK miktarı silolanmış aronya posalarında bulunmuştur. En yüksek HK değeri aerobik stabilitenin 7. gününde görülürken, en düşük HK

miktarı başlangıç materyalinde bulunmuştur. Aerobik stabilite süresi sonuna doğru, aronya posalarının HK miktarları artmıştır ($P<0.001$). Başlangıç materyali ile karşılaştırıldığında 30 günlük silolan aronya posasının HK miktarı daha yüksek bulunmuştur ve bu sonuca dayanarak silolamanın aronya posasının HK miktarını artırdığı söylenebilir ($P<0.001$). Benzer sonuçlara benzer sonuçlar narenciye posası ile yapılan bir çalışmada da tespit edilmiştir. Fermantasyonun 60. gününde narenciye posasının HK değerinin, başlangıç materyalinden daha yüksek olduğu bildirilmiştir. (Kordi ve Naserian, 2021).

Aronya posasının HP ve HY değerleri sırasıyla 6.87-7.47 ve 2.27-3.97 %KM aralığında değişmiştir. En yüksek HP ve HY miktarları başlangıç materyalinde görülürken, en düşük HP ve HY miktarları silolanmamış grupta, aerobik stabilitenin 7. gününde bulunmuştur. Aerobik stabilite süresi sonuna doğru, aronya posalarının HP ve HY miktarları azalmıştır ($P<0.001$). Başlangıç materyali ile karşılaştırıldığında 30 günlük silolan aronya posasının HP ve HY miktarları daha düşük bulunmuştur, bu yüzden silolamanın aronya posasının HP ve HY miktarlarını azalttığı söylenebilir ($P<0.001$). Aronya posalarının ME değerlerindeki değişiklikler, HP ve HY değerlerindeki değişiklikler ile benzerlik göstermiştir. Uygun ortam, sıcaklık ve katkı maddelerine bağlı olarak, yemlerin silolanması ile birlikte HP ve HY değerlerinin azalıp ya da artacağı bildirilirken (Koç ve ark., 2020; Gül ve ark., 2023), iyi silolanmayan yemlerin proteolize uğrayarak HP değerlerinin düşüp, $\text{NH}_3\text{-N}$ değerlerinin ise artacağı belirtilmiştir (Erten ve Koç, 2023). Benzer sonuçların bulunduğu limon, portakal ve mandalina posa silajları ile yapılan bir çalışmada, başlangıç materyallerinin HP değerleri sırasıyla, %7.56, 4.63 ve 4.81 olarak tespit edilmiştir. Posaların HY değerleri ise sırasıyla, %2.84, 0.81 ve 0.98 olarak belirlenmiştir. Posalar 90 gün silolandıktan sonra, HP değerleri düşerken, HY değerleri artmıştır (Ülger ve ark., 2020). Kordi ve Naserian (2021)'nin yaptıkları çalışmada, narenciye posasının silolanması ile birlikte başlangıç materyaline göre HP ve HY değerlerinin arttığını bildirmişlerdir. Canbolat ve ark. (2014) nar posası ile yaptıkları çalışmada ise 60 günlük silolamanın, başlangıç materyaline göre HP değerini artırdığını, HY değerini azalttığını bildirmişlerdir.

Aronya posasının HS değerleri %14.62-15.14 KM arasında değişmiştir. En yüksek HS miktarı silolanmış grupta aerobik stabilitenin 7. gününde görülürken, en düşük HS değeri yine silolanmış grupta aerobik stabilitenin başlangıcında bulunmuştur. Aerobik stabilite süresi sonuna doğru, aronya posalarının HS miktarları artmıştır ($P<0.001$). Silaj da oluşan KM kayıpları hücre duvarı bileşenlerini oransal olarak artırabilmektedir (Pahlow ve ark., 2003, Filya, 2007). Başlangıç materyali ile kıyaslandığında 30 günlük silolan aronya posasının HS miktarı daha yüksek bulunmuştur. Bu durumda silolamanın aronya posasının HS miktarını artırdığı söylenebilir ($P<0.001$). Ülger ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, limon, portakal ve mandalina posalarının 90 günlük silolanması ile birlikte HS değerlerinin arttığını bildirmişlerdir.

Posalar ile yapılan diğer bir çalışmada; elma posasının 45 günlük silolama sonrası HK, HP ve HY değerlerinin sırasıyla, %2.43, 7.64 ve 4.40 olduğu belirlenmiştir (Canbolat, 2022). Şeker pancarı posası silajı ile yapılan çalışmada ise, 60 günlük silolama sonrası HK, HP ve HY değerleri sırasıyla, %6.71, 11.58 ve 1.02 olarak belirlenmiştir (Kılıç ve Sarıççek, 2010). Elma posası silajı HK, HP ve HY değerleri bakımından aronya posası silajına benzerlik göstermiştir. Şeker pancarı posası silajı ise aronya posası silajına göre daha yüksek HK ve HP değerine sahip olurken, HY değeri bakımından aronya posası silajı daha yüksek bulunmuştur.

Aerobik Stabilite Parametrelerine İlişkin Bulgular

Taze ve silolanmış aronya posalarının aerobik stabilite süresince bazı özelliklerine ilişkin saptanan değerler Çizelge 3'te verilmiştir.

Aronya posasının KM değerleri % 41.80-56.84 arasında değişmiştir. En yüksek ve en düşük KM değerleri silolanmış aronya posalarında bulunmuştur. En yüksek KM değeri aerobik stabilitenin 7. gününde görülürken, en düşük KM değeri ise aerobik stabilitenin başlangıcında görülmüştür. Aronya posalarında aerobik stabilite süresi arttıkça KM değeri artmıştır. Bu yüzden süre interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Silolamanın KM üzerinde istatistiksel olarak bir etkisi olmamıştır ($P>0.05$). Silolama faktörünün etkisi düşük bulunurken ($n^2 = 0.001$), süre faktörünün etkisi yüksek bulunmuştur ($n^2 = 0.336$). Silajlık materyallerin KM içeriği de silaj kalitesi ve KM kayıplarını etkilemektedir (Tabacco ve ark. 2011). Bazı araştırmacılar tarafından, posaların silolanması ile birlikte KM değerlerinin başlangıç materyaline göre düştüğü bildirilirken (Özdüven ve ark., 2005; Ülger ve ark., 2020; Kordi ve Naserian, 2021), bazı araştırmacılar ise posaların silolanması ile birlikte KM değerlerinin başlangıç materyaline göre arttığını bildirmişlerdir (Canbolat ve ark., 2014).

Aronya posasının pH değerleri 3.54-4.34 arasında değişmiştir. En yüksek ve en düşük pH değerleri silolanmamış aronya posalarında bulunmuştur. En yüksek pH değeri aerobik stabilitenin 3. gününde görülürken, en düşük pH değeri ise aerobik stabilitenin 7. gününde belirlenmiştir. Aerobik stabilite süresi arttıkça pH değeri yükselmiştir, fakat silolanmayan aronya posalarında, aerobik stabilite süresi arttıkça, pH değeri düşmüştür (3. gün hariç). Bu yüzden S.D ve S interaksyonları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Süre faktörünün etkisi ($n^2 = 0.371$), silolama faktörüne göre daha yüksek bulunmuştur ($n^2 = 0.038$). Günel Öztürk ve Koç (2020) yaptıkları çalışmada, silajların depolama süresinin artması ile birlikte pH değerlerinin düştüğünü

bildirmiştir. Yaş bira posası ile yapılan bir çalışmada taze materyalin pH değeri 4,74 olarak belirlenirken, 60 günlük fermentasyon sonrası açılan silajların aerobik stabilite sonrası pH değerinin 4.78 olduğu tespit edilmiştir (Okuyucu ve ark., 2018).

Çizelge 3. Taze ve silolanmış aronya posalarının aerobik stabilite süresince bazı özelliklere ilişkin saptanan değerler

S.D	S	KM	pH	SÇK	LA	Maya ¹	LAB ¹
Taze	0	47.11ab	4.14bc	6.22a	32.18abc	6.38a	5.95a
	1	48.56ab	4.06cd	5.76a	31.22abc	5.89a	5.51ab
	3	50.89ab	4.34a	5.45ab	29.79bc	5.86a	5.04bc
	7	47.61ab	3.54e	4.31bc	31.83abc	4.87b	4.69c
Silolanmış	0	41.80b	4.05cd	3.71c	36.27a	5.48ab	5.04bc
	1	45.68b	4.03d	3.27cd	33.20ab	5.76ab	4.71c
	3	48.82ab	4.14bc	3.14cd	31.28abc	6.00a	5.62ab
	7	56.84a	4.19b	2.09d	27.10c	6.30a	5.39abc
SH		1.047	0.046	0.293	0.619	0.109	0.099
P							
S.D		0.864	0.000	0.000	0.406	0.336	0.361
S		0.012	0.000	0.000	0.005	0.278	0.042
S.D*S		0.015	0.000	0.926	0.010	0.000	0.000
n²							
S.D		0.001	0.038	0.722	0.014	0.017	0.012
S		0.336	0.371	0.214	0.367	0.072	0.142
S.D*S		0.311	0.575	0.002	0.307	0.634	0.623

^{a-d}: Aynı sütündeki farklı harf içeren gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. ¹; log₁₀ kob/g. S.D; Silolanma durumu. S: Aerobik stabilite süresi (gün). n²; Etki faktörü. LAB; Laktik asit bakterisi. KM; Kuru madde (%). SÇK; Suda çözülebilir karbonhidrat (g/kg. KM). LA: Laktik asit (g/kg. KM). SH: Standart hata

Aronya posasının SÇK değerleri 2.09-6.22 g/kg, KM arasında değişmiştir. En yüksek SÇK miktarı başlangıç materyalinde bulunurken, en düşük SÇK miktarı silolanmış grupta, aerobik stabilitenin 7. gününde tespit edilmiştir. Aerobik stabilite süresinin artması SÇK miktarını düşürmüştür, bu yüzden süre etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.001). Aronya posasının silolanması SÇK miktarının düşmesine neden olmuştur, bu da S.D etkisinin istatistiksel olarak önemli olmasını sağlamıştır (P<0.001). Silolama faktörünün etkisi (n² = 0.722), süre faktörüne göre daha yüksek bulunmuştur (n² = 0.214). Coşkuntuna ve ark. (2022), yaptıkları çalışmada, silolamanın ve aerobik stabilite süresinin artmasına bağlı olarak SÇK miktarının düştüğünü belirtmiştir. Benzer sonuçları farklı araştırmacılar da bulmuştur (Sibel Soyacan ve ark., 2017; Günel Öztürk ve Koç, 2020).

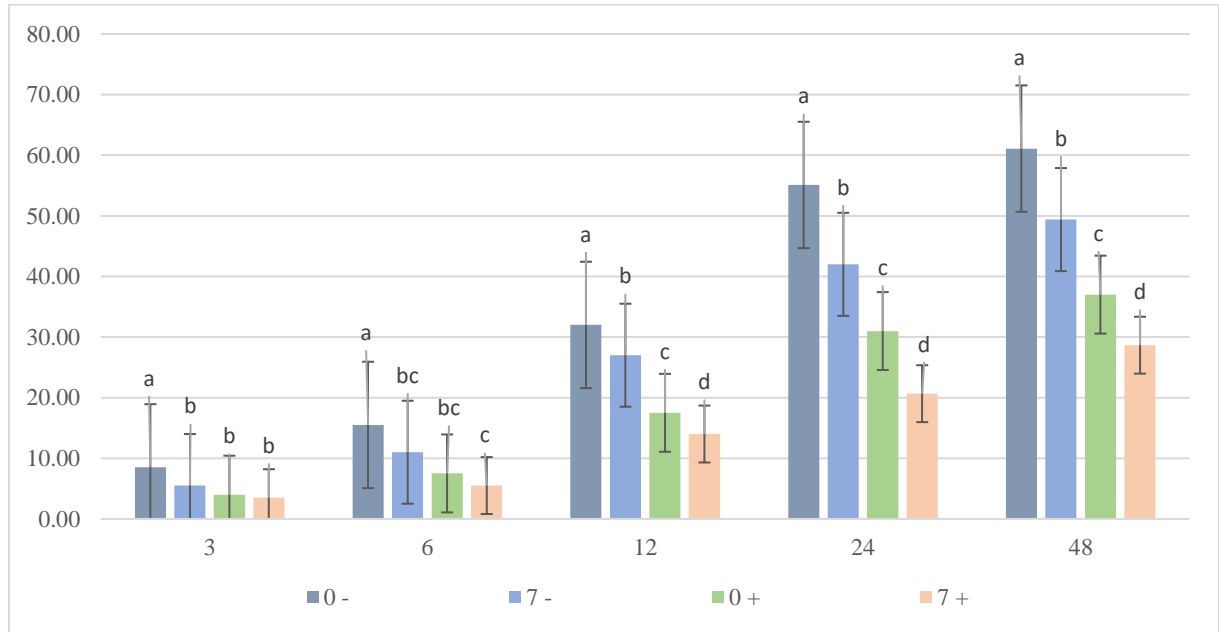
Aronya posasının LA değerleri 27.10-36.27 g/kg, KM arasında değişmiştir. En yüksek ve en düşük LA değerleri silolanmış aronya posalarında belirlenmiştir. En yüksek LA miktarı silolanmış materyalde aerobik stabilitenin başlangıç grubunda görülürken, en düşük LA miktarı ise yine silolanmış materyalde aerobik stabilitenin 7. gününde bulunmuştur. Aronya posasının silolanması, LA değerleri üzerine etki göstermemiştir (P>0.05). Aerobik stabilite süresi arttıkça, LA miktarı düşmüş ve istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.01). Süre faktörü etkisinin yüksek olması (n² = 0.367), S.D*S etkisinin istatistiksel olarak önemli olmasını sağlamıştır (P<0.01). Benzer olarak, Coşkuntuna ve ark. (2022), aerobik stabilite süresinin artmasına bağlı olarak LA miktarının düştüğünü bildirmiştir. Aronya posasının maya değerleri 4.87-6.38 kob/g, KM arasında değişmiştir. En yüksek ve en düşük maya değerleri silolanmamış aronya posalarında belirlenmiştir. En yüksek maya miktarı başlangıç materyalinde tespit edilirken, en düşük maya değerleri aerobik stabilitenin 7. gününde bulunmuştur. Silolanmamış aronya posalarında aerobik stabilite süresine bağlı olarak maya değerleri düşerken, silolanmış aronya posalarında aerobik stabilite süresi arttıkça maya değerleri artmıştır. Aronya posasının silolanması ve aerobik stabilite süresi maya değerleri üzerine bir etki göstermemiştir (P>0.05). Fakat S.D*S etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.001). Bu önemliliğin nedeni, süre faktörü etkisinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (n² = 0,072), bunu sağlayan ise, silolanmamış grubun aerobik stabilitenin 7. günündeki gösterdiği etkidir. Aronya posasının LAB değerleri 4.69-5.95 kob/g, KM arasında

değişmiştir. En yüksek LAB değerleri silolanmamış aronya posalarında belirlenmiştir. En yüksek LAB miktarı başlangıç materyalinde tespit edilirken, en düşük LAB miktarı aerobik stabilitenin 7. gününde bulunmuştur. Aronya posasının silolanması, LAB değerleri üzerine istatistiksel olarak etki göstermemiştir ($P>0.05$). Aerobik stabilite süresi arttıkça, LAB miktarı düşmüştür. Aerobik stabilite süresi bakımından aronya posalarını 3 ve 7 gün açıkta bekletilmesi ile başlangıç değerine göre LAB miktarını azalttığı söylenebilir. Bununla birlikte, süre etkisiyle istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). S.D*S etkisinin istatistiksel olarak önemli olması ($P<0.001$), süre faktörü etkisinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır ($n^2 = 0.142$).

In Vitro Gaz Üretim Parametrelerine İlişkin Bulgular

Taze ve silolanmış aronya posalarının, aerobik stabilite süresince *in vitro* gaz üretim (GÜ) parametrelerine ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4 ve Şekil 2’de verilmiştir.

İnkübasyonun 48. saatine kadar en yüksek GÜ miktarı başlangıç materyalinde bulunurken, en düşük GÜ miktarı ise silolanmış grupta, aerobik stabilitenin 7. gününde tespit edilmiştir. Silolanma durumu aronya posasının GÜ miktarını azaltmıştır ($P<0.002$). Bu durum besin madde kayıpları ile açıklanabilir. Aerobik stabilite süresi bakımından en yüksek GÜ miktarı başlangıç materyallerinde bulunmuştur ($P<0.016$). Kuru madde kayıplarına bağlı olarak GÜ miktarının düştüğü söylenebilir. Limon, portakal ve mandalina posa silajlarının 24 saatlik inkübasyonu sonunda elde edilen GÜ miktarları sırasıyla, 74.00, 77.00 ve 74.67 ml olarak belirlenmiştir (Ülger ve ark., 2020). Elma posası ile yapılan bir çalışmada ise 24 saatlik inkübasyon sonrası oluşan GÜ miktarının ise 43.86 ml olduğu bildirilmiştir (Canbolat, 2022). Beyaz dut posası silajı ile yapılan başka bir çalışmada 24 saatlik inkübasyon sonrası oluşan GÜ miktarının 30.18 ml olduğu saptanmıştır (Köksal ve ark., 2021). Şeker pancarı posası silajı ile yapılan çalışmada, 24 saatlik inkübasyon sonrası oluşan GÜ miktarının 47.05 ml olduğu tespit edilirken (Kılıç ve Sarıççek, 2010), nar posası silajı ile yapılan başka bir çalışmada, 24 saatlik inkübasyon sonunda oluşan GÜ miktarının 41.83 ml olduğu belirlenmiştir. Aronya posasının elma, dut, şeker pancarı ve nar posası silajlarına göre daha yüksek *in vitro* gaz üretim değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 2. İnkübasyon süresine bağlı olarak grupların gaz üretim miktarları (ml/200mg)

Aronya posalarının GÜ miktarlarına bağlı olarak *in vitro* OMS, ME ve NE_L değerleri en yüksek başlangıç materyalinde bulunurken, en düşük OMS, ME ve NE_L değerleri silolanmış grupta, aerobik stabilitenin 7. gününde tespit edilmiştir. Silolanmanın ve aerobik stabilite süresinin, aronya posasında sindirebilirliği azalttığı belirlenmiştir ($P<0.05$). Köksal ve ark. (2021) beyaz dut posasının OMS değerini %53.27 olarak tespit etmişlerdir. Yapılan bir çalışmada, üzüm posası silajının ME ve NE_L değerleri 7.71 ve 4.29 MJ/kg KM olarak bulunmuştur (Özdüven ve ark., 2005). Aronya posasının üzüm posasına göre daha yüksek ME ve NE_L değerine sahip olduğu görülmektedir. Kılıç ve Sarıççek (2010) şeker pancarı posasının OMS değerini %62.35 olarak tespit ederken, Canbolat ve ark. (2014) nar posasının OMS değerinin % 51.60 olduğunu bildirmişlerdir.

İnkübasyonun 24. saatinde ölçülen CH₄ miktarı 1.61-6.75 ml arasında değişmiştir. En yüksek CH₄ miktarı başlangıç materyalinde bulunurken, en düşük CH₄ miktarı silolanmış grupta, aerobik stabilitenin 7. gününde

belirlenmiştir. Aronya posasının silolanması CH₄ miktarını düşürmüştür (P<0.015). Yapılan çalışmalarda fermantasyonun CH₄ miktarını düşürdüğü ve silolamanın besin madde kayıpları sebebiyle GÜ miktarını da düşürdüğü belirtilmiştir (Erten ve ark., 2022). Aerobik stabilite süresi arttıkça GÜ miktarına bağlı olarak CH₄ miktarı da düşmüştür (P<0.011). Ülger ve ark. (2020) limon, portakal ve mandalina posası silajlarının CH₄ miktarlarını sırasıyla, 12.38, 11.73 ve 11.77 ml olarak bulmuşlardır. Aronya posası limon, portakal ve mandalina posa silajlarına göre daha düşük CH₄ miktarlarına sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. *In vitro* gaz üretim parametreleri

S.D	Taze		Silolanmış		SH	P		
	S	0	7	0		7	S	S.D
a	10.52 a	8.78 b	6.60 c	5.03 d	0.794	0.002	0.000	0.725
b	50.57 a	40.60 b	30.40 c	23.63 d	3.881	0.001	0.000	0.187
c	0.22 a	0.18 b	0.14 c	0.11 d	0.017	0.002	0.000	0.725
GÜ ₃	8.50 a	5.50 b	4.00 b	3.50 b	0.754	0.016	0.002	0.045
GÜ ₆	15.50 a	11.00 b	7.50 bc	5.50 c	1.457	0.008	0.001	0.132
GÜ ₁₂	32.00 a	27.00 b	17.50 c	14.00 d	2.732	0.002	0.000	0.251
GÜ ₂₄	55.09 a	42.00 b	30.99 c	20.66 d	4.885	0.003	0.000	0.484
GÜ ₄₈	61.09 a	49.38 b	37.00 c	28.66 d	4.672	0.001	0.000	0.238
OMS	64.37 a	52.72 b	42.93 c	35.48 c	4.139	0.004	0.000	0.259
ME	9.72 a	7.94 b	6.44 c	5.04 d	0.663	0.003	0.000	0.479
NE _L	6.05 a	4.51 b	3.26 c	1.92 d	0.582	0.002	0.000	0.657
CH ₄	6.75 a	2.18 b	1.96 b	1.61 b	0.827	0.011	0.015	0.024
CO ₂	32.77 a	14.90 b	18.09 b	11.88 b	3.177	0.024	0.009	0.081
NH ₃	0.305 a	0.134 b	0.130 b	0.095 b	0.032	0.008	0.010	0.037
H ₂ S	0.745 a	0.330 b	0.331 b	0.229 b	0.078	0.011	0.011	0.055
pH ₀	7.20	7.20	7.20	7.20				
pH ₄₈	6.99 d	7.33 a	7.03 c	7.19 b	0.050	0.000	0.000	0.000
Protozoa ₀	0.63	0.63	0.63	0.63				
Protozoa ₄₈	1.88 c	0.94 d	2.50 a	2.19 b	0.221	0.000	0.000	0.000
Vizkosite ₀	0.206	0.206	0.206	0.206				
Vizkosite ₄₈	0.203 ab	0.342 a	0.190 b	0.199 b	0.030	0.033	0.038	0.056

^{a-d}: Aynı satırdaki farklı harf içeren gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. S.D; Silolanma durumu. S: Aerobik stabilite süresi (gün). a: hemen çözünen fraksiyondan gaz üretimi (ml). b: çözünmeyen fraksiyondan gaz üretimi (ml). c: çözünmeyen fraksiyon için gaz üretim hızı sabiti (ml/h). GÜ: Gaz üretimi (ml). OMS; *in vitro* organik madde sindirimi (%). ME; metabolik enerji (MJ/kg. KM). NE_L; net enerji laktasyon (MJ/kg. KM). CH₄: Metan (ml). CO₂: Karbondioksit (ml). NH₃: Amonyak (mg/ml). H₂S: Hidrojen sülfür (mg/ml). Protozoa: x 10⁵. SH: Standart hata.

İnkübasyonun 24. saatinde ölçülen CO₂ miktarı 11.88-32.77 ml arasında değişmiştir. En yüksek CO₂ miktarı başlangıç materyalinde bulunurken, en düşük CO₂ miktarı silolanmış grupta, aerobik stabilitenin 7. gününde belirlenmiştir. Aronya posasının silolanması CO₂ miktarını düşürmüştür (P<0.009). Aerobik stabilite süresi arttıkça GÜ miktarına bağlı olarak CO₂ miktarı da düşmüştür (P<0.024).

İnkübasyonun 24. saatinde ölçülen NH₃ ve H₂S miktarları en yüksek başlangıç materyalinde bulunurken, en düşük silolanmış grupta, aerobik stabilitenin 7. gününde belirlenmiştir. Silolamanın aronya posasında NH₃ ve H₂S miktarını düşürdüğü (P<0.05) tespit edilmiştir. Aerobik stabilite süresine bağlı olarak NH₃ ve H₂S miktarı da azalmıştır (P<0.05).

Rumen sıvısının, inkübasyon başlangıcındaki pH değeri 7.20 olarak bulunmuştur. İnkübasyonun 48. saatinde ölçülen pH değerleri 6.99-7.33 arasında değişmiştir. Aerobik stabilite süresi arttıkça pH değeri artmıştır (P<0.001). Rumen ortamında, mikroorganizmaların yardımı ile besin parçalanmaları sonucunda ortamda uçucu yağ asitleri (UYA) meydana gelir. Bu UYA bileşenleri rumen sıvısının pH değerini düşürerek, ortamın asitliğini artırır (Erten ve ark., 2023b). Başlangıç materyalinin en düşük pH değerine sahip olmasının sebebi de besin madde parçalanmalarının en fazla bu grupta olmasıdır. En yüksek pH değeri ise silolanmamış grupta, aerobik stabilitenin 7. gününde bulunmuştur. Silolama durumu ve aerobik stabilite süresi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.001). Rumen içerisinde besin madde parçalanmalarını gösteren bir diğer etmen ise rumen

sıvısı viskozitesidir. En yüksek viskozite değeri yine silolanmamış grupta, aerobik stabilitenin 7. gününde belirlenmiştir. Silolama durumu ve aerobik stabilite süresi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Ayrıca, silolanmayan ve 7 gün aerobik stabiliteye maruz kalmış aronya posalarında en düşük protozoa sayısı bulunmuştur. En yüksek protozoa sayısı ise silolanmış grupta, aerobik stabilitenin başlangıcında belirlenmiştir. Silolama durumu ve aerobik stabilite süresi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.001$).

Korelasyon Analizine İlişkin Bulgular

In vitro gaz üretim parametrelerine ilişkin korelasyon analiz sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. *In vitro* gaz üretim parametrelerine ilişkin korelasyon analiz sonuçları

Korelasyon		GÜ	CH ₄	CO ₂	NH ₃	H ₂ S	pH	Protozoa	Viskozite
GÜ	Pearson's r	—							
	P	—							
CH ₄	Pearson's r	0.860	—						
	P	0.140	—						
CO ₂	Pearson's r	0.853	0.973*	—					
	P	0.147	0.027	—					
NH ₃	Pearson's r	0.893	0.995**	0.986*	—				
	P	0.107	0.005	0.014	—				
H ₂ S	Pearson's r	0.895	0.992**	0.990*	0.999***	—			
	P	0.105	0.008	0.010	< .001	—			
pH	Pearson's r	-0.277	-0.590	-0.713	-0.599	-0.613	—		
	P	0.723	0.410	0.287	0.401	0.387	—		
Protozoa	Pearson's r	-0.914	-0.817	-0.716	-0.816	-0.806	0.027	—	
	P	0.086	0.183	0.284	0.184	0.194	0.973	—	
Viskozite	Pearson's r	0.254	-0.208	-0.288	-0.179	-0.184	0.832	-0.375	—
	P	0.746	0.792	0.712	0.821	0.816	0.168	0.625	—

GÜ: Gaz üretimi, CH₄: Metan, CO₂: Karbondioksit, NH₃: Amonyak, H₂S: Hidrojen sülfür

Elde edilen veriler ışığında CH₄, CO₂, NH₃ ve H₂S değerleri arasında pozitif korelasyon belirlenmiştir. Gaz üretim miktarı, pH ve protozoa değerleri ile negatif korelasyon içinde bulunmuştur. Viskozite miktarı, GÜ ve pH ile pozitif korelasyon içinde olurken, CH₄, CO₂, NH₃, H₂S ve protozoa değerleri ile negatif korelasyon içinde bulunmuştur.

SONUÇ ve ÖNERİLER


Aronya antioksidan aktivitesi yüksek bir meyvedir. Aronyanın son zamanlarda üretim ve tüketimi artmaktadır. Bu durum, meyve suyu üretim tesislerinde, aronyanın suyu alındıktan sonra geriye kalan posasının değerlendirilmesi için olanak sağlamaktadır. Aronya posasının hayvan beslemede kullanımına dair çalışmalar sınırlıdır. Atık olarak nitelendirilen aronya posalarının, hayvan beslemede yaygın olarak kullanılması için çalışmaların artırılması gerekmektedir.

Elde edilen analiz sonuçlarına göre, aronya posasının ruminant hayvanların beslenmesi için bir kaba yem kaynağı olabileceği belirlenmiştir. Kuru madde miktarının yüksek olması, 7 gün boyunca bozulmadan kalabildiğini göstermiştir. Bu yüzden, hayvan beslemede kısa süreli tüketimler için aronya posasının taze olarak tüketilmesi önerilebilir.


Çıkar Çatışması Beyanı: Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Fisun KOÇ  <http://orcid.org/0000-0002-5978-9232>

Kadir ERTEN  <http://orcid.org/0000-0002-6307-1573>

Levend COŞKUNTUNA  <http://orcid.org/0000-0001-7137-4198>

KAYNAKLAR

- Andrzejewska, J., Sadowska, K., Kloska, L. ve Rogowski, L. 2015. The effect of plant age and harvest time on the content of chosen components and antioxidative potential of black chokeberry fruit. *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, 14(4).
- AOAC, 2005. Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International. 18th edition. Arlington, VA Washington, DC, USA.
- Canbolat, Ö. 2022. Effect of supplementation of urea on the nutritive value and fermentation characteristics of apple pulp silages. *Journal of Agricultural Sciences*, 20-20.
- Canbolat, Ö., Kamalak, A. ve Kara, H. 2014. The effects of urea supplementation on pomegranate pulp (*Punica granatum L.*) silage fermentation, aerobic stability and *in vitro* gas production. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 61(3), 217-223.
- Carpenter, K. J. ve Clegg, K. M. 1956. The metabolizable energy of poultry feeding stuffs in relation to their chemical composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 7(1), 45-51.
- Chen, J., Stokes, M.R. ve Wallace, C.R. 1994. Effects of enzyme-inoculant systems on preservation and nutritive value of haycrop and corn silages. *Journal of Dairy Science*, 77(2), 501-512.
- Coskuntuna, L., Koç, F. ve Coskun, F. 2008. Effect of chemical content and physical characteristics on nutritional value of wheat varieties collected from thrace region. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7(2), 218-221.
- Coşkuntuna, L., Erten, K. ve Koc, F. 2022. Toplam Rasyon Karışımının Silolanmasının Aerobik Stabilite Özellikleri Üzerine Etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(4), 933-942.
- Denev, P., Kratchanova, M., Petrova, I., Klisurova, D., Georgiev, Y., Ognyanov, M. ve Yanakieva, I. 2018. Black chokeberry (*Aronia melanocarpa (Michx.) Elliot*) fruits and functional drinks differ significantly in their chemical composition and antioxidant activity. *Journal of Chemistry*, (1):11.
- Dubois, M., Giles, K., Hamilton, J.K., Rebes, P.A. ve Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28: 350-356.
- Erten, K., ve Koc, F. 2023. Yeniden Silolanmanın Mısır Silajlarının Fermantasyon Kalitesi ve Yem Değeri Üzerine Etkileri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 12(2), 1-10.
- Erten, K., Kaya, A. ve Koc, F. 2022. Bakteriyel inokulant ve organik asit ilavesi ile yeniden silolanmanın mısır silajının aerobik stabilitesi ve *in vitro* gaz üretim parametreleri üzerine olan etkileri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 12(4), 2568-2580.
- Erten, K., Gül, S., Coşkuntuna, L. ve Koç, F. 2023a. Yerfıstığı kabuğu ve farklı tamponlayıcı maddelerin rumen sıvısı parametreleri üzerine etkisi. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Özel Sayı), 1011-1023.
- Erten, K., Coşkuntuna, L. ve Koç, F. 2023b. The relationship between the *in vitro* gas production parameters of feed nutrients. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Science*, 10(3): 529-540.
- Filya, İ. 2007. Ülkemizde silaj yapımı ve silaj kalitesinin artırılma yolları. *Yem Magazin, Mart*, 47, 37-44.
- Genç, S. ve Soysal, M.İ. 2018. Parametrik ve parametrik olmayan çoklu karşılaştırma testleri. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 1(1), 18-27.
- Gül, S., Erten, K., Coşkuntuna, L. ve Koç, F. 2023. Sorgum silajına farklı katkı maddeleri ilavesinin aerobik stabilite üzerine etkileri. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(3), 681-692.
- Günel Öztürk, S. ve Koc, F. 2020. Fiğ-buğday silajlarının fermantasyon ve aerobik stabilite özellikleri üzerine plastik rengi, depolama ortamı ve depolama süresinin etkileri. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 2(3), 1-8.
- Harmeyer, J. 1965. Zur methodical experimenteller untersuchungen an pansenprotozoan. *Zentralblatt for Veterinary Medicine Reihe A*, 12 (9), 841-880.
- Jurikova, T., Mlcek, J., Skrovankova S, Sumczynski D, Sochor J, Hlavacova I, Snopek, L. ve Orsavova, J. 2017. Fruits of black chokeberry *Aronia melanocarpa* in the prevention of chronic diseases. *Molecules*, 22(6), 944.
- Koç, F. ve Coşkuntuna, L. 2003. Silo yemlerinde organik asit belirlemede iki farklı metodun karşılaştırması. *Hayvansal Üretim*, 44(2), 37-46.
- Koç, F., Ağma, Okur, A., Okur, E. 2020. The effects of sodium diacetate and sodium benzoat addition on the aerobic stability characteristics of high moisture corn grain, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 57 (2):289-301.
- Koç, S.T. 2023. Aronia and Anthocyanins. Latin American International Congress on Natural and Applied Sciences-IV March 13-15, 2023 / Rio de Janeiro, Brazil.

- Kokotkiewicz, A., Jaremicz, Z. ve Luczkiewicz, M. 2010. Aronia plants: a review of traditional use, biological activities, and perspectives for modern medicine. *Journal of Medicinal Food*, 13(2): 255-269.
- Kordj, M. ve Naserian, A.A. 2021. Nutritive value, qualitative characteristics, *in situ* rumen dry matter degradability and *in vitro* gas production parameters of citrus pulp silage supplemented with barley grain. *Slovak Journal of Animal Science*, 54(02), 66-74.
- Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D. ve Schneider, W. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *The Journal of Agricultural Science*, 93(1), 217-222.
- Ørskov, E.R., McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*, 92(2), 499-503.
- Okuyucu, B., Özdüven, M. L. ve Koç, F. 2018. Farklı düzeylerde laktik asit bakterileri ile enzim ilavesinin yaş bira posası silajlarında fermentasyon, aerobik stabilite ve *in vitro* sindirim üzerine etkileri. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 33(2): 145-151.
- Özdüven, M. L., Coşkuntuna, L. ve Koç, F. 2005. Üzüm posası silajının fermentasyon ve yem değeri özelliklerinin saptanması. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(1), 45-50.
- Pahlow, G., Muck, R.E., Driehuis, F., Elferink, S.J.O., Spoelstra, S.F., 2003. Microbiology of ensiling. *Silage Science and Technology*, 42, 31-93.
- Seale DR, Pahlow G, Spoelstra SF, Lindgren S, Dellaglio F, Lowe JF, 1990. Methods for the microbiological analysis of silage. Grovfoder (Sweden).
- Şahin, A. ve Erdoğan, Ü. 2022. Aronia (*Aronia melanocarpa Michx Elliot*) production and evaluation methods in the world and Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(1), 81-85.
- Tabacco, E., Piano, S., Revello-Chion, A. ve Borreani, G. 2011. Effect of *Lactobacillus buchneri* LN4637 and *Lactobacillus buchneri* LN40177 on the aerobic stability, fermentation products, and microbial populations of corn silage under farm conditions. *Journal of Dairy Science*, 94(11), 5589-5598.
- Ülger, İ., Beyzi, S. B., Kaliber, M. ve Konca, Y. 2020. Chemical, nutritive, fermentation profile and gas production of citrus pulp silages, alone or combined with maize silage. *South African Journal of Animal Science*, 50(1), 161-169.
- Wu, X., Gu, L., Prior, R.L. ve McKay, S. 2004. Characterisation of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of Ribes, Aronia, and Sambucus and their antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26), 7846-7856.
- Yang, H., Kim, Y. J. ve Shin, Y. 2019. Influence of ripening stage and cultivar on physicochemical properties and antioxidant compositions of Aronia grown in South Korea. *Foods*, 8(12), 598.
- Yılmaz, A., Güler, E., Soydemir, H.E., Demirel S, Mollahaliloğlu, S., Çiftçi, V. ve Karadeniz, T. 2021. Miracle Plant: Black Chokeberry (*Aronia melanocarpa*). *MAS Journal of Applied Sciences*, 6(1), 83-94.

Yonca Silajına Raf Ömrü Biten Makarna İlavesinin Silaj Kalitesi Üzerine Etkisi

Besime DOĞAN DAŞ^{1*} 

¹Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme Hastalıkları Anabilim Dalı, Şanlıurfa,

*Sorumlu Yazar: bdas@harran.edu.tr

Geliş Tarihi: 21.09.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 17.11.2023 Kabul Tarihi: 20.11.2023

ÖZ

Bu çalışmada zor silolanabilen yoncanın silolanmasında karbonhidrat kaynağı olarak raf ömrü tükenmiş makarnanın silolanabilmesi ve silaj kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Silaj materyali olarak yonca kullanılmıştır. Silaj gruplarını %0 (kontrol), %0.75, %1.5 ve %3 makarna silaj grupları oluşturmuştur. Silajlar 60 gün sonra açılmış ve silajların ham besin madde değerleri, pH, amonyak azotu (NH₃/TN), aerobik stabilite (CO₂), *in vitro* organik madde sindirimi (iVOMS), metabolize olabilir enerji (ME) ve *in vitro* metan gazı (CH₄) değerleri tespit edilmiştir. Silajların ham protein (HP) değerleri arasında istatistiksel olarak fark önemli bulunmuştur. Kuru madde (KM) ham kül (HK), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) düzeyleri önemsiz bulunmuştur. pH ve amonyak azotu (NH₃/TN) değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık görülmüştür. Silajların pH değerleri 5.21- 5.74 aralığında tespit edilmiştir. Silajların NH₃/TN değerleri makarna artışıyla beraber bir azalma göstermiştir. Silajların karbondioksit oluşumu (CO₂), *in vitro* organik madde sindirimi (iVOMS), metabolik enerji (ME) ve *in vitro* metan gazı (CH₄) değerleri gruplar arasında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sonuç olarak, yonca gibi bitkilerin silolanması sırasında atık olan raf ömrü tükenmiş makarnanın silajlara karbonhidrat kaynağı olarak katılabileceği, ayrıca makarnanın yonca silajına daha farklı oranlarla katılacak daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Fermantasyon, makarna, silaj

The Effect of Adding Expired Pasta to Alfalfa Silage On Silage Quality

ABSTRACT

In this study, it was aimed to ensilage expired pasta as a carbohydrate source in the ensiling of alfalfa, which is difficult to ensile and to determine the silage quality. Alfalfa was used as silage material. Silage groups consisted of 0% (control), 0.75%, 1.5%, and 3% pasta silage groups. The silages were opened after 60 days and the raw nutrient values, pH, ammonia nitrogen (NH₃/TN), aerobic stability (CO₂), *in vitro* organic matter digestion (iVOMD), metabolizable energy (ME), and *in vitro* methane gas (CH₄) values of the silages were determined. The statistical difference between the crude protein (CP) values of the silages was found to be significant. The levels of dry matter (DM), crude ash (CA), fiber insoluble in acid detergent (ADF), and fiber insoluble in neutral detergent (NDF) were found to be insignificant. There was a statistical difference between the groups in terms of pH and ammonia nitrogen values (NH₃/TN). The pH values of the silages were determined between 5.21 and 5.74. The NH₃/TN values of silages decreased with the increase in pasta. Carbon dioxide (CO₂) formation, *in vitro* organic matter digestion (iVOMD), metabolizable energy (ME), and *in vitro* methane gas (CH₄) values of silages were found to be statistically insignificant between the groups. As a result, it was concluded that expired pasta, which is waste during the ensiling of plants such as alfalfa, can be added to silages as a carbohydrate source, and that more studies are needed to include pasta in different proportions in alfalfa silage.

Key words: Fermentation, pasta, silage.

GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması, sanayileşme, kentleşmenin artması gibi gerçekler, gelişmekte olan ülkelerde katı atık sorunlarını da beraberinde getiriyor. Katı atıklar ekonomik açıdan yük olmasının yanı sıra halk sağlığı açısından da önemli bir sorundur. Üstelik uygun şekilde kullanılmadığı takdirde ekonomik değer kaybı yaşanmaktadır. Bu çerçevede 'Katı Atık Yönetimi', 'Çevre Yönetimi'nin vazgeçilmez bileşenlerinden biri haline gelmiştir (Yılmaz ve Bozkurt, 2010). Bu kapsamda gıda sektörü endüstrinin üretim sırasında ve sonrasında ortaya çıkan atıkları da birçok sorunu beraberinde getirmektedir. Bir işletmenin toplam masrafları incelendiğinde yem giderlerinin oranı yaklaşık %70-75 arasında değişmekle birlikte bunun da %80'ini kaba yemler oluşturmaktadır (Harmanşah, 2018). Ruminant rasyonlarında önemli bir yer tutan kaba yemler, ruminantlarda büyüme ve süt verimi etkilemektedir. Özellikle ruminantların beslenmesinde işletme giderlerinin düşürülmesi amacıyla ucuz yem kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması büyük önem taşımaktadır (Avcı ve ark., 2013). Çayır ve meralar ruminantların yeşil yem ihtiyaçlarının karşılanmasında yılın belirli dönemlerinde kullanılmaktadır ve bu dönemlerde hayvanların verimleri daha yüksek olabilmektedir. Çayır ve meralar gibi özsu bakımından zengin kaba yemlerin, hayvanlara yıl boyunca verilmesi ile hayvanların verimlerinde gözlenen mevsimler arasındaki fark asgari düzeye indirilebilmektedir (Sakal, 1973; Kılıç, 1986; Özen ve ark., 1993). Bu amaçla yeşil yemlerin yıl boyunca verilebilmesi için konservasyon yöntemlerinden biri olan silaj yapımı zorunlu olabilmektedir (Karabulut ve ark., 1997). Yonca (*Medicago sativa* L.) kaba yem kaynaklarından biridir. Diğer yem bitkilerine göre daha kaliteli olması ve ekonomik ömrünün uzun olması sebebiyle üreticiler tarafından tercih edilmektedir. Baklagil yem bitkileri içerisinde yer alan yonca, protein başta olmak üzere besin maddeleri yönünden zengindir ve lezzetli olması sebebiyle hayvanlar tarafından sevilerek tüketilmektedir (Ergün ve ark., 2011; Orak ve Gökkaya, 2014). Yoncanın kurutulması sürecinde özellikle yaprak kayıpları sebebiyle hayvanlara yedirilene kadar önemli besin madde kayıpları oluşabilmektedir (Orak ve Gökkaya, 2014; Önal ve Acar, 2018). Özellikle son zamanlarda yaşanan iklim değişikliği nedeniyle üreticiler yoncanın karbonhidrat içeriği yüksek katkılarla birlikte silaj yapılmasına yönelmiştir (Ergin, 2019). Yonca tamponlama kapasitenin yüksek oluşu, suda çözünabilir karbonhidratlar yönünden yetersiz oluşu ve protein içeriğinin yüksekliği sebebiyle zor silalanabilen bir bitkidir. Bu sebeple yonca silajı yapılırken katkı maddelerine ihtiyaç duyulmaktadır (Kurtoğlu, 2008; Mut ve ark., 2020). Bu amaçla, birçok farklı katkı maddesi kullanılabilen ancak genellikle yoncadaki karbonhidrat açığını kapatmaya yönelik katkı maddeleri kullanılmaktadır. Karbonhidrat kaynağı olarak genellikle tahıl daneleri kullanılmaktadır (McDonald ve ark., 2002; Karabulut ve Filya, 2007; Canbolat ve ark., 2012). Tahıl tanesi olan buğday, çoğunlukla insan beslenmesinde un haline getirilerek ekme ve diğer unlu gıdaların imalatında kullanılmasının haricinde makarna, bulgur, bisküvi, irmik gibi çok değişik ürünler şeklinde de kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, raf ömrü dolmuş makarnayı 'Katı Atık Yönetimi' çerçevesinde yonca silajına bir karbonhidrat kaynağı olarak farklı oranlarda ilave edip hazırlanan silajların yonca silaj kalitesini artırıp arttırmayacağını belirlemektir.

MATERYAL ve METOT

Araştırmada silaj materyali olarak yonca (*Medicago sativa*) kullanılmıştır. Katkı maddesi olarak %0 (kontrol), %0.75, %1.5 ve %3 oranlarında makarna katılmıştır. Araştırmada kullanılan yonca 1.5-2.5 cm boyutlarında parçalanarak kullanılmıştır. Araştırmada 4 farklı silaj grubu ve her gruptan 5 tekerrür olmak üzere toplam 20 adet silaj örneği elde edilmiştir. Yonca ve makarna homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra 1.5 litre hacimli cam kavanozlara sıkıştırılmış ve ağızları hava almayacak şekilde kapatılmıştır. Silajlar oda sıcaklığında (20-22oC) 60 gün fermantasyona bırakılmıştır. Cam kavanozlar açıldıktan sonra silaj örneklerinin kimyasal analizleri yapılmıştır. Silajlar açıldıktan sonra kavanozların üst kısmında bulunan 4-5 cm'lik kısmı atılmıştır. Her kavanozdan 25 g silaj örneği homojen bir şekilde alınarak üzerine 100 ml saf su ilave edilmiş ve blender yardımı ile yaklaşık 2 dakika parçalanarak tülbent bezinden süzümüştür. Elde edilen süzüntüden pH metre ile silajların pH değerleri belirlenmiştir (Polan ve ark., 1998). Silaj ham materyalleri analiz edilmeden önce havada kurutma yöntemiyle kurutulup laboratuvar değirmeninde 1 mm elekten geçecek şekilde öğütümüştür. Çalışmada silajların ham besin madde içeriklerinden kuru madde (KM), ham kül (HK) ve ham protein (HP) analizleri AOAC (2005), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) analizleri ise Van Soest ve ark. (1991)'nin bildirdiği yöntemle yapılmıştır. Silajların amonyağa bağlı nitrojenin toplam nitrojene oranı (NH₃N/TN) analizleri Broderick ve Kang (1980)'ın bildirdikleri yöntemle yapılmıştır. Aerobik stabilite analizi (CO₂ oluşumu) için silajlar 5 gün boyunca oksijene maruz bırakılmıştır (Ashbell ve ark., 1991).

Silajların *in vitro* organik madde sindirilebilirliği (İVOMS), metabolize olabilir enerji (ME) ve metan (CH₄) içerikleri Menke ve Steingass (1988)'nin bildirdiği yöntemle yapılmıştır. Silajların 24 saat sonunda

oluşturduğu gazların üretim miktarları kullanılarak İVOMS ve ME değerleri Menke ve ark. (1979)'nın bildirdiği eşitlikle hesaplanmıştır.

Araştırma elde edilen veriler tek yönlü varyans analizi (One Way Anova) ile değerlendirilmiş olup, Duncan çoklu karşılaştırma testi, gruplar arası ortalamalarının karşılaştırılmasında kullanılmıştır. Bu amaçla SPSS (2008) software paket programından yararlanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Zor silolanabilen yoncanın silajı yapılırken ortamın çözünebilir karbonhidrat miktarını artırmaya yönelik katkı maddelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla bu çalışmada çözünebilir karbonhidrat düzeyi düşük olan yoncaya eklenen karbonhidrat kaynağı olarak buğdaydan elde edilen raf ömrü dolmuş makarnanın, silaj fermantasyon ürünleri ve ham besin madde içerikleri üzerine olan etkisi ele alınmıştır. Çalışmada kullanılan yonca ve makarnaya ait besin madde analiz sonuçları Çizelge 1'de sunulmuştur. (Çizelge 1).

Çizelge 1: Silaj materyali olarak kullanılan yonca ve makarnaya ait kimyasal analiz sonuçları.

	%KM	%HK	%HP	%ADF	%NDF
Yonca	21.45	12.08	17.09	44.01	60.06
Makarna	92.09	2.17	10.55	2.55	18.01

KM: Kuru madde, %; HK: Ham kül, % KM; HP: Ham protein, % KM; ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, % KM; NDF: Nötral deterjanda çözünmeyen lif, % KM.

Yonca bitkisine farklı oranlarda makarna ilave edilerek (%0, %0.75, %1.5 ve %3) hazırlanan silajların besin madde içerikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2 ye göre KM, HK, ADF ve NDF değerlerinde istatistiksel olarak fark gözlemlenmezken ($P>0.05$), HP değerleri istatistiksel olarak önemli oranda düşük bulunmuştur ($P<0.01$).

Yonca bitkisine raf ömrü dolmuş makarna ilave edilerek hazırlanan silajların KM, HK, ADF ve NDF değerlerinde bir farklılık gözlemlenmemesinin ($P>0.05$) sebebi katkı olarak eklenen makarna düzeylerinin düşük olmasından kaynaklı olabilir. Makarna oranının artması ile ters orantılı olarak yonca silajlarının ham protein değerlerinde azalmalar gözlemlenmiştir. Makarnanın protein oranının yonca otundan daha düşük olmasının bu azalmaya sebep olabileceği düşünülmektedir. Nitekim, yonca bitkisinde %17.09 KM ham protein oranı belirlenirken, katkı olarak kullanılan makarnada %10.55 KM ham protein bulunmaktadır (Çizelge 1).

Elde edilen silajların (Çizelge 2) HP içeriği %17.125 KM ile %14.659 KM arasında değişmiş olup, en düşük HP değeri %3 makarna ilaveli yonca silajında saptanmıştır (Acar ve Bostan, 2016). Benzer şekilde daha önce yapılan çalışmalarda da düşük protein içeriğine sahip katkı maddelerinin yonca silajının HP değerinde azalmalara sebep olduğu bildirilmiştir (Şakalar ve Kamalak, 2016).

Çizelge 2: Çalışmada hazırlanan silaj gruplarının ham besin madde içerikleri.

	KM	HK	HP	ADF	NDF
Kontrol	19.926	12.246	17.125 ^a	44.355	54.221
%0.7M	19.988	12.693	16.476 ^a	44.276	52.991
%1.5 M	20.797	13.014	15.427 ^b	43.979	50.218
%3 M	21.251	13.219	14.659 ^b	46.859	55.726
SEM	0.257	0.246	0.360	0.567	0.909
p	0.337	0.569	0.003	0.321	0.214

^{a,b}: Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur ($P<0.05$); KM: Kuru madde, %; HK: Ham kül KM%; HP: Ham protein, KM%; ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, %KM; NDF: Nötral deterjanda çözünmeyen lif, %KM; M: Makarna, SEM: Standart Error of Mean.

Silaj fermantasyon ürünleri incelendiğinde (Çizelge 3), pH ($P<0.001$) ve $\text{NH}_3\text{-N}$ ($P<0.01$) düzeyleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çizelge 3'de görüldüğü üzere yoncaya karbonhidrat kaynağı olarak ilave edilen makarna, silaj kalitesinin göstergelerinden biri olan pH'yı düşürmüştür. En yüksek pH kontrol (5.74) silajında görülürken makarna ilavesinin artışıyla beraber pH düşerek en düşük pH %3 makarna (5.21) ilavesinde olmuştur. Mevcut çalışmadan elde edilen pH değerleri, Erişçi ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada taze yoncaya %5 ve %10 oranında elma katılarak yapılan yonca silajlarının pH değerleriyle (5.46-5.72) benzer bulunmuştur.

Çizelge 3: Yonca bitkisine makarna ilave edilerek hazırlanan silajların pH, NH₃-N/TN, CO₂ değerleri ile fermantasyon özellikleri üzerine etkisi.

	pH	NH ₃ N/TN	CO ₂	İVOMS	ME	CH ₄
Kontrol	5.74 ^a	23.50 ^a	7.509	53.608	7.200	14.150
%0.75 M	5.51 ^b	21.55 ^{ab}	6.549	54.403	7.652	14.053
%1.5 M	5.44 ^b	20.05 ^{bc}	6.338	55.036	8.099	13.661
%3 M	5.21 ^c	18.45 ^c	4.031	55.345	8.146	13.381
SEM	0.070	0.726	0.724	0.320	0.192	0.240
P	0.000	0.008	0.438	0.308	0.353	0.735

^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur (P<0.05); NH₃-N/TN: Amonyak azotu, CO₂: Karbondioksit g/kg KM, İVOMS: *In Vitro* organik madde sindirilebilirliği %, ME: Metabolik enerji, CH₄: *In Vitro* metan gazı (%), M: Makarna, SEM: Standart Error of Mean.

Ortamda kolay fermente olan karbonhidrat miktarının artması silaj için gerekli olan optimum asitlik değerlerini sağlayabilmektedir. Dolayısı ile yonca silajındaki makarna oranı arttıkça silaj pH'sı da beklenildiği gibi düşüş göstermiştir. Yonca silajlarında pH'daki değişimin 3.6-7.7 arasında olabileceğini bildirilen çalışmalar da mevcuttur (Reeves ve ark., 1989; Aufrere ve ark., 1994). Silaj NH₃-N/TN değerlerine bakıldığı zaman kontrol grubu ile kıyaslandığında; makarna ilavesine bağlı olarak silajlarda düşüş gözlemlenmekle birlikte en yüksek NH₃-N/TN değeri (%23.50 NH₃-N/TN) kontrol grubunda iken en düşük NH₃-N/TN değeri (%18.45 NH₃-N/TN) %3 makarna ilavesinin olduğu grupta belirlenmiştir (P<0.05). Bu düşüşün makarnada bulunan kolay eriyebilir karbonhidrat kaynaklarının laktik asit bakterileri için iyi fermantasyon sağladığı ve bitki proteazlarının aktivitelerini inhibe ederek bir miktar gerçek proteinin korunmasını sağlayarak gerçekleştiği düşünülmektedir (Bingöl, 2009; Muck, 1996). Mevcut çalışmada tespit edilen NH₃-N/TN değerleri Erişçi ve ark. (2022) yaptıkları çalışmadaki yonca silajlarına ait NH₃-N/TN değerlerinden (%22-29.99) düşük bulunmuştur. Elde edilen silajların CO₂, İVOMS, ME ve CH₄ değerlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir (p>0.05). Açıldıktan sonra 5 gün boyunca oksijene maruz kalan silajların aerobik stabilite testi verileri incelendiğinde (Çizelge 3), silaj materyalinin ürettiği CO₂ miktarı 4.031 ile 7.509 g/kg KM arasında değişmiştir. İstatistiksel olarak önemli bir fark görülmesi de CO₂ değerleri makarna düzeyinin artışına paralel olarak bir azalma göstermiştir. Dolayısıyla yonca silajına makarna ilavesi oksijene karşı dayanıklılığı arttırmıştır.


SONUÇ ve ÖNERİLER

Yonca gibi zor silolanabilen bitkilere raf ömrü biten makarna gibi kolay eriyebilir karbonhidrat kaynaklarının yüksek oranda kullanılması ile silaj kalitesinin artırılabilirliği ve raf ömrü dolmuş makarnanın bir silaj katkı maddesi olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Besime DOĞAN DAŞ  <https://orcid.org/0000-0003-2163-2632>

KAYNAKLAR

- Acar, Z., Bostan, M. 2016. Değişik doğal katkı maddelerinin yonca silajının kalitesine etkilerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(3): 433-440.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists; Arlington, VA, USA.
- Ashbell, G., Weinberg, Z. G., Azrieli, A., Hen, Y. ve Horev, B. 1991. A simple system to study the aerobic determination of silages. *Canadian Agricultural Engineering*, 34: 171-175.
- Aufrère, J., Boulberhane, D., Graviou, D., Andrieu, J. P. ve Demarquilly, C. 1994. Characterisation of in situ degradation of lucerne proteins according to forage type (green forage, hay and silage) using gel electrophoresis. *Animal Feed Science and Technology*, 50(1-2): 75-85.

- Avcı, M., Kaplan, O., ve Denek, N. 2013. Değişik katkılarla hazırlanan mısır sapı haylal kalitesinin belirlenmesi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2(1): 32-35.
- Bingöl, N. T., Bolat, D., Karlı, M. A., ve Akça, İ. 2009. Arpa hasılı ve korunga karışımı silaja farklı düzeylerde melas ilavesinin silaj kalitesi ve sindirilebilirliği üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 4(1): 23-30.
- Broderick, G. A., ve Kang, J. H. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. *Journal of Dairy Science*, 63(1): 64-75.
- Canbolat, Ö., Kalkan, H. ve Filya, İ. 2012. Yonca silajlarında katkı maddesi olarak gladiçya meyvelerinin (*Gleditsia triacanthos*) kullanılma olanakları. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(2): 291-297.
- Ergin, S. 2019. Yonca silajına tuz ve laktik asit bakteri inokulant ilavesinin silaj kalitesi, fermantasyon profili ve mikrobiyel özellikleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 76 s.
- Ergün, A., Tuncer, Ş. D., Çolpan, İ., Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, M. K., Küçükersan, S., Şehu, A. ve Saçaklı, P. 2011. Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi, Pozitif Matbaa, Ankara, 805 s.
- Erişçi, D., Bingöl, T. ve Avcı, A. 2022. Elma (*Malus Pumila*) katkısının yonca silaj kalitesi üzerine etkisi. *Van Veterinary Journal*, 33(3): 135-140.
- Harmanşah, F. 2018. Türkiye’de kaliteli kaba yem üretimi sorunlar ve öneriler. *Türktob Dergisi*, 25: 9-13.
- Karabulut, A., Filya, İ., Değirmencioğlu, T., ve Canbolat, Ö. 1997. Bazı silajlık mısır çeşitlerinin naylon kese tekniği ile rumende parçalanabilirliklerinin saptanması. Türkiye I. Silaj Kongresi Bildirileri, 16(19): 135-147.
- Kılıç, A. 1986. Silo Yemi Öğretimi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri). Bilgehan Basımevi, İzmir, 264s.
- Karabulut, A., Filya, İ. 2007. Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi. 4. Basım. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 67, Bursa, 306 s.
- Kurtoğlu, V. 2008. Silaj ve Silaj Katkı Maddeleri. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Ders Notu, Aybil Yayınevi, Konya.
- McDonald, P., Edward, R.A. ve Dreenhalghand Morgan, C.A. 2002. Animal Nutrition. Ashford Colour Pres Ltd., Longman, Londra ve New York, 543 s.
- Menke K.H., ve Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research Development*, 28: 7–55.
- Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz D. ve Schneider, W. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *Journal of Agricultural Science*, 93: 217–222.
- Muck, R. E. 1996. A lactic acid bacteria strain to improve aerobic stability of silages. “Alınmıştır: US Dairy Forage Research Cente 1996 Research Summeriesr. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington, DC, 42-43.
- Mut, H., Gülümser, E., Çopur, M., Doğrusöz, M. Ç. ve Başaran, U. 2020. Değişik Arkadaş Bitkilerin Yonca Silaj Kalitesine Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (4): 975-980.
- Orak, A. ve Gökkaya, G. 2014. Yonca Tarımı. İlgil Matbaacılık, Ankara, 183 s.
- Önal, A.O., Acar, Z. 2018. Kaba Yemlerde Kalite. Ziraat Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 112 s.
- Özen, N., Çakır, A., Haşimoğlu, S., ve Aksoy, A. (1993). Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, 254.
- Polan, C. E., Stieve, D. E., ve Garrett, J. L. 1998. Protein preservation and ruminal degradation of ensiled forage treated with heat, formic acid, ammonia, or microbial inoculant. *Journal of Dairy Science*, 81(3): 765-776.
- Reeves III, J. B., Blosser, T. H. ve Colenbrander, V. F. 1989. Near infrared reflectance spectroscopy for analyzing undried silage. *Journal of Dairy Science*, 72(1): 79-88.
- Sakal, S. 1973. Süt sığırcılığı ve besicilikte silo yemlerinin önemi. Ege Bölgesi, 1. Hayvancılık Semineri. Birlik Matbaası, Bornova, İzmir.
- SPSS Inc. 2008. SPSS statistical algorithms. SPSS Incorporated.
- Şakalar, B., Kamalak, A. 2016. Melaslı kuru şeker pancarı posasının yonca bitkisinin silolanmasında kullanılması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(1): 157-164.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B. ve Lewis, D. 1991. Methods of dietary fiber neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 7: 3583-3597.
- Yılmaz, D. D. A. ve Bozkurt, D. Y. 2010. Türkiye’de kentsel katı atık yönetimi uygulamaları ve Kütahya Katı Atık Birliği (KÜKAB) örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(1): 11-28.

Görsel Peyzaj Tercihlerinde Cinsiyete Bağlı Uzman Değerlendirmesi: Büyük Sat Buzul Gölü ve Por Kalderası Örneği

Emel AYDIN¹ , Feran AŞUR^{2*} 

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Van

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Van

*Sorumlu Yazar: feranekasur@gmail.com

Geliş Tarihi: 01.07.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 01.11.2023 Kabul Tarihi: 02.11.2023

ÖZ

Görsel peyzaj kalitesine ilişkin sosyal tercihler, genellikle, beğenilen manzara fotoğraflarının değerlendirilmesi gibi çeşitli tekniklere dayalı olarak analiz edilmektedir. Bu değerlendirmeler eğitim düzeyi, cinsiyet, yaş ve çevresel tutumlar gibi katılımcı özellikleriyle birlikte farklı peyzaj özelliklerinin varlığı, konfigürasyonu ve dokusundan etkilenmektedir. Görsel kalite tercihlerini etkileyen faktörlerin karmaşıklığı, bu tür araştırmaların nesnelleştirilmesinin mümkün olup olmadığı sorusunu gündeme getirmektedir. İncelemeler demografik faktör olan cinsiyet ve peyzaj tercihleri ile ilgili çalışmaların daha çok kentlerdeki kamusal açık ve yeşil alanların peyzajları ile ilgili olduğunu ortaya çıkarmıştır. Çalışmada doğal peyzaja sahip kırsal alanlarda erkek ve kadın uzmanların görsel peyzaj tercihleri ve eğilimlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Bu doğrultuda önemli görsel zenginliklere sahip olan, ortak özellikler taşıyan iki farklı alanda görsel tercihleri saptamak amacıyla SPSS ve Excel programları kullanılarak çapraz karşılaştırmada Hakkâri'nin Yüksekova ilçesi sınırları içerisinde bulunan Büyük Sat Buzul Gölü ve dağlarına ait peyzaj ile Bitlis'in Tatvan ilçesine bağlı Por Köyü ve Kalderasına ait peyzaj ele alınmıştır. Peyzajın görsel estetik beğenisinde doğal özelliklerin rolü ve cinsiyet faktörüyle iki alanın kıyaslanması, beğeni üzerindeki etkisi ve ilişkilerinin irdelenmesi araştırmaya özgün bir nitelik kazandırmaktadır. Çıkan sonuçlar, uzman kadın kullanıcıların doğal peyzajlara daha yüksek ilgi gösterdiğini ancak alana duydukları güvenin daha düşük olduğunu ortaya koymuştur. Buna göre görsel peyzaj tercihlerinde toplumsal cinsiyetin önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Çalışma sonucunda toplumsal cinsiyet eşitliği konusunun önemi ve peyzajların herkes tarafından aynı güvenle kullanılması gerekliliğiyle yeniden karşılaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Doğal peyzaj, Sat Buzul Gölleri, Por Kalderası, peyzaj tercihi

Gender-Related Expert Evaluation of Visual Landscape Preferences: The Case of Buyuk Sat Glacier Lake and Por Caldera

ABSTRACT

Social preferences regarding visual landscape quality are often analyzed based on various techniques, such as the evaluation of admired landscape photographs. These evaluations are influenced by participant characteristics, such as education level, gender, age, and environmental attitudes, as well as the presence, configuration, and texture of different landscape features. The complexity of factors influencing visual quality preferences raises the question of whether it is possible to objectify such research. Studies examining gender and landscape preferences have predominantly focused on the landscapes of public open spaces and green areas in urban settings. This study aims to reveal the visual landscape preferences and tendencies of male and female experts in rural areas with natural landscapes. In this respect, to determine the visual preferences in two different areas that have important visual richness and common characteristics, cross comparison was made using SPSS and Excel programs. The landscape of the Büyük Sat Glacier Lake and its mountains within the

borders of Hakkari's Yüksekova district and the Por Village of Bitlis' Tatvan district were compared. and the landscape of its caldera were discussed. Comparing the two areas with the role of natural features in the visual aesthetic appreciation of the landscape and the gender factor, examining their effects on taste and their relationships gives the research a unique quality. The results revealed that expert female users showed higher interest in natural landscapes, but their confidence in the area was lower. Accordingly, it turns out that gender is important in visual landscape preferences. As a result of the study, the importance of gender equality and the need for landscapes to be used with the same confidence by everyone were again encountered.

Key words: Natural landscape, Sat Glacier Lakes, Por Caldera, Expert Evaluation Based on Gender

GİRİŞ

Avrupa Peyzaj Sözleşmesi, peyzajı "insanlar tarafından algılandığı şekliyle, karakteri doğal veya insan faktörlerinin eyleminin ve etkileşiminin sonucu olan bir alan" olarak tanımlar. Bu tanım, uygun arazi kullanım politikalarının belirlenmesinin bir bileşeni olarak peyzaj tercihlerinin gerekliliğinin altını çizmektedir (Sevenant ve Antrop, 2009; Solecka, 2019). Peyzaj tercihi çalışmaları, insan-çevre ilişkisinin en önemli konularından birini vurgulamaktadır ve ilgili yayınları son yirmi yılda hızla artmıştır (Yang vd., 2021). Kentleşme, dünya çapında meydana gelen, arazi kullanım kompozisyonunu ve konfigürasyonunu önemli ölçüde değiştiren ve geleneksel kırsal manzaraları yavaş yavaş kentsel manzaralara dönüştüren evrensel bir sosyo-ekonomik olgudur (Domon, 2011). Bu geçişler, insanların farklı manzaralar için tutumlarını ve tercihlerini değerlendirmeye olan ilgiyi artırmış ve yıllar içinde bu alanda akademik ilginin yaygınlaşmasına yol açmıştır (Kaltenborn ve Bjerke, 2002; Dramstad vd., 2006; Kerebel vd., 2019).

Peyzaj Tercihlerinin Üç Ana Odak Noktası: Fiziksel, Sosyo-Kültürel, Estetik Yönler

Avrupa Peyzaj Sözleşmesi (2000), peyzajın ekolojik, sosyal ve görsel niteliklerin bütünleşmesi olduğunu belirtmiştir. Bu doğrultuda peyzaj tercihleri ile ilgili makaleler, esas olarak bu üç yönü farklı açılardan ele almıştır.

Fiziksel yön; esas olarak ekolojide incelenen peyzajların temel, yapısal ve işlevsel (doğal yaban hayatı, bitki örtüsü, deniz, kırılmalı, üretkenlik, doğal tarih, yeraltı suyu kaynaklarının yenilenmesi, yaşamı sürdürme, biyolojik çeşitlilik, ekolojik değer, vahşi yaşam ve doğallık) özellikleri ile ilişkilidir (Solecka, 2019).

Sosyo-kültürel yön; bireyin sosyal ve kültürel geçmişi ve somut dünyaya yönelik kişisel görüşlerini şekillendiren faktörlerle ilgilidir (Garcia vd., 2020). Sosyo-kültürel yönler "yer bağlılığı", "eğitim" ve "terapötik" gibi sözcüklerle yansıtılmaktadır.

Estetik yön; bireyin fiziksel çevreyle olan ilişkisinde ürettiği duygusal ve bilişsel yapılarla bağlantılıdır (Kaltenborn ve Bjerke, 2002). Genel olarak, estetik değerlendirme için iki yöntem vardır (Lothian, 1999): Peyzaj özelliklerine odaklanan nesnel yöntem, evrimsel tercih teorisi ile açıklanabilir; kişisel deneyimlerle ilgili olan öznel yöntem ise kültürel tercih teorisi ile açıklanabilir (Fry vd, 2009). Evrim teorileri, hayatta kalmaya ve refahı artıran özelliklere olumlu yanıt verdiğimizizi iddia etmekte (Appleton, 1975; Kaplan vd., 1998) ve kültürel tercih teorileri, güzelliği esas olarak bakanın gözünde olmak şeklinde açıklamaktadır (Meinig, 1979). "Görsel kaliteyi" tanımlamak için kullanılan yüksek frekanslı bir kelime olan "manzara güzelliği" (Lee, 2017), genellikle estetik tercihi etkileyen faktörleri incelemek için bir indeks olarak kullanılmıştır (Kalivoda vd., 2014; Wang vd., 2016). Doğallık kavramı ise peyzajın estetik tercihi araştırmalarında üzerinde en çok çalışılan kavramlardan biridir ve bir peyzajın algılanan doğal duruma ne kadar yakın olduğunu açıklar (Tveit vd., 2006; Ode vd., 2009).

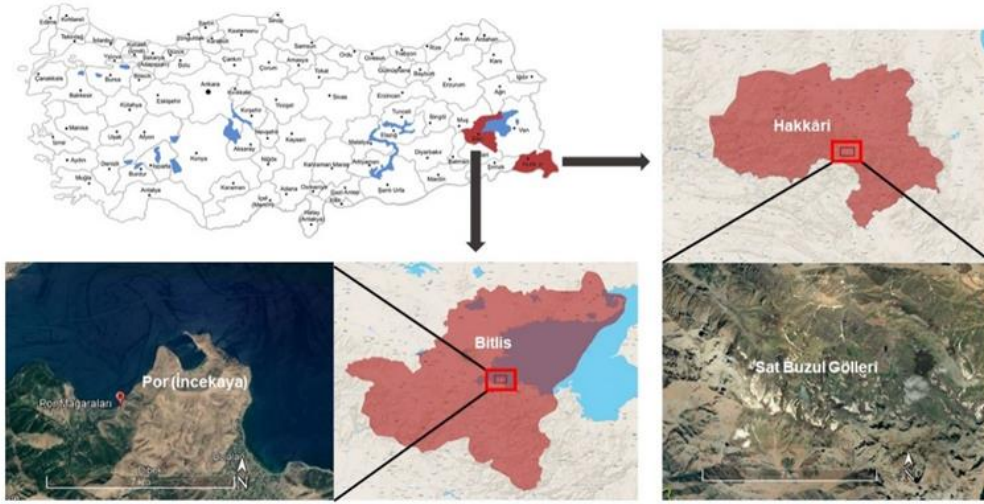
Peyzajın Görsel Kalite Değerlendirmesi

Bir peyzajın doğal güzelliği ile sosyo-demografik faktörler arasındaki ilişkiyi yerinde değerlendiren birçok araştırma bulunmaktadır ancak (Sevenant ve Antrop, 2009; De La Fuente de Val ve Mühlhauser, 2014), bir manzaranın doğal güzelliği ile sosyo-demografik faktörler arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için, yüz yüze anketlerin planlanması, yapılması ve analiz edilmesi, daha fazla uzmanlık becerisi gerektiren pahalı ve zaman alıcı bir süreçtir (Lothian, 1999). Diğer taraftan, bazı çalışmalar (Wherrett, 1999; Roth, 2006), yüz yüze anketlere benzer sonuçlarla internet ortamının algı araştırmaları yürütmek için geçerli bir ikame olduğunu göstermiştir (Lindhjem ve Navrud, 2011). Bununla birlikte, internet görsel tercih anketleri yapmak için uygun bir ortam sağlamak ve bu durum zamanla gelişmektedir (Roth, 2006). Tahvanainen ve ark. (2001). Anket çalışmalarıyla ilgili sözlü sorular yerine görsel sunumları tercih etmenin daha iyi bir yöntem olduğunu söylemek mümkündür çünkü gösterilen görüntü, yanıt verenin zihinsel yapısında farklı olabilir ve buna bağlı olarak görsel tercihlerini koşullandırabilir. Bir manzarayı fotoğraflarla temsil etmenin bazı sınırlılıkları olsa da (Palmer ve Hoffman, 2001, Steinitz, 2001), şehirlerden tarım alanlarına ve vahşi doğaya kadar çeşitli çevresel bağlamları içeren bir

manzaranın estetik değerlendirmesi için en sık kullanılan ve geçerli olan bir metodolojidir (Sarı ve Karaşah, 2015; Daniel vd., 2012; Wang vd., 2016; Tieskens vd., 2018). İnsanların peyzaj tercihleriyle ilgili yapılan çalışmalarda üç sosyo-demografik özellik olan yaş, cinsiyet ve eğitim, en çok dikkate alınan özelliklerdir (Svobodova vd., 2012; De La Fuente de Val ve Mühlhauser, 2014 , Filova vd., 2015). Bu bağlamda Ode vd. (2009)'e göre ise en fazla katkı sağladığı gösterilen iki demografik faktör cinsiyet ve peyzajla ilgili bir mesleğe sahip olmaktır. Literatür incelemesinde demografik faktör olan cinsiyet ve peyzaj tercihleri ile ilgili çalışmaların daha çok kentlerdeki kamusal açık ve yeşil alanların peyzajları ile ilgili olduğu görülmektedir. Örneğin; Xu vd., (2020) çalışmalarında, kişilerin yaşadığı bölge şehirleştikçe doğal manzaralara olan eğilimlerinin arttığı ancak erkeklerin, kadınlara kıyasla doğal manzaraları daha az tercih ettiği ortaya koymaktadır. Hami ve Tarashkar (2018) kadınların Tebriz (İran) şehir parklarındaki bitki aşinalığına yönelik görüşlerini ve algısal tercihlerini değerlendirmişlerdir. Malmö (İsveç) kentinin üç farklı bölgesinde yapılan çalışmada, başkalarının varlığının algılanan güvenliğe katkıda bulunduğunun kadınlar tarafından değerlendirildiği belirtilmiştir (Rahm vd., 2021). Evensen vd. (2021) Oslo (Norveç)'daki yeşil alan yöneticileri, kadın park kullanıcılarının park güvenliği yönetimi tecrübelerini ortaya koymuşlardır. Bu bağlamda doğal ve kırsal peyzaj tercihleri ile ilgili çalışmaların kısıtlı ya da dolaylı olduğu ortaya çıkmıştır. Örneğin; Uzun (2018) çalışmasında Kastamonu tabiat parklarının görsel kalite analizinde Yeşil Yuva Tabiat Parkı'nı erkek katılımcılar kadın katılımcılardan daha güvenli olarak nitelendirmiş ancak kadınlar erkeklere oranla manzara güzelliğini daha yüksek puanlarla değerlendirmişlerdir. Philipp (2000) ve Gobster (2002)'in açık ve yeşil alanların kullanım ve algısında etnik ve cinsiyet tabanlı ayırımların olduğu tespitine göre kadınlar doğal alanları tehlikeli bulmaktadır. Rosa vd. (2023) ABD ve Brezilya'da yaptıkları çalışmaya göre, kadınlar doğaya daha bağlı ve rekreasyon için açık hava ortamlarını tercih etme eğilimindeyken, doğaya dayalı rekreasyona katılma olasılıklarının erkeklerden daha düşük olduğu görülmüştür. Bu ilişkiler iki ülkede de tutarlı olup açık havada coğrafi ve kültürel bağlamları aşan cinsiyet eşitliği konusunda endişeleri artırmıştır. Ancak cinsiyet ve çevre duyarlılığı ile ilgili geçmiş yıllarda yapılan çok sayıda çalışmada, kadınların çevre sorunları söz konusu olduğunda erkeklere göre daha güçlü tutum ve inançlara sahip olduğu kanıtlanmıştır (Zelezny vd., 2000; Ergas ve York, 2012). Bu da erkeklerin çevre sorunlarına karşı daha olumsuz tutumlara sahip olduğu anlamına gelmektedir (Tikka vd., 2000). Bloodhart ve Swim (2010), kadınların çevre meseleleriyle olan bağlarının ve endişelerinin, tahakküm ve sömürüyü reddeden feminist ideallerinden kaynaklandığını göstermektedir. Richard ve Peterson (1998), 231 üniversite öncesi öğrencinin çevre sorunlarına yönelik algılarını inceleyerek kadınların çevresel riskleri erkeklerden daha iyi algıladıkları sonucuna varmışlardır. Brown ve Harris (1992), erkek ve kadınların orman politikası tercihlerine ve çevre sorunlarına yönelik tutumlarında önemli farklılıklar bulmuşlardır. Çalışma kapsamında yukarıda belirtilen ilgili araştırmaların ilerlemesi ve boşluklarına dayanarak erkek ve kadın uzmanların görsel peyzaj tercihleri ve eğilimlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Bu doğrultuda ortak özellikleri olan iki farklı doğal alanda görsel tercihleri saptamak amacıyla Hakkâri'nin Yüksekova ilçe sınırları içerisinde bulunan Büyük Sat Buzul Gölü ve dağlarına ait peyzajlar ile Bitlis'in Tatvan ilçesine bağlı Por Köyü ve Kalderasına ait peyzajlar ele alınmıştır. Çalışma alanları doğal peyzaj özellikleri ile bölgenin önemli görsel zenginliklerine sahip olmaları sebebiyle seçilmiştir. Peyzajın görsel estetik beğenisinde doğal özelliklerin rolü ve cinsiyet faktörüyle iki alanın kıyaslanması, beğeni üzerindeki etkisi ve ilişkilerinin irdelenmesi araştırmaya özgün bir nitelik kazandırmaktadır.

MATERYAL ve METOT

Çalışmanın ana materyali; Hakkâri'nin Yüksekova ilçe sınırlarında bulunan ve 25 Eylül 2020 tarihinde 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu'nun 3. maddesi gereğince milli park ilan edilen, Hakkâri Cilo ve Sat Dağları Millî Parkında yer alan Büyük Sat Buzul Gölü ve dağlarına ait fotoğraflar ile Bitlis'in Tatvan ilçesine bağlı Por Köyü (İncekaya) Kalderasına ait fotoğraflardan oluşmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanlarının coğrafi konumları

Peyzaj tercihlerinin kültürel boyutuna odaklanan teorilerde peyzajın görsel kalitesini değerlendirmek için estetik ve sanat eleştirisi eğitimi almış nitelikli uzmanların önemli rol oynadığı savunulmaktadır (Tveit vd 2006). Bu bağlamda görsel algı odaklı ve cinsiyet farklılıklarını esas alan bu çalışmada toplam 34 uzmanın (17 Kadın, 17 erkek) görüşlerine başvurulmuştur. Bu sayının belirlenmesinde; Acarlı ve Kiper (2018), Aşur ve Akpınar Külekçi (2019), Yazıcı ve Asur (2021) ve Ma vd. (2023) çalışmalarından yararlanılmıştır. Örneklemeler tasarım eğitimi almış (peyzaj mimarı, görsel tasarım uzmanı, mimar, şehir plancısı) uzmanlardan seçilmiştir. Çalışmada kullanılan fotoğraflar araştırmacı tarafından 1080 x 2400 (FHD+), 64 MP (f/1.9) özellikteki kamera ile çekilmiştir. Veriler *anket* uygulamasıyla elde edilmiş, istatistiksel analizler için SPSS ve Excel programları kullanılarak çapraz karşılaştırma yapılmıştır. Anketlere uygulanan tanımlayıcı istatistikler sonucunda alanın var olan görsel karakteristikleri ve kullanıcı yaklaşımına dair bilgiler elde edilmiştir. Yapılan ankette ele alınan peyzajların taşıdıkları özelliklere göre değerlendirme kriterleri (Tablo 1) seçilmiştir. Çalışma konusu ile ilgili literatürlerden (Kaplan vd., 1998; Clay ve Smidt, 2004; Tveit vd., 2006; Fry vd., 2009; Ode vd., 2009; Sevenant ve Antrop, 2009; Lindemann-Matthies vd., 2010; Zhang ve Lin, 2011) yararlanılarak tanımlayıcı 10 kriter seçilmiştir. Bu kriterler; *Doğallık, Korumaya Değer, Çeşitlilik, Karakteristiklik (Tipiklik Özgünlük), Gizemlilik, Davetkârlık, Heyecan vericilik, Etkileyicilik (Gösterişlilik), Güvenlilik, Rahatlatıcılık (Dinlendiricilik)*'den oluşmaktadır. Söz konusu kriterler görsel kalite derecesine göre yüksek (8-10), orta (4-7) ve düşük (1-3) şeklinde bir puanlamaya tabi tutulmuştur. Görsel peyzaj tercihlerinin değerlendirilmesi kapsamında birinci grup olarak Hakkâri Cilo-Sat dağ silsilesinde yer alan Büyük Sat Gölü ve ikinci grup olarak da Tatvan'a bağlı Por köyü ve kalderasına ait fotoğraflar uzman grubu değerlendirmesine tabi tutulmuştur. Fotoğraf sayısı ankete katılan uzmanların alan hakkında daha iyi fikir edinebilmeleri ve algılamaları amacıyla alanlardan çekilen birçok fotoğraf içinden her alan için 4'er fotoğraf olarak seçilmiştir. Fotoğraf seçimlerinde Jahani vd. (2010)'den yararlanarak; Görüntüleme açısı: 90-180° (panoramik), peyzaj türü; göl, kar ve dağlar, görüntü mesafesi: orta uzaklık (400 m'den 8 km'ye kadar) ve görüntüleme konumu: aşağıdaki peyzaj dikkate alınarak yapılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan fotoğraflar (Şekil 2, Şekil 3) aşağıdaki gibidir.





Şekil 2. Hakkâri Sat Buzul Gölü'ne ait görseller



Şekil 3. Tatvan Por Köyü/Kalderası'na ait görseller

BULGULAR ve TARTIŞMA

Cinsiyetleri dikkate alınarak, 2'ye ayrılan her uzman grubunun bir fotoğraf grubuna verebileceği maksimum toplam puan 1700, bir alana ait fotoğrafların iki uzman grubundan alabileceği maksimum toplam puan 3400'dür. Tasarım eğitimi almış, 17 kadın, 17 erkek toplam 34 uzmana uygulanan anket sonuçlarına göre; doğal bir peyzaja sahip olan Büyük Sat Buzul Gölüne ait fotoğraflar kadın uzmanlardan 1448, erkek uzmanlardan 1380 olmak üzere toplam 2828 puan, kırsal bir peyzaja sahip olan Por Köyü/Kalderasına ait fotoğraflar kadın uzmanlardan 1279, erkek uzmanlardan 1151 olmak üzere toplam 2430 puan almıştır. Çıkan genel sonuçlara göre Büyük Sat Buzul Gölüne ait fotoğraflar hem kadın hem de erkek uzmanlar tarafından daha çok tercih edilirken, her iki alan erkeklere kıyasla kadınlar tarafından daha çok tercih edilmiştir. Toplam puanların ortalamaları incelendiğinde; Büyük Sat Buzul Gölüne ait fotoğraflar yüksek puan (8.2) grubunda, Por Köyü/Kalderasına ait fotoğraflar orta puan (7.1) grubunda değerlendirilmiştir. Parametrelerin aldığı ortalama kadın, ortalama erkek ve toplam ortalama puanları Çizelge 3 ve Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 3. Büyük Sat Buzul Gölü Ort. Puanları

Büyük Sat Buzul Gölü	Kadın %	Erkek %	Ortalama %
Doğallık	9.8	9.3	9.6
Korumaya Değer	9.7	9.4	9.5
Çeşitlilik	7.4	6.1	6.7
Karakteristiklik, Tipiklik, Özgünlük	9.3	8.7	9
Gizemlilik	7.6	7.8	7.7
Davetkârlık	9.5	9.1	9.3
Heyecan Vericilik	9	8.4	8.7
Etkileyicilik, Gösterişlilik	9	8.7	8.8
Güvenlilik	4	4.3	4.2
Rahatlatıcılık, Dinlendiricilik	9.4	8.8	9.1

Çizelge 4. Por Köyü / Kalderası Ort. Puanları

Por Köyü / Kalderası	Kadın %	Erkek %	Ortalama %
Doğallık	8.8	8.2	8.5
Korumaya Değer	8.8	8.3	8.6
Çeşitlilik	6.4	6.1	6.2
Karakteristiklik Tipiklik, Özgünlük	7.9	6.5	7.2
Gizemlilik	6.1	5.5	5.8
Davetkârlık	6.7	6.3	6.5
Heyecan Vericilik	7.9	6.4	7.2
Etkileyicilik, Gösterişlilik	8	6.6	7.3
Güvenlilik	5.1	5.2	5.2
Rahatlatıcılık, Dinlendiricilik	9	8.1	8.6

Büyük Sat Buzul Gölü için; hem kadın uzmanlar, hem erkek uzmanlar *doğallık, korumaya değer olma, Karakteristiklik, davetkârlık, heyecan vericilik, etkileyicilik-gösterişlilik, rahatlatıcılık-dinlendiricilik* parametrelerine yüksek, *çeşitlilik, gizemlilik, güvenlilik* parametrelerine orta puan vermişlerdir. Ortalamalar arasında düşük puan yer almamaktadır. Erkekler *güvenlilik* ve *gizemlilik* parametreleri hariç diğer tüm parametrelerde kadınlara kıyasla daha düşük puanlar kullanmıştır.

Por Köyü / Kalderası için; kadın uzmanlar *doğallık, korumaya değer olma, etkileyicilik-gösterişlilik, rahatlatıcılık-dinlendiricilik* parametrelerine yüksek, *çeşitlilik, karakteristiklik, gizemlilik, davetkârlık, heyecan vericilik, güvenlilik* parametrelerine orta puan vermişlerdir. Erkek uzmanlar *doğallık, korumaya değer olma, rahatlatıcılık-dinlendiricilik* parametrelerine yüksek, *çeşitlilik, karakteristiklik, gizemlilik, davetkârlık, heyecan vericilik, etkileyicilik-gösterişlilik, güvenlilik* parametrelerine orta puan vermişlerdir. Ortalamalar arasında düşük puan yer almamaktadır. Erkekler *güvenlilik* parametresi hariç diğer tüm parametrelerde kadınlara kıyasla daha düşük puanlar kullanmıştır. *Güvenlilik* hariç tüm parametrelerde hem kadın hem de erkek uzman grubunda Büyük Sat Buzul Gölü Por Köyü/Kalderasına kıyasla daha yüksek puanlar almıştır. Anketlerin genelinde tamamen doğal ya da doğal niteliği yüksek olan peyzajlara erkeklere oranla kadın uzmanların daha yüksek ilgi gösterdiği, bu peyzajlar karşısında daha yüksek heyecan duyduğu ve bu peyzajları korumaya dair daha güçlü bir tutum sergiledikleri görülmektedir. Her iki ankette de güvenlilik parametresine her iki cinsiyetin de düşük puan verdiği, Büyük Sat Buzul Gölünde %3, Por Kalderasında %1 farkla erkeklerin daha yüksek puan kullandığı görülmektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Peyzajların görsel kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla, eşit sayıda kadın ve erkek uzmana uygulanan anket çalışması cinsiyetler arasındaki değerlendirme ve tercihler açısından birtakım sonuçlar ortaya koymuştur. Bu kapsamda elde edilen bulgular değerlendirildiğinde; her iki peyzaj arasındaki puan farkının az olduğu ve genel olarak düşük puan kullanılmadığı, bu durumun görsel değeri güçlü iki peyzajın kıyaslanmasından ve peyzajların ortak niteliklerinden kaynaklı olduğu yorumlanmaktadır. Uzman grubun peyzaj tercihlerinde

informal hatlara ve su ögesi olarak göl görüntüsüne daha yoğun ilgi gösterdiği Aklıbaşında vd. (2011) çalışma sonuçlarıyla örtüşmektedir. Buna karşın, doğal niteliği daha yüksek olan Büyük Sat Buzul Gölü peyzajının yüksek, Por Kalderası peyzajının orta kategoride değerlendirilmesinin bu kişilerin doğal alanlara duyulan özlem ve arzusundan kaynaklı olduğu yorumlanmakta ve bu durum Aklıbaşında vd. (2011) çalışma sonuçlarıyla da desteklenmektedir. İki peyzaj türünün doğallığının yüksek beğenisi yargısında kaliteli peyzajlar ile fikir birliği arasında önemli ölçüde pozitif bir ilişki olduğunu görülmektedir. Bu “görsel peyzaj kalite ne kadar yüksekse, fikir birliği o kadar iyidir” şeklinde tanımlanan görüşle uyumludur (Kalivoda vd., 2014). Çalışma bulguları, her iki peyzajda da kadın ve erkek uzman tercihleri arasında birtakım farklılıklar ortaya koymaktadır. Kadınların doğal peyzajlara daha yüksek ilgi gösterdiği Villamor vd. (2014) ve Ma vd. (2023) çalışma sonuçlarıyla, kadınların çevre hakkındaki endişelerinin erkeklerden yüksek olduğu ve daha güçlü çevre yanlısı tutumlar sergiledikleri Milfont ve Duckitt (2004), Gifford ve Nilsson, (2014), Rosa vd., (2023) çalışma sonuçlarıyla örtüşmektedir. Bunun yanı sıra, her iki peyzaj için yapılan ankette en düşük puanı güvenlilik parametresinin aldığı, bu durumun insanların ilgili alanlar hakkında kısıtlı bilgilere sahip olması, dolayısıyla bilinmeyen korku yaratması ve peyzajlarda güçlü bir insan izi olmaması şeklinde değerlendirilmektedir. Bu önemli sonuç ise Rahm vd. (2021) ve Evensen vd. (2021) çalışmalarıyla örtüşmektedir. Por Kalderasına ait peyzajın insan izi ve yapı varlığından kaynaklı olarak, her iki cinsiyet grubundan da Büyük Sat Buzul Gölü peyzajından daha yüksek puan aldığı ve bu durumun literatürde yer alan, yapıların bilinçaltında insanları potansiyel tehlikelerden koruyan sığınaklar olduğu algısıyla örtüşerek, Dupont vd. (2016), Ma vd. (2023) çalışmaları ile desteklenmektedir. Her iki peyzajda da güvenlilik parametresine kadınların erkeklerden daha düşük puan vermesi kadınların güvenlik endişesinin daha yüksek olduğunu göstermekte (Rosa ve ark., 2023), bu durum toplumsal cinsiyet eşitsizliğinin yarattığı algı ile yorumlanmaktadır. Zira kadınların neredeyse her parametrede daha yüksek beğeni gösterdiği alanları, o alanlara daha az ilgi gösteren erkeklerle kıyasla daha az güvenli bulması sosyal ve toplumsal durumun tartışılmasını gerekli kılmaktadır. Buna ek olarak, kadın ve erkek uzmanların güvenlilik için kullandığı puanlar arasında çok düşük bir fark olduğu, bu farkın da Büyük Sat Buzul Gölünde yaklaşık %3, Por Kalderasında %1 oranında olduğu görülmektedir. Kentsel alanlarda kadın ve erkeklerin güvenlik algısı arasındaki farkın çok daha yüksek olduğu (Kong ve ark., 1997; Ma ve ark., 2023; Navarrete-Hernandez ve ark., 2021) bilinmekte ve bu durum kentlerin cinsiyet eşitlikçi tasarlanmadığı, doğanın kentlerden daha eşitlikçi bir ortam sağladığı şeklinde değerlendirilmektedir. Doğal alanlardaki güvenlik algısı, coğrafi konum ve siyasi istikrarsızlıkla da ilişkili olabilir ve bölgeler arasındaki farklar güvenlik algısını etkileyebilir. Buna göre kırsal alanda ya da doğal peyzaj alanlarındaki güvenlik algısı hangi yapılarla (sosyal-çevresel-demografik-ekonomik-kültürel-siyasal vb.) değişiklik gösterebilir ve bu yapılar çerçevesinde kentsel ve kırsal alandaki/doğal peyzajlardaki toplumsal cinsiyete dayalı güvenlik algısını iyileştiren tasarım ve planlama çalışmaları önerilmektedir. Peyzajların tüm cinsiyetler için önemli bir kaynak olduğu, özellikle rekreasyonel amaçlı kullanımlar için bu kaynaklardan herkesin eşit bir şekilde faydalanabilmesi gerektiği bilinmelidir. Bu konuyla ilgili olarak, özellikle güven algısındaki farklılıkların nedenleri iyi araştırılmalıdır. Bununla birlikte doğal peyzajların ilgili yöneticiler tarafından sürdürülebilir çerçevede korunması, tüm kullanıcılara özellikle kadın kullanıcılara alan kullanımlarında güven duygusunu hissettirme yollarının araştırılması önerilmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmamaktadır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Emel AYDIN  <http://orcid.org/0000-0002-5262-6975>

Feran AŞUR  <http://orcid.org/0000-0001-9480-5536>

KAYNAKLAR

Acarlı, B., Kiper, T. 2018. Kent meydanlarının geçmiş ve günümüz görüntülerinin görsel peyzaj kalitesinin saptanması: İstanbul ili Taksim meydanı örneği. İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi, 8(17), 15-31.

Aklıbaşında, M., Atabeyoğlu, Ö. ve Bulut, Y. 2011. Peyzaj mimarlığında cinsiyete bağlı tasarım tercihleri.

Appleton, J. 1975. The Experience of Landscape (London: Wiley).

- Aşur, F., Akpınar Külekçi, E. 2020. The Relationship Between the Adorability of Urban Landscapes and Their Users Demographic Variables: The Case of Edremit, Van/Turkey. *Journal of International Environmental Application and Science*, 15(1).
- Brown, G. and Harris, C. 1992. The US forest service: toward the new resource management paradigm. *Soc. Nat. Resour.* 5, 231–245.
- Clay, G.R. and Smidt, R.K. 2004. Assessing the validity and reliability of descriptor variables used in scenic highway analysis *Landsc. Urban Plan.*, 66 (2004), pp.239-255.
- Daniel, T. C., A. Muhar, A. Arnberger, O. Aznar, J. W. Boyd, K. M. Chan, A. and Von Der Dunk. A. 2012. “Contributions of Cultural Services to the Ecosystem Services Agenda.” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109 (23): 8812–8819.
- Dramstad, W.E., Sundli Tveit, M., Fjellstad, W.J., Fry, G.L.A., 2006. Relationships between visual landscape preferences and map-based indicators of landscape structure. *Land Urban Plan* 78, 465–474.
- De La Fuente de Val, G. and Mühlhauser, H. 2014. Visual quality: An examination of a South American Mediterranean landscape, Andean foothills east of Santiago (Chile). *Urban Forestry & Urban Greening*, 13(2), 261-271.
- Domon, G. 2011. Landscape as resource: Consequences, challenges and opportunities for rural development. *Landscape and Urban Planning*, 100(4), 338-340.
- Dupont, L., Ooms, K., Antrop, M., and Van Eetvelde, V. 2016. Comparing saliency maps and eye-tracking focus maps: The potential use in visual impact assessment based on landscape photographs. *Landscape and urban planning*, 148, 17-26.
- Ergas, C. and York, R. 2012. Women’s status and carbon dioxide emissions: a quantitative crossnational analysis. *Sci. Res.* 41 (4), 965–976.
- Evensen, K. H., Hemsett, G. and Nordh, H. 2021. Developing a place-sensitive tool for park-safety management experiences from green-space managers and female park users in Oslo. *Urban Forestry & Urban Greening*, 60, 127057.
- Filova, L., Vojar, J., Svobodova, K. and Sklenicka, P. 2015. The effect of landscape type and landscape elements on public visual preferences: ways to use knowledge in the context of landscape planning. *Journal of Environmental Planning and Management*, 58(11), 2037-2055.
- Fry, G., M. S. Tveit, Å. Ode, and M. D. Velarde. 2009. “The Ecology of Visual Landscapes: Exploring the Conceptual Common Ground of Visual and Ecological Landscape Indicators.” *Ecological Indicators* 9 (5): 933–947.
- Garcia, X., Benages-Albert, M., Buchecker, M. and Vall-Casas, P. 2020. River rehabilitation: Preference factors and public participation implications. *Journal of Environmental Planning and Management*, 63(9), 1528-1549.
- Gifford, R. and Nilsson, A. 2014. Personal and social factors that influence pro-environmental concern and behaviour: A review. *Int J Psychol*, 49(3), 141–157.
- Gobster, P.H. 2002. Managing urban parks for a racially and ethnically diverse clientele. *Leisure Sciences*: 24, 143-159.
- Hami, A. and Tarashkar, M. 2018. “Assessment of Women’s Familiarity Perceptions and Preferences in Terms of Plants Origins in the Urban Parks of Tabriz, Iran.” *Urban Forestry and Urban Greening* 32 (December 2017): 168–176.
- Jahani, A., Makhdoom, M., Fegghi, J., Etemat, V. 2010. Determine the quality of the landscape and the outlook in order to Ecotourism (Case study: Patom forest Kheiroud). *Environmental Studies*, V. 2., N. 3., p. 13.
- Kaltenborn, B. P., Bjerke, T. 2002 Associations between environmental value orientations and landscape preferences. *Landscape and urban planning*, 59(1), 1-11.
- Kalivoda, O., Vojar, J., Skřivanová, Z. ve Zahradník, D. 2014. Consensus in landscape preference judgments: The effects of landscape visual aesthetic quality and respondents' characteristics. *Journal of environmental management*, 137, 36-44.
- Kaplan, R., Kaplan, S. ve Ryan, R. 1998. *With people in mind: Design and management of everyday nature.* Island press.
- Kerebel, A., Gélinas, N., Déry, S., Voigt, B., & Munson, A. 2019. Landscape aesthetic modelling using Bayesian networks: Conceptual framework and participatory indicator weighting. *Landscape and Urban Planning*, 185, 258-271.
- Kong, L. L., Yuen, B., Briffett, C. and Sodhi, N. S. 1997. Nature and nurture, danger and delight: Urban women's experiences of the natural world. *Landscape Research*, 22(3), 245-266.
- Lee, L. H. 2017. Perspectives on landscape aesthetics for the ecological conservation of wetlands. *Wetlands*, 37(2), 381-389.

- Lindemann-Matthies, P., Briegel, R., Schüpbach, B., & Junge, X. 2010. Aesthetic preference for a Swiss alpine landscape: The impact of different agricultural land-use with different biodiversity. *Landscape and Urban Planning*, 98(2), 99-109.
- Lindhjem, H. and Navrud, S. 2011. Are Internet surveys an alternative to face-to-face interviews in contingent valuation? *Ecological economics*, 70(9), 1628-1637.
- Lothian, A. 1999. Landscape and the philosophy of aesthetics: is landscape quality inherent in the landscape or in the eye of the beholder? *Landscape and Urban Planning*, 44, pp. 177 – 198.
- Ma, R., Luo, Y. and Furuya, K. 2023. Gender Differences and Optimizing Women's Experiences: An Exploratory Study of Visual Behavior While Viewing Urban Park Landscapes in Tokyo, Japan. *Sustainability*, 15(5), 3957.
- Meinig, DW. 1979. The beholding eye: Ten versions of the same scene. *The interpretation of ordinary landscapes: Geographical essays*, 33-48.
- Milfont, T. L. and Duckitt, J. 2004. The structure of environmental attitudes: A first- and second-order confirmatory factor analysis. *J.of Environ. Psychology*, 24(3), 289–303.
- Navarrete-Hernandez, P., Vetro, A. and Concha, P. 2021. Building safer public spaces: Exploring gender difference in the perception of safety in public space through urban design interventions. *Landscape and Urban Planning*, 214, 104180.
- Ode, Å., Fry, G., Tveit, M. S., Messenger, P., Miller, D. 2009. Indicators of perceived naturalness as drivers of landscape preference. *Journal of environmental management*, 90(1), 375-383.
- Palmer, J.F. and Hoffman, R.E. 2001. Rating reliability and representation validity in scenic landscape assessments. *Landsc. Urban Plan.* 54, 149–161.
- Philipp, S. F. 2000. Race and the pursuit of happiness. *J.Leisure Research*, 23: 290-304.
- Rahm, J., Sternudd, C. and Johansson, M. 2021. In the evening, I don't walk in the park: The interplay between street lighting and greenery in perceived safety. *Urban design international*, 26, 42-52.
- Richard, D. and Peterson, S. 1998. Perception of environmental risk related to gender, community socioeconomic setting, age, and locus of control. *J. Environ. Educ.* 30, 11–19.
- Rosa, C. D., Larson, L. R., Collado, S., Cloutier, S. and Profice, C. C. 2023. Gender differences in connection to nature, outdoor preferences, and nature-based recreation among college students in Brazil and the United States. *Leisure Sciences*, 45(2), 135-155.
- Roth, M. 2006. Validating the use of Internet survey techniques in visual landscape assessment—An empirical study from Germany. *Landscape and urban planning*, 78(3), 179-192.
- Sarı, D. ve Karaşah, B. 2015. Hatila Vadisi Milli Parkı'nda (Artvin) yer alan farklı vejetasyon tiplerinin görsel değerlendirmesi üzerine bir çalışma. *Turkish Journal of Forestry*, 16(1), 65-74.
- Sevenant, M. and Antrop, M. 2009. Cognitive Attributes And Aesthetic Preferences In Assessment And Differentiation of Landscapes, *Journal of Environmental Management*, 90 (9), 2889-2899.
- Solecka, I. 2019. The use of landscape value assessment in spatial planning and sustainable land management—a review. *Landscape Research*, 44(8), 966-981.
- Steinitz, C. 2001. Visual evaluation models: some complicating questions regarding memorable scenes. *Landscape and Urban Planning*, 54(1-4), 283-287.
- Svobodova, K., Sklenicka, P., Molnarova, K. and Salek, M. 2012. Visual preferences for physical attributes of mining and post-mining landscapes with respect to the sociodemographic characteristics of respondents. *Ecol. Eng.* 43, 34–44.
- Tahvanainen, L., Tyrväinen, L., Ihalainen, M., Vuorela, N. and Kolehmainen, O. 2001. Forest management and public perceptions—visual versus verbal information. *Landscape and urban planning*, 53(1-4), 53-70.
- Tieskens, K.F., Van Zanten, B.T., Schulp, C.J.E. and Verburg, P.H. 2018. Aesthetic appreciation of the cultural landscape through social media: an analysis of revealed preference in the Dutch river landscape. *Landsc. Urban Plan.* 177, 128–137.
- Tikka, P., Kuitunen, M. and Tynys, S. 2000. Effects of educational background on students' attitudes, activity levels, and knowledge concerning the environment. *J. Environ. Educ.* 31, 12–19.
- Tveit, M., Ode, Å. and Fry, G. 2006. Key concepts in a framework for analysing visual landscape character. *Landscape research*, 31(3), 229-255.
- Uzun, F. Ç. 2018. Kastamonu tabiat parklarının görsel kalite analizi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu Üniversitesi.
- Villamor, G. B., van Noordwijk, M., Djanibekov, U., Chiong-Javier, M. E. and Catacutan, D. 2014. Gender differences in land-use decisions: shaping multifunctional landscapes?. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 6, 128-133.

- Wang, R., Zhao, J. and Liu, Z. 2016. Consensus in visual preferences: The effect of aesthetic quality and landscape types, *Urban Forestry and Urban Greening*, 20, 210-217
- Wherrett, J. R. 1999. Issues in using the Internet as a medium for landscape preference research. *Landscape and Urban Planning*, 45(4), 209-217.
- Xu, M., Luo, T. and Wang, Z. 2020. Urbanization diverges residents' landscape preferences but towards a more natural landscape: case to complement landscape ecology from the lens of landscape perception. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 27(3), 250-260.
- Yang, G., Yu, Z., Zhang, J. and Søderkvist Kristensen, L. 2021. From preference to landscape sustainability: a bibliometric review of landscape preference research from 1968 to 2019. *Ecosystem Health and Sustainability*, 7(1), 1948355.
- Yazici, K., Asur, F. 2021. Assessment of landscape types and aesthetic qualities by visual preferences (Tokat, Turkey). *J. Environmental Protection and Ecology*, 22(1).
- Zhang, H., Lin, S. H. 2011. Affective appraisal of residents and visual elements in the neighborhood: A case study in an established suburban community. *Landscape and urban planning*, 101(1), 11-21.
- Zelezny, L.C., Poh-Pheng, C. and Christina, A. 2000. New ways of thinking about environmentalism: elaborating on gender differences in environmentalism. *J. Soc. Issues* 56 (3), 443–457.

Süsen (*Iris germanica* L.) Rizomlarından Elde Edilen Distilasyon ve Ekstraksiyon Ürünlerinin Verimliliği ve Koku Bileşenleri Üzerine Bir Araştırma

Nimet KARA^{1*} , Hasan BAYDAR¹ 

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta

*Sorumlu Yazar: nimetkara@isparta.edu.tr

Geliş Tarihi: 07.01.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 20.11.2023 Kabul Tarihi: 21.11.2023

ÖZ

Iris germanica L. bitkisinin rizomları, 2016 yılının Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında sökülerek hasat edilmiştir. Sökülen rizomlar kurutulduktan sonra beş yıl süreyle oda koşullarında muhafaza edilmiş, Clevenger aparatında su distilasyonu ile uçucu yağ ve hidrosol, Soxhlet aparatında ise n-hekzan ekstraksiyonu ile rizom resinoidi ve posa resinoidi elde edilmiştir. *I. germanica* rizomlarının uçucu yağ ve resinoid içerikleri hasat dönemlerine göre istatistiksel olarak ($p \leq 0.01$) önemli farklılıklar göstermiş, uçucu yağ oranı %0.12-0.24, resinoid oranı %2.97-6.80 arasında değişmiştir. *I. germanica* uçucu yağının ana bileşenlerinin α -iron (%27.38-43.27) ve γ -iron (%42.54-59.78), rizom resinoidinin ana bileşenlerinin miristik asit (%16.34-39.45), γ -iron (%13.15-31.49), α -iron (%6.93-15.26) ve heptokosan (%1.21-20.72), hidrosolün ana bileşenlerinin 6-metil-3,5-heptadien-2-on (%16.94) ve furfural (%12.27), posa resinoidinin ana bileşenlerinin ise heptakosan (%20.61) ve pentakosan (%8.61) olduğu tespit edilmiştir. Iris rizomları hasat edildikten sonra beş yıl süreyle bekletildiğinde, en yüksek uçucu yağ oranının ağustos ayında ve en yüksek resinoid oranının temmuz ayında hasat edilen rizomlardan elde edilmiştir. Rizom hasat dönemleri geciktikçe, rizom uçucu yağlarında genel olarak α -iron miktarı azalırken, γ -iron miktarı artmıştır. Diğer taraftan, ağustos ayında hasat edilen rizomlardan elde edilen resinoidin diğer aylarda hasat edilen rizom resinoidlerine kıyasla daha yüksek oranlarda α -iron ve γ -iron içermiştir.

Anahtar kelimeler: *Iris germanica*, distilasyon, ekstraksiyon, uçucu yağ, resinoid, hidrosol

A Study on Productivity and Fragrance Components of Distillation and Extraction Products of Iris (*Iris germanica* L.) Rhizomes

ABSTRACT

The rhizomes of the *Iris germanica* L. plant were harvested in April, May, June, July, August and September 2016. After drying, the rhizomes were stored at room conditions for five years, essential oil and hydrosol were obtained by water distillation in the Clevenger apparatus, and resinoids from rhizome and post-distillation residue were obtained by n-hexane extraction in the Soxhlet apparatus. The essential oil and resinoid contents of *I. germanica* rhizomes showed statistically significant ($p \leq 0.01$) differences according to the harvest periods, the essential oil ratio ranged between 0.12-0.24% and the resinoid ratio between 2.97-6.80%. The main components of *I. germanica* were α -irone (27.38-43.27%) and γ -irone (42.54-59.78%) in the essential oil, myristic acid (16.34-39.45%), γ -irone (13.15-31.49%), α -irone (6.93-15.26%) and heptacosan (1.21-20.72%) in the rhizome resinoid, 6-methyl-3,5-heptadiene-2-one (16.94%) and furfural (12.27%) in the hydrosol, heptacosan (20.61%) and pentacosan (8.61%) in the post-distillation residue resinoid. When iris rhizomes were stored for five years after harvesting, the highest essential oil ratio was obtained in August and the highest resinoid ratio was obtained from rhizomes harvested in July. As the rhizome harvesting periods were delayed, the amount of α -irone generally decreased, while the amount of γ -irone increased in rhizome essential oils. On the other hand, resinoid obtained from rhizomes harvested in August contained higher proportions of α -irone and γ -irone compared to rhizome resinoids harvested in other months.

Key words: *Iris germanica*, distillation, extraction, essential oil, resinoid, hydrosol.

GİRİŞ

Süsengiller (*Iridiaceae*) familyasına ait çok yıllık rizumlu bir bitki olan süsenin Avrasya, Kuzey Afrika ve Kuzey Amerika'da doğal yayılış gösteren yaklaşık 360 türü bulunmakta (Iwashina ve Mizuno, 2020), Türkiye florasında ise 24'ü endemik olan 56 takson ile temsil edilmektedir (Güner, 2012). Isparta yöresinde kültürü yapılan "Süsen" bitkilerine alışlagelmiş olarak "Zambak" denilmektedir. Ancak gerçekte botanik özellikleri yönüyle *Iris* türlerini zambak olarak değil süsen olarak tanımlamak gerekir. Çünkü zambak *Liliaceae* familyası üyelerine verilen genel bir adlandırmadır (Baydar, 2022). *Iris* türlerinin bazıları çok gösterişli ve hoş kokulu çiçeklere sahip olup park ve bahçelerde süs bitkisi olarak değerlendirilmektedir. *Iris germanica*, *Iris florentina* ve *Iris pallida* gibi türlerinin toprak altındaki rizomları ise çok değerli parfüm ve kozmetik hammaddesidir. *Iris* uçucu yağlarında bulunan triterpenoid yapıdaki iridaller, ironların öncüleri olan bir grup bileşik olup, menekşe kokusunu andıran hoş kokuları nedeniyle parfüm ve kozmetik endüstrisinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Bicchi ve ark., 1996).

Sekonder metabolitler bakımından zengin olan *Iris* türlerinde, flavonoidler, izoflavonoidler, bunların glikozitleri, benzokinonlar, triterpenoidler ve stilben glikozitlerini içeren 250'den fazla bileşik elde edilmiştir (Rahman ve ark., 2002; Choudhary ve Alam, 2017). Rizomlar, çok düşük bir konsantrasyonda bile çok güçlü pestisit aktivitesi ve ayrıca oldukça etkili anti-kanser aktivitesi gösteren iridaller içerir (Hawana ve ark., 1991, Asghar, 2011). Yürütülen çalışmalarda, iridal tip triterpenlerin güçlü antimikrobiyal, antifungal ve antiplazmodiyal ajanlar olduğu belirtilmiştir (Yousefsani ve ark., 2021).

Dünyada en fazla süsen yağı ve resinoid Fas ve Çin'de üretilmektedir. Türkiye'de endüstriyel olarak mor süsen (*Iris germanica* var. *florentina*) 250 da alanda üretilmektedir ve üretimin büyük bir kısmı Isparta ilinin Kuyucak köyünde yapılmaktadır. Isparta yöresinde ekim ayında dikilen süsen rizomları nisan ve mayıs aylarında çiçeklenmektedir. Ancak rizom hasadı için en az 3 yıl geçmesi gerekmektedir. Üç yaşını doldurmuş bir süsen tarlasından ortalama 1000-1200 kg/da yaş rizom ve 200-300 kg/da kuru rizom verimi elde edilmektedir. Yaz mevsimi sonuna doğru hasat edilen rizomlar sırasıyla temizleme ve kurutma işlemleri yapıldıktan sonra olgunlaştırmak üzere depolanmaktadır. Kurutulmuş ve öğütülmüş rizomlardan buhar distilasyonu ile %0.25-0.50 verimlilikte süsen yağı (Orris butter), ayrıca n-hekzan veya n-hekzan/etilasetat (70/30) ekstraksiyonu ile süsen resinoidi elde edilmektedir (Baydar, 2022).

Süsen uçucu yağının önemli bir kısmı ironlar (α -, β - ve γ -ironlar) ve kokusuz yağ asitlerinden oluşur. *Iris* uçucu yağında α -iron ve γ -iron bileşenleri en önemli ticari kalite kriterleri olarak kabul edilmekte olup, koku özelliğini etkilemektedir (Mykhailenko, 2020). *Iris* rizomlarının iron içeriğini; tür, hasat zamanı ve toprak altında kalma süresi etkilemektedir (Roger ve ark., 2010) Taze (yaş) rizomlarda ironlar henüz teşekkül etmediğinden (Firmin ve ark., 1998), süsen yağı üretiminde yıllandırılmış (2-5 yıl) kuru rizomlar kullanılmaktadır (Crişan ve Cantor, 2016; Roger ve ark., 2010). *Iris* ironları, rizomlarının yıllanması sürecinde iridal denilen yapıların yavaş yavaş oksidatifleşmesiyle oluşmaktadır. Bu nedenle, kuru rizomların depolama süresi (yıllandırma) arttıkça ironlar daha yüksek miktarlarda meydana gelmektedir. Bu araştırma, altı farklı zamanda hasat edildikten sonra beş yıl süreyle yıllandırılan süsen (*I. germanica* L.) rizomlarından elde edilen distilasyon ve ekstraksiyon ürünlerinin verimlilik ve koku bileşenlerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve METOT

Araştırmanın yürütüldüğü Isparta ili (Türkiye'nin açık parfüm vadisi olarak atfedilmektedir), ortalama 1050 metre rakımlı olup Batı Akdeniz Bölgesi'nde yer almaktadır. Coğrafik konumu gereği hem Akdeniz hem de karasal iklim özellikleri göstermektedir. Araştırmanın tarla denemesinin yürütüldüğü 2016 yılına ilişkin temel iklim verileri Çizelge 1'de sunulmuştur. Bu yıl ait ortalama sıcaklık 13.1 °C ve toplam yağış miktarı 592.2 mm olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 1. Isparta ilinde tarla denemesinin yürütüldüğü 2016 yılına ve uzun yıllara ilişkin ortalama sıcaklık ve yağış verileri*

Yıl	Aylar												Ort./Top.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Sıcaklık (°C)	2016	1.3	7.3	7.6	14.0	14.6	21.6	25.0	24.4	18.9	14.8	7.2	0.3	13.1
	Uzun yıllar	1.7	2.6	5.9	10.5	15.5	20.1	23.4	25.8	18.3	12.8	6.9	3.0	12.2
Yağış (mm)	2016	101.6	33.3	59.9	47.8	87.6	12.4	25.7	45.4	31.6	1.6	48.8	33.5	529.2
	Uzun yıllar	64.2	54.9	52.8	58.8	46.0	27.8	12.8	0.3	15.4	38.0	51.5	70.9	493.4

*Isparta Meteoroloji Müdürlüğü iklim verileri

Araştırmada materyal olarak mor süsen (*I. germanica* L.) rizomları kullanılmıştır. Rizomlar, Isparta ilinin Keçiborlu ilçesine bağlı Kuyucak köyünde yer alan ve Robertet Gülyağı ve Itriyat San. Ltd. Şirketine ait *I. germanica* tarlasından tesadüf blokları deneme desenine göre parsellenmiş alandan temin edilmiştir (Gürbüzer ve Kara, 2018). Deneme tarlası toprağı, kumlu-tınlı, tuz oranı düşük (EC: 0.27 dS/m), bazik (pH: 8.19), kireç oranı yüksek (CaCO₃: %28.14) ve organik madde oranı düşük (%1.68) yapıdadır. Her bir deneme parselinden 2016 yılının Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarının ortalarında olmak üzere toplam altı farklı zamanda rizom sökümü yapılmıştır (Gürbüzer ve Kara, 2018). 2016 yılında sökülen rizomlar temizlendikten sonra çabuk kuruması ve tekrar çimlenmemesi için küçük parçalara bölünerek (kesilmiş) ve tel raflar üzerinde gölgede kurutulmuş, oda sıcaklığında 5 yıl süreyle depolanmış (yıllandırma), 2021 yılında toz haline gelinceye kadar öğütülerek her söküm ayını temsil eden numuneler hazırlanmıştır. Bu numunelerde distilasyon işlemiyle uçucu yağ ve hidrosol, solvent ekstraksiyonu ile resinoid elde edilmiş, ayrıca GC/MS ile bileşen analizleri yapılmıştır.

Uçucu yağ ve hidrosol üretimi: Her bir hasat dönemine ait öğütülmüş 500 g rizom Hydro-Clevenger aparatının balonuna konarak üzerine 1.5 L su ilave edilmiş, 24 saat süreyle bu şekilde bekletildikten sonra, 6 saat boyunca su distilasyonu yöntemiyle damıtılmıştır. Aparatın ölçülü pipetinde toplanan yağ miktarı üzerinden uçucu yağ oranı (w/v, %) hesaplanmıştır (Deng ve ark. 2009). Ayrıca eylül ayına ait rizom numunesinden uçucu yağ elde edildikten sonra, uçucu yağın altında toplanan aromatik su (hidrosol) elde edilmiştir (Baydar ve Kineci, 2009).

Resinoid üretimi: Her bir hasat dönemine ait öğütülmüş 20 g rizom, 200 mL *n*-hekzan ile 4 saat boyunca Soxhlet aparatında ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Ekstraksiyon işlemi tamamlandıktan sonra vakumlu rotary evaporator yardımıyla ekstrakttan *n*-hekzan arındırılmış ve balonda kalan ekstre miktarı ölçülerek resinoid oranı (w/w, %) hesaplanmıştır (Roger ve ark., 2012). Ayrıca eylül ayına ait rizom numunesinden elde edilen distilat posasından, aynı ekstraksiyon yöntemi ile posa resinoidi elde edilmiştir.

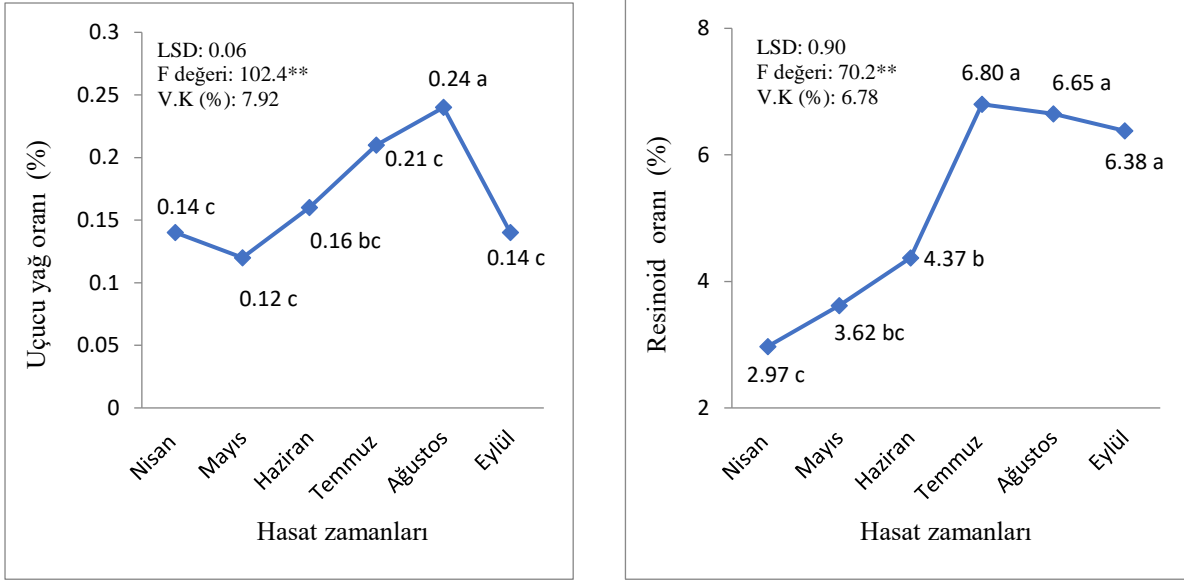
Uçucu yağ, hidrosol ve resinoid bileşenleri analizi: *Iris* rizomlarından, yukarıda açıklanan distilasyon ve ekstraksiyon yöntemleriyle elde edilen uçucu yağ, hidrosol ve resinoid ürünlerinin temel koku bileşenleri GC-MS (Gas chromatography/ Mass spectrometry) cihazında (QP5050 quadrapole detektörlü Shimadzu 2010 Plus) analiz edilerek belirlenmiştir. Kapiler kolon olarak CP-Wax 52 CB (50 m x 0.32 mm. 0.25 µm)'nin kullanıldığı analizlerde fırın sıcaklık programı dakikada 10 °C artarak 60 °C'den 220 °C'ye ulaşmış ve 220 °C'de 10 dakika kadar bekleme şeklinde yapılmıştır. Toplam koşuturma süresinin 120 dakika, enjektör sıcaklığının 240 °C ve detektör sıcaklığının 250 °C olarak ayarlandığı bu çalışmada taşıyıcı gaz olarak helyum (20 mL/dakika, split 1:20) gazı kullanılmıştır. Her bir bileşen, kütle spektrumlarının Wiley, Nist, Tutor ve FFNSC kütüphanelerinden karşılaştırma ile tanımlanmış ve bileşen miktarları, pik alanlarının göreceli bloklarının toplam pik alanına oranlanması yolu ile hesaplanmıştır (Baydar ve Kineci, 2009).

İstatistiksel analiz: Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel analizleri SAS paket programından faydalanılarak varyans analizleri yapılmış, ortalamalar arasında görülen farklılıkların gruplandırılmaları LSD (Least Significant Difference) testine göre karşılaştırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Uçucu yağ ve resinoid verimliliği

Bu araştırmada, 2016 yılında 6 farklı dönemde hasat edildikten sonra 5 yıl boyunca oda koşullarında muhafaza edilen *I. germanica* rizomlarında, elde edildikleri hasat dönemlerine göre uçucu yağ oranları bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır ($p \leq 0.01$) (Şekil 1). *I. germanica* rizomlarının uçucu yağ oranı, mayıs ayı sökümünden ağustos ayı sökümüne kadar genel olarak artış (%0.12'den %0.24'e) eğilimi göstermiş, ancak eylül ayında sökülen rizomlarda azalış (%0.14) olmuştur. Deneme tarlasındaki süsen bitkilerinin çiçeklenmesi, nisan ayının ortasından mayıs ayı sonuna kadar devam etmektedir. Çiçeklenmenin olduğu dönemler ile bitkilerin toprak üstü organlarının kurumaya başladığı eylül ayında toprak altındaki rizomlar en düşük düzeylerde uçucu yağ içerdikleri tespit edilmiştir. Günlerin uzadığı ve sıcaklıkların arttığı Mayıs-Ağustos döneminde yapraklardan rizomlara daha fazla fotosentetik asimilat taşındığı için, bu dönemlerde hasat edilen rizomlarda daha fazla uçucu yağ depolandığı düşünülmektedir.



Şekil 1. *Iris germanica* rizomlarında uçucu yağ ve resinoid oranları

Belletti ve ark. (2012), *Iris pallida*'da uçucu yağ oranı %0.20, Mykhailenko vd (2020) *I. germanica*, *I. versicolor*, *I. graminea* ve *I. halophila* türlerinin rizomlarında uçucu yağ oranının sırasıyla %0.06, %0.10, %0.06 ve %0.02 olduğunu bildirmişlerdir. Gürbüz ve Kara (2018), *I. germanica* türünün rizomlarında hasat yılında %0.06-0.08, hasattan bir sonraki yılda ise %0.10-0.14 arasında uçucu yağ bulunduğunu, depolama süresi arttıkça uçucu yağ oranında artış olduğunu tespit etmişlerdir.

Iris rizomlarının resinoid içeriği uçucu yağ içeriğine benzer bir değişim sergilemiş, nisan ayından temmuz ayına kadar %2.97'den % 6.80'e artış, sonraki aylarda ise %6.38'e azalış göstermiştir (Şekil 1). Gürbüz ve Kara (2018), *I. germanica* rizomlarında resinoid oranının hasat sonrasında %8.0-10.57 ve bir yıl süreyle bekletildiğinde %6.95-10.45 arasında belirlemişlerdir. *Iris* rizomlarında resinoid içeriklerinin Krick ve ark. (1983) %1.0-3.0, Roger ve ark. (2012) %2.7-5.2, Marner ark. (2002) %8.3, Bhat ve ark. (2014) ise %10.0 oranlarında bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu farklılıklar genotip, iklim özellikleri ve agronomik uygulamalardan kaynaklanabilir.

Uçucu yağ, hidrosol ve resinoid bileşenleri

Iris germanica rizomlarından su distilasyonu ile elde edilen uçucu yağların GC/MS analiz sonuçlarına göre toplam 42 adet bileşen tespit edilmiş, α -iron (%27.38-43.27), γ -iron (%42.54-59.78) ve 6-metil-ionon (%2.06-4.76) temel bileşenler olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Hasat dönemleri nisan ayından eylül ayına doğru gecikmesine bağlı olarak α -iron azalırken, γ -iron artış göstermiş, 6-metil-ionon ise nisan ayından itibaren önemli bir değişiklik göstermemiştir (Çizelge 2). Firmin ve ark. (1998) tarafından yapılan bir araştırmada da farklı *Iris* türlerinden elde edilen uçucu yağların ana bileşenlerinin α -iron (%18.9-81.0) ve γ -iron (%18.6-81.1) olduğunu, Roger ve ark. (2010) ise 6 aylık, 2, 3, 4 ve 9 yıllık *Iris* rizomlarından elde edilen uçucu yağlarda γ -iron içeriğinin sırasıyla %9.3, %11.5, %12, %13.5 ve %15.0 olacak şekilde artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu farklılıklar genotip ve iklim özelliklerinden kaynaklanabilir (Mykhailenko, 2018; Mykhailenko ve ark., 2020).

Çizelge 2. *Iris germanica* rizomlarının farklı hasat dönemlerine göre uçucu yağ bileşenleri (%)

Rt (dk)	Bileşenler	Hasat dönemleri (aylar)					
		N*	M	H	T	A	E
3.44	Hexanal	0.18	0.19	0.00	0.13	0.30	0.30
8.46	6-Methyl-5-hepten-2-one	0.95	0.63	0.00	0.67	0.38	0.31
8.69	2-Pentylfuran	0.41	0.26	0.00	0.19	0.18	0.17
10.07	1,2,2,3-Tetramethyl-3-cyclopenten-1-ol	0.16	0.06	0.00	0.07	0.04	0.00
10.25	Para-Cymene	0.08	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
14.26	Linalool	0.40	0.66	0.00	0.72	0.08	0.05
14.49	Limonene oxide	0.13	0.10	0.00	0.13	0.09	0.12
15.64	Methyl 6-methyl heptanoate	0.11	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
17.52	5-Caranol	0.16	0.11	0.00	0.00	0.11	0.08
17.80	Non-2(E)-enal	0.48	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
18.41	cis-Dihydrocarvone	0.43	0.29	0.00	0.48	0.28	0.40
19.41	Octanoic acid	0.18	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
19.99	α-Terpineol	0.14	0.42	0.00	0.20	0.16	0.20
26.98	Carvacrol	0.36	0.51	0.32	0.37	0.15	0.03
28.46	Methyl caprate	0.31	0.06	0.00	0.17	0.00	0.00
30.62	3-Thujanol	0.99	0.97	0.83	1.83	1.03	0.68
32.47	Decanoic acid	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33.12	Ethyl decanoate	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33.97	Dodecanal	0.00	0.27	0.18	0.46	0.00	0.00
36.34	Neryl acetone	0.16	0.13	0.00	0.00	0.09	0.07
38.92	Longiverbenone	0.00	0.25	0.14	0.16	0.12	0.09
39.38	2-Undecanone	0.12	0.13	0.00	0.00	0.00	0.20
40.08	6-methyl ionone	2.06	4.13	4.46	4.76	4.68	4.66
41.01	Trans-2,6-gamma-irone	0.00	0.27	0.26	0.00	0.34	0.31
41.24	Methyl laurate	0.26	0.00	0.06	0.16	0.00	0.00
41.51	α-Irone	43.27	27.38	30.40	31.24	30.16	29.27
42.07	γ-Irone	42.54	49.07	58.06	56.96	57.86	59.78
43.62	Isomethyl- β- ionone	0.13	0.07	0.14	0.00	0.13	0.10
44.34	Caryophyllene oxide	1.23	1.23	1.09	0.57	1.27	1.72
44.60	cis-psi.-lonone	0.14	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
45.28	Viridiflorol	0.20	0.28	0.27	0.00	0.34	0.51
48.65	α-Bisabolol oxide B	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.03
50.51	α-Cedrol	0.37	0.88	0.69	0.00	0.16	0.17
52.89	Methyl myristate	1.67	0.54	0.47	0.73	0.34	0.21
56.69	Ethyl myristate	0.00	0.00	0.15	0.00	0.09	0.00
61.47	γ-Dodecalactone	0.77	0.36	0.22	0.00	0.22	0.19
62.95	cis-9-Octadecenoic acid	0.18	0.15	0.00	0.00	0.03	0.00
63.26	Methyl 2-oxotetradecanoate	0.00	0.22	0.27	0.00	0.00	0.00
72.09	Heneicosane	0.24	0.15	0.18	0.00	0.00	0.00
81.05	Tricosane	0.10	0.46	0.38	0.00	0.18	0.05
89.31	Pentacosane	0.14	1.13	0.95	0.00	0.51	0.12
96.98	Heptacosane	0.00	0.74	0.49	0.00	0.35	0.05

Iris germanica rizomlarının (eylül ayında hasat edilen) su distilasyonu aşamasında uçucu yağın altında toplanan aromatik suyunda (hidrosol) GC/MS analiz sonuçlarına göre 49 adet bileşen belirlenmiş ve ana bileşenler olarak 6-metil-3,5-heptadien-2-on (%16.94), furfural (%12.27), 2,6,6-trimetil-1-siklohekzen (%7.91), trans-2,6-γ-iron (%6.55) ve 2-prapanon (%6.37) tespit edilmiştir (Çizelge 3). *Iris*'in önemli bileşenlerinden birisi olan α-iron ise düşük oranda da olsa (%2.04) aromatik suyunda belirlenmiştir. Amin ve ark. (2017), *Iris persica* çiçek uçucu yağının ana bileşenlerin feniletanol ve furfural iken, yaprak ve rizomlardan elde edilen uçucu yağların ana bileşeninin furfuralin olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 3. *Iris germanica*'nın aromatik suyunun kimyasal bileşenleri

Rt	Bileşen	%	Rt	Bileşen adı	%
1.26	Ethanal	0.74	14.60	3-Methylthiophene-2-carboxaldehyde	0.26
1.44	2-Prapanone	6.37	15.08	3,5-Octadien-2-one	0.33
1.77	3-Methyl-2-butanone	2.21	15.22	Methon	0.51
2.22	2-Butenal	0.85	15.48	6-Methyl-3,5-heptadiene-2-one	16.94
2.71	Pentanal	1.23	16.65	5-Isopropenyl-2-methylpyridine	0.65
3.35	(E)-3-Penten-2-one	1.06	16.98	trans-p-Menth-1-en-3-ol	1.00
3.46	Pyridine (CAS) Azine	2.59	17.47	3,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)-	0.43
3.67	(E)-2-Pental	0.47	18.02	p-Menth-4-en-3-one	0.80
3.96	1-Pentanol	0.34	18.85	3-Ethyl-2-formylthiophene	1.45
4.29	3-Methyl-2-butenal	0.87	18.97	β-Fenchyl alcohol	0.84
4.65	Hexanal	4.97	20.75	d-Carvone	1.13
5.52	Furfural	12.27	22.90	Carvacrol	2.68
6.16	(E)-2-Hexenal	0.57	23.18	Phenol	0.47
6.74	Hexanol	0.71	25.08	N,N-Dimethyl-tetrahydro-1-naphthelen	0.48
7.34	Heptan-2-one	0.53	27.24	Viridiflorol	0.73
8.01	2-Acetylfuran	0.34	28.26	Methylmalonitrile	0.49
9.89	Benzaldehyde	3.56	29.18	Dihydro-β-ionone	0.26
10.37	6-Methyl-2-heptyn-4-ol	0.39	29.56	2,6,6-Trimethyl-1-cyclohexene	7.91
10.84	6-Methyl-5-hepten-2-one	3.92	29.85	Methyl-α-ionone	0.58
13.06	Benzeneacetaldehyde	3.06	29.97	6,6-Dimethyl-2-norpinene-2-ethanol	0.36
13.15	2,4-Dimethyl-2,4-heptadiene	1.10	30.57	α-Irone	2.04
13.69	Oct-2(E)-enal	0.21	30.86	Trans-2,6-γ-Irone	6.55
13.93	Acetophenone	0.29	31.97	Dihydroionone	0.21
14.06	3-Methylbenzaldehyde	2.44	32.60	Caryophyllene oxide	1.58
14.19	2-Methylbenzaldehyde	0.22			

Iris germanica rizomlarından n-hekzan ekstraksiyonu ile elde edilen resinoidlerin GC/MS bileşen analiz sonuçlarına göre toplam 46 adet bileşen tespit edilmiştir (Çizelge 4). Ana bileşenler olarak miristik asit (%16.34-39.45), α-iron (%6.93-15.26), γ-iron (%13.15-31.49), heptokosan (%1.21-20.72), palmitat (%1.77-6.44) ve pentakosan (%1.15-9.67) belirlenmiştir. Diğer bazı araştırmalarda da *Iris* rizom ekstraktlarında ironlardan başka miristik asit, kaprik asit ve laurik asit gibi yağ asitlerinin de yüksek oranlarda bulunabileceği rapor edilmektedir (Kukula-Koch ve ark., 2015; Mykhailenko, 2018). Çünkü ekstraksiyon için kullanılan n-hekzan apolar bir çözücü olup, sadece uçucu yağ bileşenlerini değil sabit yağdaki yağ asitlerini de çözmektedir. Kukula-Koch ve ark. (2014) *Iris dichotoma*'da hem hekzan hem de etanol ekstraktlarında en bol bulunan bileşenin miristik asit (myristate) olduğunu, hekzan ekstraktında metil palmitat ve metillinoleat, metoksiöjenol, metil oleat ve metil stearat, etanol ekstraktında ise metil palmitat, metil linoleat, metoksiöjenol, metil oleat ve metil stearat tespit edildiğini bildirmişlerdir. İbrahim ve ark. (2012) *I. germanica* rizomlarının metanolik ekstraktında bilinen 10 adet bileşen ile birlikte iki yeni bileşik (irigenin S ve iriside A) tespit etmişlerdir.

Çizelge 4. *Iris germanica* rizomlarının farklı hasat dönemlerine göre rizom resinoidlerinin bileşenleri (%)

Rt	Bileşen	Hasat dönemleri (aylar)					
		*N	M	H	T	A	E
5.67	2-Butoxyethanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.37	α -Thujene	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00
8.684	β -Myrcene	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
10.25	p-Cymene	3.51	1.18	0.85	0.91	2.23	0.56
10.50	Limonene	0.00	0.09	0.08	0.00	0.00	0.00
10.65	1.8-Cineole	0.56	0.15	0.10	0.00	0.00	0.00
11.93	γ Terpinene	0.93	0.37	0.24	0.33	0.58	0.21
14.26	Linalool	0.00	0.05	0.06	0.12	0.00	0.05
20.18	Ethyl octanoate	0.33	0.12	0.04	0.00	0.00	0.12
23.02	Carvone	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23.57	Linalool acetate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23.72	p-Anisaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25.82	Anethole	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00
26.98	Carvacrol	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00
30.62	3-Thujanol	0.00	0.15	0.10	0.00	0.00	0.06
33.12	Ethyl decanoate	0.81	0.35	0.16	0.48	0.84	1.09
38.35	Acetovanillone	3.28	8.97	10.46	13.77	0.00	0.00
40.08	6-methyl ionone	1.30	1.44	1.34	0.87	1.90	1.00
41.24	Methyl laurate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
41.51	α -Irone	14.76	11.27	10.04	6.93	15.26	7.57
42.07	γ -Irone	23.95	21.77	19.33	13.15	31.49	16.31
44.34	Caryophyllene oxide	1.83	0.00	0.39	0.00	0.00	0.44
45.28	Viridiflorol	0.00	0.17	0.12	0.00	0.00	0.16
45.43	Pentadecanoic acid ethyl ester	1.59	1.33	0.76	1.65	2.46	3.27
50.51	α -Cedrol	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00
52.89	Methyl myristate	0.00	0.55	0.43	1.01	0.00	1.24
55.91	Ethyl undec-10-enoate	0.00	0.49	0.00	0.64	0.65	1.26
56.69	Myristic acid (ethyl myristate)	34.73	21.39	16.34	24.35	27.79	39.45
61.47	γ -Dodecalactone	0.00	0.26	0.37	0.00	0.00	0.28
62.95	cis-9-Octadecenoic acid	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00
63.26	Methyl 2-oxotetradecanoate	0.00	0.00	0.26	0.24	0.00	0.00
63.56	Hexadecanoic acid	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.10
65.79	Ethyl (9E)-9-hexadecenoate	0.00	0.19	0.14	0.31	0.00	0.55
66.94	Ethyl palmitate	6.44	2.30	1.77	4.22	1.93	4.52
72.09	Heneicosane	0.00	0.11	0.30	0.18	0.00	0.00
74.66	Ethyl linoleate	2.46	0.86	0.71	3.29	1.10	2.47
75.01	Ethyl oleate	1.04	0.14	0.32	1.31	0.00	1.39
76.34	Ethyl (9E)-9-octadecenoate	0.00	0.16	0.16	0.62	0.00	0.23
81.05	Tricosane	0.00	1.01	1.39	0.92	0.36	0.63
89.31	Pentacosane	1.15	6.98	9.67	6.73	4.04	4.59
90.18	α -Terpinyl propionate	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	0.14
93.01	Ethyl heptadecanoate	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.04
93.22	Hexacosane	0.00	0.20	0.28	0.16	0.00	0.12
96.98	Heptacosane	1.21	16.47	20.72	16.17	9.38	11.17
104.10	Nonacosane	0.00	0.49	0.50	0.58	0.00	0.38
108.81	Octadecanal	0.00	0.92	1.19	0.70	0.00	0.49

*N: Nisan. M: Mayıs. H: Haziran. T: Temmuz. A: Ağustos. E: Eylül

Araştırmada *Iris* rizomlarında kaliteyi belirleyen α -iron ve γ -iron bileşenleri en yüksek ağustos ayında (%14.76 ve %23.95) hasat edilen rizomlardan elde edilen resinoidte tespit edilmiştir (Çizelge 4). Benzer şekilde

Gürbüz ve Kara (2018), *I. germanica*'nın hasat sonrası elde edilen resinoidlerinde α - ve γ -iron bileşenlerinin sırasıyla %7.43-13.5 ve %14.9-28.4 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bizim araştırmamızda ise 5 yıl bekletilen *I. germanica* resinoidlerinde α ve γ - iron bileşenlerinin daha yüksek oranlarda olduğu belirlenmiştir.

Iris germanica rizomlarının uçucu yağ elde edildikten sonra kalan posasında n-hekzan ekstraksiyonu ile üretilen resinoidinde 18 adet kimyasal bileşen belirlenmiş ve ana bileşenler olarak heptakosan (%20.61) ve pentakosan (%8.61) tespit edilmiştir. Posa resinoidinde belirlenen diğer bileşenlerin oranları oldukça düşük olmuş, özellikle uçucu yağ ve resinoidinde yüksek miktarlarda belirlenen α -iron (%0.32) ve γ -iron (%0.79) bileşenleri çok düşük oranda elde edilmiştir (Çizelge 4). Dolayısıyla distilasyon esnasında rizomlardaki bileşenlerin çok büyük bir kısmının uçucu yağa geçtiği, posada çok fazla bileşenin kalmadığı anlaşılmıştır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Iris germanica rizom söküm (hasat) dönemlerine göre uçucu yağ ve resinoid oranları ile bileşen kompozisyonları değişiklik göstermektedir. *Iris* rizomlarında en önemli kalite belirteçleri olan α -iron ve γ -iron bileşenleri uçucu yağda, resinoidde, posa resinoidinde ve hidrosolde tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, süsen rizomlarından sadece uçucu yağ ve resinoid gibi temel aromatik ürünler değil ayrıca hidrosol ve posa resinoidi gibi yan ürünlerin de elde edilebileceğini göstermektedir. *Iris* rizomları hasat edildikten sonra beş yıl süreyle bekletildiğinde, en yüksek uçucu yağ oranının ağustos ayında ve en yüksek resinoid oranının temmuz ayında hasat edilen rizomlardan elde edilmiştir. Rizom hasat dönemleri geciktikçe, rizom uçucu yağlarında genel olarak α -iron miktarı azalırken, γ -iron miktarı artmıştır. Diğer taraftan, ağustos ayında hasat edilen rizomlardan elde edilen resinoidin diğer aylarda hasat edilen rizom resinoidlerine kıyasla daha yüksek oranlarda α -iron ve γ -iron içermiştir. Beş yıllık depolama sonucunda elde edilen bulgular, *I. germanica* rizomlarından yüksek verimlilikte uçucu yağ elde etmek için ağustos ayında, yüksek verimlilikte resinoid elde etmek için temmuz ayında ve yüksek kalitede resinoid elde etmek için ağustos ayında hasat edilmeleri gerektiğini göstermiştir.


Teşekkür: Isparta ili Kuyucak köyü üretim arazisinde deneme parselleri oluşturulmasına izin veren Robertet Gülyağı ve İtiryat San. Ltd. Şirketine teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Nimet KARA  <http://orcid.org/0000-0001-7069-0877>

Hasan BAYDAR  <http://orcid.org/0000-0003-1317-2066>

KAYNAKLAR

- Amin, H.I.M., Amin, A. A., Tosi, S., Mellerio, G.G., Hussain, F.H.S., Picco, A.M., Vidari, G. 2017. Chemical composition and anti-fungal activity of essential oils from flowers, leaves, rhizomes, and bulbs of the wild Iraqi Kurdish plant *Iris persica*. *Nat. Prod. Commun*, 12: 441-444.
- Asghar, S.F., Rehman, H., Choudahry, M.I., Rahman, A. 2011. Gas chromatography-mass spectrometry(GC-MS) analysis of petroleum ether extract (oil) and bio-assays of crude extract of *Iris germanica*. *International Journal of Genetics and Molecular Biology*, 3(7): 95 -100.
- Baydar, H., Kineci, S. 2009. Scent composition of essential oil, concrete, absolute and hydrosol from lavender (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.). *J. of Essential Oil Bearing Plants*, 12 (2): 131-136.
- Baydar, H. 2022. *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi*. Nobel Yayınları 10. Basım. Yayın No: 2328. Ankara.
- Belletti, G., Fani, E., Marescotti, A., Scaramuz, S. 2012. The role of traditional products in the valorisation of marginal rural areas: The case of *Iris pallida*. *International Farming System Association Proceeding*. <http://ifsa.boku.ac.at>
- Bicchi, C., Rubiolo, P., Fresia, M., David, F., Sandra, P. 1996. Analysis of constituents of *Iris* rhizomes. Part III- Packed column supercritical fluid chromatography and high pressure liquid chromatography of iridals from rhizomes of *Iris pallida* L. *Phytochemical Analysis*, 7: 37-41.

- Choudharyand, D., Alam, A. 2017. Pharmacology and Phytochemistry of Isoflavonoids from *Iris Species*. *J of Pharmacol & Clin Res*, 3(2): 555-609. doi: 10.19080/JPCR.2017.03.555609.
- Crissan, I., Cantor, M. 2016. New Perspectives on medicinal properties and uses of *Iris* sp. *Hop and Medicinal Plants*, 1-2: 24-36.
- Deng, G.B., Zhang, H., Xue, H.F., Chen, S.N., Chen, X. L., 2009. Chemical Composition and Biological Activities of Essential Oil from the Rhizomes of *Iris bulleyana*. *Agricultural Sciences in China*, 8(6): 691-696.
- Firmin, L., Courtois, D., Petiard, V., Ehret, C., Lerch, K. 1998. Evaluation of the natural variability in iron content and selection of *Iris* sp. for perfume production. *Hortscience*, 33: 1046-1047.
- Güner, A. 2012. *İris: Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. N. Gökyiğit Botanic Garden and Floristic Research Society, 535-540.
- Gürbüzler, G., Kara, N. 2018. Effect of Harvest Times on Rhizoma Yield, Essential Oil Content and Composition in *Iris germanica* L. Species. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(5): 707-713.
- Iwashina, T., Mizuno, T. 2020. Flavonoids and xanthenes from the genus *Iris*: Phytochemistry, relationships with flower colors and taxonomy and activities and function. *Natural Product Communications*, 15(10): 1-35.
- İbrahim, S.R., Mohammed, G.A., Al-Musayeb, N.M. 2012. New constituents from the rhizomes of Egyptian *Iris germanica* L. *Molecules*, 17: 2587-2598.
- Kukula-Koch, W., Skalicka-Woźniak, K., Sieniawska, E., Widelski, J., Urjin, O., Głowniak, P. 2015. Comparative study on the volatiles composition of *Iris dichotoma* Pall. rhizome extracts. *Farmacologia*, 62: 874-881.
- Krick, W., Marner, F.J., Jaenicke, L. 1983. Isolation and structure determination of the precursors of U- and yirone and homologous compounds from *Iris pallida* and *Iris florentina*. *Z. Naturforsch*, 38: 179-184.
- Mykhailenko, O. 2018. Composition of volatile oil of *Iris pallida* Lam. from Ukraine. *Turk Journal of Pharmacology Science*, 15: 85-90.
- Mykhailenko, O., Kovalyov, V., Orlova, T. 2020. Chemical composition of the essential oil of several *Iris* species. *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*, 44 (3): 179-185.
- Rahman, A., Nasim, S., Baig, I., Jahan, I.A., Şener, B., Orhan. I., Choudhary, M.I. 2002. Isoflavonoid glycosides from the rhizomes of *Iris germanica*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 50(8): 1100-1102.
- Roger, B., Fernandez, X., Jeannot, V., Chahboun, J. 2010. An alternative method for irones quantification in *Iris* rhizomes using headspace solid-phase microextraction. *Phytochem Anall*, 21: 483-488.
- Roger, B., Jeannot, V., Fernandez, X., Cerantolac, S., Chahbouna, J. 2012. Characterisation and quantification of flavonoids in *Iris germanica* L. and *Iris pallida* Lam. resinoids from morocco. *Phytochemical Analysis* 23: 450-455.
- Yousefsanil, B.S., Boozari, M., Shirani, K., Jamshidil, A., Dadmehr, M. 2021. A review on phytochemical and therapeutic potential of *Iris germanica*. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 73: 611-625.